

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический
университет им. Н.Г. Чернышевского

Т.В. Наумова

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Чита 2009

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический
университет им. Н.Г. Чернышевского

Т.В. Наумова

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Чита 2009

ББК Ю 935.131 я73 + Ю 94 я 73

УДК 152.32 (075.3)

Н 342

Печатается по решению Ученого совета Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского

Ответственный за выпуск:

А.А. Томских, канд. геогр. наук, доцент, проректор по учебной работе ЗабГГПУ

Рецензенты:

Жалсобои Б.Б., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики, теории и методики обучения физике ЗабГГПУ им. Н.Г. Чернышевского;

Яковлева И.В., доцент кафедры автоматизации производственных процессов ЧитГУ

Развитие творческого мышления : учебное пособие / авт.-сост. Т.В. Наумова ;
Н 342 Забайкал. гос. гум.-пед. ун-т. – Чита : ЗабГГПУ, 2009. – 100 с.

ISBN 978-5-85158-478-7

Настоящее пособие выполнено для школьников, студентов, учителей. В нем собраны различные материалы, которые помогают развивать личность молодого человека, формировать в нем важные качества современного члена общества, такие как креативность, системность восприятия окружающего, диалектичность и т.д. В пособии использованы материалы по ТРИЗ и АРИЗ созданные Г.С. Альтшуллером как основной инструмент развития творческого мышления. При этом рассматриваются и многие другие методики, направленные на достижение заявленной цели.

«Развитие творческого мышления» предназначено для использования в качестве пособия при изучении курсов «Основы творческо-конструкторской деятельности», «Техническое творчество» и других, имеющихся в стандартах подготовки учителей технологии.

В настоящем пособии можно ознакомиться с основными теоретическими и практическими положениями современной Теории Решения Изобретательских Задач (ТРИЗ); овладеть технологией поиска реальных задач, их решения, анализа ответов, прогнозирования развития систем; формирование умения работать с информацией и другое.

ББК Ю 935.131 я73 + Ю 94 я 73

УДК 152.32 (075.3)

ISBN 978-5-85158-478-7

© Т.В. Наумова,
2009 ЗабГГПУ, 2009

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного развития творческого мышления нужны система упражнений и обучение множеству существующих методов и приемов. Такая система создана и проверена при обучении методике теории решения изобретательских задач и методам поиска новых технических решений с целью повышения эффективности и творческого уровня этих решений, уменьшения влияния психологической инерции и стереотипов мышления.

В предлагаемом пособии изложены системы упражнений и практических заданий. Разбираются примеры решений задач каждого типа. Решение задач на фантазирование требует внимания и упорства. Над каждой задачей требуется думать до тех пор, пока не будет получен качественно новый результат, не описанный ни в какой, в том числе и научно-фантастической литературе. Для творческих задач не может быть единственного решения. Овладение приемами воображения не избавляет от необходимости думать. Главный метод конструирования новых идей – тренировка и развитие собственного мышления и мировоззрения, основанного на глубоком знании науки и ее истории, техники, философии, психологии. Приводимые в указаниях методы не заменяют собственно процесс мышления, но помогают ему, систематизируя процессы решения.

Задачи, предложенные для решения в данном курсе развития творческого мышления, не имеют и не могут иметь окончательных решений. Решив предложенные задачи, можно снова вернуться к ним, применяя другие приемы.

ТРИЗ: БИОГРАФИЯ АВТОРА, ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ

Долгое время единственным инструментом решения творческих задач – задач, не имеющих четких механизмов решения, – был «метод проб и ошибок».

В XX в. резко возросла потребность в решении творческих задач. Это привело к появлению различных модификаций «метода проб и ошибок». Наиболее известны из них «мозговой штурм», «синектика», «морфологический анализ», «метод контрольных вопросов». Суть этих методов – повысить интенсивность генерации идей и перебора вариантов. Главная проблема при их использовании – можно сэкономить время на генерации идей, но это приводит к большим затратам времени на их анализ и выбор наилучшего варианта.

Г.С. Альтшуллер поставил задачу иначе: «Как без сплошного перебора вариантов выходить сразу на сильные решения проблемы?»

Решить эту задачу помогут принципы, лежащие в основе ТРИЗ:

- **Принцип объективности законов развития систем** – строение, функционирование и смена поколений систем подчиняются объективным законам.

Сильные решения – это решения, соответствующие объективным законам, закономерностям, явлениям, эффектам.

- **Принцип противоречия** – под воздействием внешних и внутренних факторов возникают, обостряются и разрешаются противоречия. Проблема трудна потому, что существует система противоречий скрытых или явных. Системы эволюционируют, преодолевая противоречия на основе объективных законов, закономерностей, явлений и эффектов.

Сильные решения – это решения, преодолевающие противоречия.

- **Принцип конкретности** – каждый класс систем, как и отдельные представители внутри этого класса, имеют конкретные особенности, облегчающие или затрудняющие изменение конкретной системы. Эти особенности определяются ресурсами: внутренними – теми, на которых строится система, и внешними – той средой и ситуацией, в которой находится система.

Сильные решения – это решения, учитывающие конкретные особенности конкретных систем, а также индивидуальные особенности, связанные с личностью конкретного человека, решающего проблему.

Итак, методология решения проблем строится на основе изучаемых ТРИЗ общих законов эволюции, общих принципов разрешения противоречий и механизмов решения конкретных практических проблем.

ТРИЗ включает в себя:

- механизмы преобразования проблемы в образ будущего решения;

- механизмы подавления психологической инерции, препятствующей поиску решений (неординарные решения трудно находить без преодоления наших устойчивых представлений и стереотипов);

- обширный информационный фонд – концентрированный опыт решения проблем.

Опишем подробнее основные функции ТРИЗ:

1. Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.

2. Решение научных и исследовательских задач.

3. Выявление проблем, трудностей и задач при работе с техническими системами и при их развитии.

4. Выявление причин брака и аварийных ситуаций.

5. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.

6. Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).

7. Объективная оценка решений.

8. Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.

9. Развитие творческого воображения и мышления.

10. Развитие качеств творческой личности.

11. Развитие творческих коллективов.

В состав ТРИЗ входят:

1. Законы развития технических систем (ТС).

2. Информационный фонд.

3. Вепольный анализ (структурный вещественно-полевой анализ) технических систем.

4. Алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ.

5. Методы развития творческого воображения.

Информационный фонд состоит из:

- системы стандартов на решение изобретательских задач (типовые решения определенного класса задач);

- технологических эффектов (*физических, химических, биологических, математических*, в частности, наиболее разработанных из них в настоящее время - *геометрических*) и таблицы их использования;

- приемов устранения противоречий и таблицы их применения;

- ресурсов природы и техники и способов их использования.

АРИЗ представляет собой программу (последовательность действий) по выявлению и разрешению противоречий, т.е. решению задач.

АРИЗ включает: собственно программу, информационное обеспечение, питающееся из информационного фонда, и методы управления психоло-

гическими факторами, которые входят составной частью в методы развития творческого воображения. Кроме того, в АРИЗ предусмотрены части, предназначенные для выбора задачи и оценки полученного решения.

Автор теории, позволившей многим людям развивать свое творческое мышление, креативность – Генрих Саулович Альтшуллер – был и сам неординарной личностью, преодолевшей многие препятствия в жизни достойно и изобретательно. Поэтому стоит рассказать о его биографии,



*Г.С. Альтшуллер
(15.10.1926 – 24.09.1998 г.г.)*

упомянув в подробностях некоторые эпизоды из жизни, позволяющие судить об Альтшуллере именно как о творческой и нестандартной личности. А жизнь этого человека была богата на ситуации, испытывающие его на прочность и решение которым он мастерски находил, пользуясь теорией решения изобретательских задач.

Генрих Саулович Альтшуллер – писатель и изобретатель – родился 15 октября 1926 г. в городе Ташкенте. Когда Генриху было пять лет, его родители – журналисты переехали в столицу Азербайджана, город

Баку. Альтшуллер изобретал с детства. Он очень рано попал в библиотеку, запоем читал научную фантастику. Повезло с учителями. Мечтал стать моряком. В 8-ом классе поступил в военно-морскую спецшколу. Когда началась война, весь выпуск школы забрали на фронт. Он был на год моложе всех, поэтому его оставили. Пришлось вернуться в обычную школу.

В те годы, совсем еще мальчишкой, Г.С. Альтшуллер сконструировал катер с химическим двигателем. Он занимался в двух кружках: в военно-морском и химическом. И в обоих нужно было в конце года сделать выпускную работу. В результате объединения работ появился катер с химическим двигателем под названием «Черепаша». Идея двигателя была проста: если налить в карбид воды, начнется бурная реакция с выделением газа. Если газ поджечь, получится реактивный двигатель. Свою идею он реализовал: построил катер, который мог выдержать человека. И вот испытания. Залили воду в двигатель, несколько секунд ничего не происходило, вдруг резкий толчок выбросил испытателя за борт, как оказалось, к счастью, потому что еще через несколько секунд катер пролетел весь пруд, выскочил на берег и взорвался...

Еще он хотел построить «Наутилус» или просто какой-то аппарат, позволяющий плавать под водой. Акваланг тогда еще не был изобретен, да и откуда взять компрессор для сжатия воздуха? Подошел бы и жид-

кий воздух, но, конечно, холодильной машины у мальчишки тоже быть не могло. А нельзя ли получить жидкий воздух без ожижения? Теоретически невозможно... И все-таки ему удалось обойти запрет. Он решил использовать жидкость, в которой много кислорода, – перекись водорода (H_2O_2). Для выделения кислорода ее достаточно подогреть. И достать перекись водорода оказалось несложно – в аптеках продается. Аппарат был построен. Так еще в школе Г.С. Альтшуллер получил авторское свидетельство на свое первое изобретение в возрасте 17 лет. К 1950 г. число изобретений превысило десять.

Альтшуллер с отличием окончил среднюю школу и поступил в Азербайджанский индустриальный институт на нефтемеханический факультет. Как и многие молодые люди, рожденные в двадцатые годы прошлого века, Альтшуллер добровольно ушел на фронт в 1944 г., до этого времени его не брали в армию, поскольку Генрих не подходил по возрасту. В 1944 г. он был студентом первого курса. Альтшуллер учился в 21-й Военно-авиационной школе первоначального обучения пилотов в городе Рустави в Грузии.

После окончания Великой Отечественной войны для продолжения службы Г.С. Альтшуллер был направлен в Баку, в инспекцию по изобретательству Каспийской Военной флотилии. Генрих был назначен командиром отделения химической разведки. Много пришлось изобретать самому и учить этому других. Странное у него было положение: обращались за помощью в изобретательстве люди вдвое, а иногда и втрое старше его. Как им помочь? Он бросился в библиотеки, перерыл огромное количество книг в поисках советов, правил, как изобретать, и ничего не обнаружил. Оказалось, что учить было нечему. Возникла необходимость изучить или создать самому приемы изобретательства. Не сразу он понял, что вышел на большую, исключительно важную для всего человечества цель – создать метод, позволяющий каждому научиться изобретать, решать творческие задачи в разных областях человеческой деятельности.

И всю дальнейшую жизнь Г.С. Альтшуллер подчинил достижению этой цели. В отличие от психологов, которые изучали человека, делающего изобретения, Альтшуллер начал изучать сами изобретения, т.е. технические системы, созданные человеком. Он начал искать отличия сильных изобретений от слабых. В качестве критерия использовал противоречие. Был проанализирован весь фонд авторских свидетельств и патентов и выявлены типовые приемы разрешения технических противоречий.

В 1946–48 гг. главной целью жизни стала разработка теории решения изобретательских задач. Созданию и совершенствованию ТРИЗ, а в конечном счете, созданию теории сильного мышления, Г.С. Альтшуллер посвятил свою жизнь – около 50 лет.

В 1948 г. вместе с Рафаилом Шапиро написал письмо Сталину с резкой критикой положения дел с изобретательством в стране. Ответом на это письмо стал арест 28 июля 1950 г. на 25 лет ГУЛАГа.

Друзья Альтшуллера в своих очерках отмечают, что письменных воспоминаний о периоде заключения Генрих не оставил, но он был чудесным рассказчиком, и многие эпизоды о тех годах были записаны с его слов. Впечатляет рассказ Альтшуллера о том, как нашлось решение «проблемы» лишения сна надсмотрщиками. Ведь на допрос заключенных уводили в десять ноль пять, через пять минут после отбоя и допрашивали всю ночь, а в камеру возвращали без пяти шесть. В шесть – подъем, и до отбоя на нарах лежать нельзя. Через неделю таких пыток заключенные уже с трудом понимали: живы они или уже умерли. И вот была решена проблема: спать надо и спать нельзя. Генрих с соседом горящей папиросой рисовали на кусочках бумаги, оторванных от папиросной коробки, черные зрачки и прилепляли эти бумажки на закрытые веки. Один из них с этими кружочками на глазах садился на нары и спал, а второй ходил по камере и делал вид, что рассказывает соседу интересную историю. Таким образом им действительно удавалось поспать днем, что давало силы для ночных допросов...

После вынесения приговора – 25 лет лишения свободы – его отправили отбывать срок в Воркуту, на угольные шахты. То ли случайно, то ли потому, что в бараках политзаключенных не хватало места, Генрих попал к вора в законе. Эти люди «чужих» не терпели, и в первую же ночь сокамерники нападали на них с самодельными ножами. Не избежал бы печальной участи и Генрих, если бы не давняя любовь к книгам Грина. Попав в камеру, Альтшуллер стал пересказывать сюжеты «Алых парусов» и «Бегущей по волнам». Удивительно, но воры в законе были не лишены романтики... Он пересказывал им Грина, а когда иссяк запас того, что помнил, Генрих начал придумывать истории сам. Воры в законе на работу не ходили из принципа, и Генрих не ходил тоже, а лагерное начальство вынуждено было смотреть на это безобразие сквозь пальцы. Впрочем, без работы сидеть Генриху было скучно. Спустя несколько месяцев он сам попросился на работу, но не в шахту, а на такую, чтобы шевелить начавшими уже плесневеть мозгами. Ему поручили руководить производственным процессом. То, что Генрих почти ничего об этом процессе не знал, никого не интересовало, но он справился и с этой проблемой.

Работа над ТРИЗ не прекращалась и в лагере, несмотря на голодное существование, нечеловеческие условия жизни и вдобавок одно из самых издевательских лишений – запрещение вести записи – все нужно было

держат в голове. И, тем не менее, Альтшуллер считал, что именно ТРИЗ помогла ему выжить: первыми гибли те, кто сломался, смирился с безысходностью и потерял цель, смысл жизни.

Попав в лагерь, Г.С. Альтшуллер быстро сориентировался, что, если работать так, как требовали от заключенных надзиратели, долго не протянешь. Несмотря на то что выходящим на работы полагался значительно больший паек, чем тем, кто на работы выйти уже был не в состоянии, – условия и нагрузка были таковы, что этого пайка никак не могло хватить для восстановления сил. «Губит большая пайка», – понял Генрих Саулович и добровольно отказался от нее, перестав выходить на работы и перейдя в разряд «доходяг» – умирающих людей, на которых все махнули рукой.

Таковых в бараке было много. Каждый день умирали люди. В числе «доходяг» оказалось много представителей технической интеллигенции: специалисты по разным отраслям техники, профессора и доценты технических вузов. Все это были люди пожилого возраста, очень ослабленные и находящиеся в стадии медленного умирания.

И тогда Генрих Саулович открыл в бараке «университет одного студента». Каждый день, по определенному расписанию, он слушал лекции кого-либо из своих товарищей по несчастью. Люди ожили. У них появилась цель: передать свои знания молодому человеку. И люди в бараке перестали умирать!

В 1953 г., после очередного отказа о помиловании сына, мать Альтшуллера покончила с собой. Отец умер еще раньше... А после смерти Сталина Альтшуллер, как и многие другие репрессированные советские люди, был амнистирован. Случилось это 22 октября 1954 г. Он вернулся в Баку, где и жил до 1990 г. Тогда же вернулся и Рафаил Шапиро, и друзья продолжили свою работу с того самого места, на котором остановились пять лет назад. Хотя следует отметить, что их больше не интересовало конкретное изобретательство. Они занялись психологией изобретательского творчества, оба были уже тогда уверены, что изобретательское творчество связано с изменением техники, развивающейся по определенным законам. «Создание новых средств труда должно, независимо от субъективного к этому отношения, подчиняться объективным закономерностям» [12, с. 37-38].

Сотни тысяч описаний авторских свидетельств пришлось обработать Альтшуллеру, прежде чем был создан и опубликован первый в истории техники «алгоритм изобретения» – набор правил, которыми должен руководствоваться изобретатель в своей работе. Первый алгоритм состоял из четырех «шагов». Он был прост, но эффективен. С помощью алгоритма образца 1959 г. уже делались изобретения!

Устроиться на работу бывшему заключенному было практически невозможно. Г.С. Альтшуллер сформулировал проблему трудоустройства в виде изобретательской задачи: «Надо работать и нельзя работать». Решение задачи нашел в виде: «Надо писать фантастику». Так, в 1957 г. родился писатель-фантаст Генрих Альтов.

Идеи писателя Альтова, подсказанные создателем ТРИЗ Альтшуллером, опережали время на десятки или даже сотни лет, но были убедительны, красивы и точны. Такой фантастики в СССР еще не писали. В его литературном наследии очень много интересных научно-фантастических рассказов, среди которых «Икар и Дедал», «Создан для бури», цикл «Легенды о звездных капитанах» и др.

Параллельно ТРИЗ создавалась и другая наука – фантастиковедение. Наука о том, как создаются новые фантастические идеи. Наука о том, как развивать творческую фантазию.

Что нужно сделать, когда новая наука делает первые шаги? Прежде всего – систематизировать объект исследования. И Альтов создал «Регистр научно-фантастических идей и ситуаций», собрав и классифицировав около 10 тыс. идей, встретившихся ему на страницах фантастических произведений. Об этом «Регистре» в свое время среди писателей-фантастов и любителей фантастики ходили легенды, но мало кому удалось увидеть этот труд воочию, ибо существовал он всего в четырех машинописных копиях, сделанных на тонкой папиросной бумаге. На папиросной – потому что было в «Регистре» около полутора тысяч страниц, и нужно было все это хозяйство уместить в одной папке.

В восьмидесятых годах никто уже не мог сказать, что ТРИЗ – никому ненужное детище одержимого бакинского изобретателя. В СССР работали сотни общественных школ, университетов, групп, в которых подготовленные Альтшуллером преподаватели обучали ТРИЗ новое поколение изобретателей. На многих заводах и в научно-исследовательских институтах проводили семинары по ТРИЗ, куда приглашали читать лекции как Альтшуллера, так и его помощников, знавших теорию изобретательства не хуже автора. Семен Литвин, Владимир Петров, Эсфирь и Борис Злотины, Игорь Верткин, Владимир Фей, Александр Селюцкий – вот далеко не полный список учеников и последователей Генриха Сауловича....

Пришло время – и в союзных министерствах начали проводить тризовские семинары, собирая для этого руководителей предприятий со всех концов страны. ТРИЗ стал наукой, и, чтобы овладеть ее основами, нужно было прослушать курс продолжительностью в 220 ч, решить десятки изобретательских задач и написать дипломную работу, сутью которой должно было стать новое изобретение.

В разработке теории у Альтшуллера появились десятки помощников. Развивался «алгоритм изобретений», совершенствовались таблицы

стандартных приемов, в орбиту ТРИЗ вовлекались и другие технические дисциплины – патентоведение, функционально-стоимостной анализ, системный и вепольный анализ...

Г.С. Альтшуллер преподавал ТРИЗ школьникам, вел изобретательский раздел в газете, очень популярной среди детей и подростков, «Пионерская правда» и за 12 лет проведения не имеющего аналога в мире эксперимента по обучению ТРИЗ школьников 10–17 лет им было проанализировано полмиллиона писем с решениями изобретательских задач. На основе этого уникального опыта написана книга «И тут появился изобретатель», где довольно простым и доступным для детской аудитории языком Альтшуллер рассказал о том, что такое ТРИЗ и как можно научиться ею пользоваться.

С конца 50-х гг. собирал информфонд, на основе которого в 1985 г. вместе с Вёрткиным И.М. разработал концепцию становления и развития творческой личности, ставшую ядром теории развития творческой личности – ТРТЛ или еще ее часто называют ЖСТЛ – жизненная стратегия творческой личности. И снова Генрих Саулович начал с нуля – с систематизации материала. На этот раз материалом для работы стали биографии творческих личностей. Предстояло понять, по какой жизненной стратегии действовали эти люди, выявить принципы удачной жизненной стратегии и обучить этим принципам каждого творческого человека, чтобы творцы избегали ошибок, чтобы внешние обстоятельства не могли сломить человека, чтобы человек-творец вышел победителем из схватки с людьми, для которых создание нового - явление непонятное, глупое и ненужное...

В 1991 г. Генрих Саулович Альтшуллер и его жена, верная помощница, Валентина Николаевна Журавлева переехали из Баку в Петрозаводск. Это было естественно, этого требовала ЖСТЛ. Баку перестал быть прежним интернациональным городом, и романтика моря исчезла, и люди стали уезжать – кто на север, кто на запад, кто и вовсе за океан.

Сейчас многочисленная компания тризовцев расселилась по всему миру. В Израиле успешно применяют ТРИЗ в своей работе Владимир Петров, Эсфирь Злотина, Юрий Ступникер, Александр Чернобельский и еще десятка три профессионалов. В США действуют несколько тризовских фирм, довольно успешно внедряя идеи ТРИЗ на американском рынке.

Создатель ТРИЗ свою задачу выполнил. И все же он ушел слишком рано. Учитель никогда не уходит вовремя. Живым кажется, что без него все рухнет, что пустота, оставшаяся после его смерти, так и будет зиять черным провалом – сегодня, завтра и всегда...

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТВОРЧЕСТВА

Вероятно, первым, кто пришел к мысли о необходимости повышения степени организации творческого труда, был древнегреческий философ-отшельник Диоген. За неимением лаборатории он избрал своим пристанищем бочку, где в полном уединении предавался размышлениям о совершенстве природы и безбрежности космоса. К сожалению, история не сообщает, были ли у Диогена последователи и насколько житие в бочке повышает творческие способности. Римский поэт и философ Тит Лукреций Кар в своей философской поэме «О природе вещей» излагает учение греческого философа Эпикура, который предлагает получать различные новые объекты путем комбинирования составляющих их частей. Это уже был значительный шаг вперед, который породит в будущем многие науки, в том числе комбинаторику.

Знаменитый испанский ученый раннего средневековья Раймунд Луллий разработал свой метод познания истины и изложил его в труде под названием «Великое искусство». Основная идея заключалась в символическом обозначении различных понятий и последующем их комбинировании и толковании. Для этого Луллием была изготовлена специальная машина, представляющая собой набор вращающихся на одной оси дисков с символическими знаками. После остановки дисков с них считывались совпадающие знаки-символы и давался вполне определенный ответ по любой проблеме. Хотя «механизация» умственного труда и была полной, метод так и не получил заметного распространения. А сам Луллий ушел в пустыню и до конца своих дней продолжал совершенствовать свой прибор.

Впервые реально применяемые методы активизации творческого процесса стали появляться в конце 20-х гг. прошлого столетия. К ним относятся: метод мозгового штурма, метод фокальных объектов, метод морфологического анализа, метод контрольных вопросов, синектика, матричный метод, интегральный метод, ассоциативный метод и т. п. Всего их насчитывается более тридцати. Познакомимся с некоторыми методиками поближе. Для этого нам необходимо дать трактовку основным терминам и понятиям, к которым мы будем достаточно часто обращаться.

Творчество – деятельность или результат деятельности человека, обладающие определенной новизной, значимостью, полезностью (субъективное, объективное) [22].

Психология творчества – наука о закономерностях возникновения, развития и проявления психики и сознания человека в процессе творческой деятельности [22]. Основными задачами психологии творчества является развитие творческого мышления, формирование и развитие творческих личностных качеств.

Психологическая инерция – упорное стремление человека думать, действовать, решать задачу только известным ему способом, чуть ли не первым пришедшим ему в голову, в соответствии с выработанными, приобретенными привычками, представлениями [22].

Воображение – свойство психики человека создавать образы, отражающие действительность или прогнозирующие процесс будущей деятельности и ее результаты [22]. Выделяется воображение трех видов: пассивное (не предлагающее какую-либо реализацию создаваемых образов), активное (предполагающее последующую активную деятельность по воплощению создаваемых образов) и творческое (высшая форма активного воображения, предполагающая самостоятельное создание образов, отличающихся субъективной или объективной новизной, и их последующую реализацию в результате творческой деятельности).

Эти основные понятия нам будут необходимы для дальнейшего изучения и освоения основ развития творческого мышления. Помимо этого следует усвоить и то, что процесс поиска решения каждой задачи делится на пять основных этапов:

1. **Выбор цели.** Определить цель – значит определить, что мы хотим иметь в результате решения.

2. **Постановка задачи.** Определить, что мы будем иметь в результате решения и уточнить исходную проблемную ситуацию, определить цель, ограничения и критерий (критерии) выбора решения.

3. **Поиск вариантов решения.** Устранение неопределенности в условиях нестандартной ситуации (проблемы, задачи).

4. **Анализ вариантов решения.** Выбор оптимального варианта (дешевого, функционального, долговечного и т.д.)

5. **Оценка вариантов и выбор решения.**

В педагогике и психологии существует много мнений на счет классификации качеств творческой личности. У Г.С. Альтшуллера и И.М. Верткиным есть теория, определяющая качества личности, необходимые для ее творческой самоорганизации. Они их выделили, исследуя факты биографий большого числа людей, чьи имена связаны с величайшими достижениями в науке. В процессе анализа были выявлены шесть основных качеств, характерных для творческой личности. Скорее всего, это не качества, а требования к самоорганизации творческой личности [18].

Первое качество – наличие **Достойной общественно полезной Цели.** Это качество позволяет отличить ТЛ от эгоиста, стремящегося к достижению личных целей для удовлетворения собственных, часто меркантильных интересов. Чем раньше человек познакомится общенациональными проблемами, тем легче ему будет выбрать свой жизненный путь. В идеале, выявлять и формировать интерес человека нужно еще в детском возрасте – детский сад, начальная школа. Для сознательной ори-

ентации людей на Достойную Цель Г.С. Альтшуллером составлен фонд Достойных Целей, который включает в себя нерешенные проблемы человечества.

Второе качество – умение составлять реальные рабочие для достижения поставленной Цели и проводить регулярный самоконтроль за их выполнением. Эффективность деятельности человека может быть существенно повышена при наличии планов, причем, чем раньше человек будет настроен на «заветную мечту», тем плодотворнее будет его последующая жизнь.

Третье качество – высокая работоспособность в выполнении намеченных планов. Работоспособность определяется совокупностью качеств, среди которых такие, как целеустремленность, умение отказаться от удовольствия во имя дела, физическое здоровье, воля и стремление следовать составленному плану работы, правильно чередовать труд и отдых.

Четвертое качество – овладение техникой решения задач. Овладение техникой решения задач напрямую связано с формированием и развитием сильного мышления. Свободным владением методами активизации мышления и инструментарием ТРИЗ.

Пятое качество – умение держать удар. Чтобы противостоять ударам судьбы, как правило, сопровождающим изобретателя на его жизненном пути, необходимо выработать в себе умение защищать свою точку зрения. Внедрение нового весьма редко сопровождается добровольной сдачей позиций теми, кто своим авторитетом и привычками обязан устоявшемуся положению дел. Это касается всех сфер жизни человека: науки, техники, искусства и т.п. Примеров этому истории много. Умение держать удар – это способность не только противостоять внешним неблагоприятным обстоятельствам, но и собственным желаниям и соблазнам.

Шестое качество – умение терпеливо дожидаться результатов своей деятельности. Возможны жизненные ситуации, когда результатов исследований приходится ждать долгие годы, а порой изобретателю не хватает и всей его жизни. В этих случаях на пути к достижению цели должны быть получены промежуточные результаты, свидетельствующие о правильности выбранного пути, подтверждающие высокий класс техники решения задач, либо создана группа из числа учеников и последователей, которые будут продолжать Дело начинателя.

Перечисленные шесть качеств (или требований) – «как шесть граней драгоценного камня в мировой сокровищнице человечества», составляют основу творческой личности. Без развития этих качеств немислимо продвижение общества по пути прогресса.

ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Знание законов развития технических систем позволяет решать не только имеющиеся изобретательские задачи, но и прогнозировать появление новых задач. Результаты такого прогнозирования значительно точнее, чем полученные с помощью субъективных методов, например, экспертными оценками. ТРИЗ стремится к планомерной эволюции технических систем. Таким образом, современная ТРИЗ превращается в ТРТС – теорию развития технических систем. Существуют объективные законы развития технических систем – эти законы можно и нужно сознательно использовать для решения изобретательских задач. При этом технические системы в своем развитии стремятся к некоторой идеальности.

Обычно технические системы в своем становлении проходят четыре этапа: подбор частей для образования системы; совершенствование этих частей; динамизация; переход к саморазвивающимся системам [4, с. 14–15].

В сущности, речь идет о том, чтобы признать, что техника материальна, а ее развитие диалектично. Материальность технических систем очевидна, и столь же очевиден факт их развития, подчиняющегося, как и всякое развитие, всеобщим законам диалектики. Отсюда со всей непротивностью вытекает решающий для методологии изобретательства вывод: существуют объективные законы развития технических систем, эти законы можно познать и использовать для сознательного решения изобретательских задач без слепого перебора вариантов [5, с. 66].

Зная законы развития технических систем, мы можем предсказать дальнейшее развитие этой системы, то есть предсказать появление новых изобретений.

В жизни каждой технической системы существует четыре этапа «жизни», или развития. Рассмотрим эти этапы на истории самолета.

Первый этап. Лет сто назад, на первом этапе, изобретателей волновал вопрос: что такое летательный аппарат? Из каких частей он должен состоять? Крылья плюс двигатель или крылья без двигателей (планер)? Какие крылья - неподвижные или машущие? Какой двигатель – мускульный, паровой, электрический или внутреннего сгорания?.. Наконец формула «самолет» была найдена: неподвижные крылья плюс двигатель внутреннего сгорания.

Начался **второй этап** развития системы – «исправление троек». Изобретатели совершенствовали отдельные части, искали наилучшую форму и наиболее выгодное их расположение, подбирали лучшие материалы, размер и т.д. Сколько должно быть крыльев – триплан, биплан, полутораяплан или моноплан? Где поместить рули - спереди или сзади?

Где расположить моторы? Какие взять винты – тянущие или толкающие? Сколько колес должно быть у шасси?... В конце второго этапа самолет приобрел знакомый нам вид.

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

Четвертый этап – переход к саморазвивающимся системам – еще не наступил, но о нем можно судить по ракетно-космическим аппаратам, умеющим перестраиваться в процессе работы: сбрасывать отработанные ступени, на орбите раскрывать крылья с солнечными батареями, отделять спускаемый аппарат... Конечно, это только первые шаги в создании систем, способных развиваться на ходу, в процессе работы. Совершенные саморазвивающиеся корабли, меняющиеся в зависимости от внешних условий, существуют пока только в фантастических романах [1, с. 31–32].

На основании анализа процесса развития технических систем все законы развития технических систем можно разделить на группы: «статику», «кинематику» и «динамику».

«*Статика*» – законы, которые определяют начало жизни технических систем. Любая техническая система, возникающая в результате синтеза в единое целое отдельных частей, дает жизнеспособную систему. Существуют, по крайней мере, три закона, выполнение которых необходимо для того, чтобы система оказалась жизнеспособной.

Закон полноты частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является наличие и минимальная работоспособность основных частей системы.

Каждая техническая система должна включать четыре основные части: двигатель, трансмиссию, рабочий орган и орган управления. Смысл закона заключается в том, что для синтеза технической системы необходимо наличие этих четырех частей и их минимальная пригодность к выполнению функций системы, ибо сама по себе работоспособная часть системы может оказаться неработоспособной в составе той или иной технической системы. Например, двигатель внутреннего сгорания, сам по себе работоспособный, оказывается неработоспособным, если его использовать в качестве подводного двигателя подводной лодки.

Закон можно пояснить так: техническая система жизнеспособна в том случае, если все ее части не имеют «двоек», причем «оценки» ста-

вятся по качеству работы данной части в составе системы. Если хотя бы одна из частей оценена «двойкой», система нежизнеспособна даже при наличии «пятерок» у других частей.

Аналогичный закон применительно к биологическим системам был сформулирован Либихом еще в середине XIX в. («закон минимума»).

Из закона вытекает очень важное следствие.

Следствие

Чтобы техническая система была управляемой, необходимо, чтобы хотя бы одна ее часть была управляемой. «Быть управляемой» – значит менять свойства так, как это надо тому, кто управляет.

Закон энергетической проводимости системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является сквозной проход энергии по всем частям системы.

Любая техническая система является преобразователем энергии. Отсюда очевидная необходимость передачи энергии от двигателя через трансмиссию к рабочему органу.

Передача энергии от одной части системы к другой может быть вещественной (например, вал, шестерни, рычаги и т.д.), полевой (например, магнитное поле) и вещественно-полевой (например, передача энергии потоком заряженных частиц). Многие изобретательские задачи сводятся к подбору того или иного вида передачи, наиболее эффективного в заданных условиях.

Важное значение имеет следствие из закона.

Следствие

Чтобы часть технической системы была управляемой, необходимо обеспечить энергетическую проводимость между частью и органами управления.

Закон согласования ритмики частей системы

Необходимым условием принципиальной жизнеспособности технической системы является согласование ритмики (частоты колебаний, периодичности) всех частей системы.

Хорошо работают, а значит, и жизнеспособны только системы, в которых вид колебаний подобран так, что части системы не мешают друг другу и наилучшим способом выполняют полезную функцию.

К «*кинематике*» относятся законы, определяющие развитие технических систем независимо от конкретных технических и физических факторов, обуславливающих это развитие.

Закон увеличения степени идеальности системы

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени идеальности.

Идеальная техническая система – это система, вес, объем и площадь которой стремятся к нулю, хотя ее способность выполнять работу при этом не уменьшается. Иначе говоря, идеальная система – это когда системы нет, а функция ее сохраняется и выполняется.

Несмотря на очевидность понятия «идеальная техническая система», существует определенный парадокс: реальные системы становятся все более крупноразмерными и тяжелыми. Увеличиваются размеры и вес самолетов, танкеров, автомобилей и т.д. Парадокс этот объясняется тем, что высвобожденные при совершенствовании системы резервы направляются на увеличение ее размеров и, главное, повышение рабочих параметров. Первые автомобили имели скорость 15–20 км/ч. Если бы эта скорость не увеличивалась, постепенно появились бы автомобили, намного более легкие и компактные с той же прочностью и комфортабельностью. Однако каждое усовершенствование в автомобиле (использование более прочных материалов, повышение КПД двигателя и т.д.) направлялось на увеличение скорости автомобиля и того, что «обслуживает» эту скорость (мощная тормозная система, прочный кузов, усиленная амортизация). Чтобы наглядно увидеть возрастание степени идеальности автомобиля, надо сравнить современный автомобиль со старым рекордным автомобилем, имевшим ту же скорость (на той же дистанции).

Видимый вторичный процесс (рост скорости, мощностей, тоннажа и т.д.) маскирует первичный процесс увеличения степени идеальности технической системы. Но при решении изобретательских задач необходимо ориентироваться именно на увеличение степени идеальности – это надежный критерий для корректировки задачи и оценки полученного ответа.

Закон неравномерности развития частей системы

Развитие частей системы идет неравномерно; чем сложнее система, тем не равномернее развитие ее частей.

Неравномерность развития частей системы является причиной возникновения технических и физических противоречий и, следовательно, изобретательских задач. Например, когда начался быстрый рост тоннажа грузовых судов, мощность двигателей быстро увеличилась, а средства торможения остались без изменения. В результате возникла задача: как затормозить, скажем, танкер водоизмещением 200 тыс. т. Задача эта до сих пор не имеет эффективного решения: от начала торможения до полной остановки крупные корабли успевают пройти несколько миль...

Закон перехода в надсистему

Исчерпав возможности развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей; при этом дальнейшее развитие идет на уровне надсистемы.

Один из путей такого перехода: технические системы объединяются с образованием би-, полисистемы. Объединение систем в надсистему (НС) «выгодно» для технической системы:

- часть функций передается в надсистему (например, ремонт телевизоров в одной мастерской);
- часть подсистем выводятся из технической системы, объединившись в одну, становятся частью надсистемы (коллективная антенна вместо десятков индивидуальных);
- у объединенных в надсистеме технических систем появляются новые функции и свойства...

Динамика включает законы, отражающие развитие современных технических систем под действием конкретных технических и физических факторов. Законы «статики» и «кинематики» универсальны, – они справедливы во все времена и не только применительно к техническим системам, но и к любым системам вообще (биологическим и т.д.). «Динамика» отражает главные тенденции развития технических систем именно в наше время.

Закон перехода с макроуровня на микроуровень

Развитие рабочих органов системы идет сначала на макро-, а затем на микроуровне.

В большинстве современных технических систем рабочими органами являются «железки», например, винты самолета, колеса автомобиля, резцы токарного станка, ковш экскаватора и т.д. Возможно развитие таких рабочих органов в пределах макроуровня: «железки» остаются «железками», но становятся более совершенными. Однако неизбежно наступает момент, когда дальнейшее развитие на макроуровне оказывается невозможным.

Переход с макро- на микроуровень – одна из главных (если не самая главная) тенденций развития современных технических систем.

Закон увеличения степени вепольности

Развитие технических систем идет в направлении увеличения степени вепольности.

Смысл этого закона заключается в том, что невепольные системы стремятся стать вепольными, а в вепольных системах развитие идет в направлении перехода от механических полей к электромагнитным; увеличение степени дисперсности веществ, числа связей между элементами и отзывчивости системы [8, с. 122–127].

МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ МЫШЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Эвристические приемы и методы поиска решений технических, изобретательских и творческих задач (так называемые методы эвристики), включают в себя то закономерное, повторяющееся в творческом процессе, чему можно научиться, что делает получение требуемого результата более гарантированным, облегчает преодоление барьеров, преграждающих путь к красивым и сильным решениям, являющимся результатом разработок изобретателей. Они исторически возникли как доступные и знакомые человеку инструменты, позволяющие совершенствовать технологии и создавать новые объекты техники и тем самым повышать производительность труда.

Анализ наследия человечества в области эвристики, имеющей в своем арсенале более 30 приемов активизации мышления, позволил систематизировать их по принципу формализации и результативности получаемых решений.

Все методы поиска новых решений творческих задач, способствующие ускоренному нахождению решений, можно разделить на пять основных групп:

1. Методы случайного, интуитивного поиска:

- метод проб и ошибок (МП и О);
- метод мозгового штурма (МШ).

Эти методы интуитивного поиска (индивидуального или коллективного поиска) состоят в последовательном выдвижении идей, а затем экспериментальной мысленной проверке их, без доказательства и корректив выдвигаемой идеи. Эти методы могут быть использованы в решении задач с недостаточным объемом информации.

2. Ассоциативные методы поиска:

- метод синектики (МС);
- метод каталога (МК).
- метод фокальных объектов (МФО);
- метод гирлянд случайностей и ассоциаций (МГС и А).

Общая стратегия этих видов поисковых методов состоит в установлении аналогии и возникновении ассоциативных связей с решаемой проблемой и предыдущим опытом решателя.

3. Методы систематического поиска:

- метод контрольных вопросов (МКВ);
- метод морфологического анализа (ММА);
- комбинаторные методы (КМ).

Общая стратегия поиска и систематизации перебора вариантов решений и определение возможностей совершенствуемого объекта; последовательная проверка решений с целью отсеивания неэффективных вариантов и сочетаний.

4. Методы интенсивного поиска:

– теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), включающая в свой инструментальный аппарат приемы, стандарты, эффекты, вещественно-полевой анализ (ВПА), законы развития технических систем (ЗРТС), алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ), механизмы интеллектуальной поддержки решателя по преодолению психологических барьеров;

– функционально-стоимостный анализ (ФСА).

Общая стратегия методов интенсивного поиска состоит в установлении оптимальных, целесообразных связей между элементами совершенствуемой системы, в целях разрешения противоречий и повышения степени ее идеальности.

5. Методы строгого логического поиска: методы логического, автоматизированного машинного поиска.

Общая стратегия поисков состоит в логическом анализе причин, порождающих противоречие, с целью его выявления и разрешения; установление логических связей между элементами с целью оптимального проектирования и конструирования объектов техники.

Кроме этой классификации, можно выделить еще одну. Наиболее часто используемую, при которой методы делятся на две группы по следующему основанию или признаку: наличие конкретного алгоритма поиска решения задачи. Таким образом, все методы разбиваются на две группы:

1. Неалгоритмические методы поиска решения.

2. Алгоритмические методы поиска решения.

К первой группе мы отнесем все методы, перечисленные выше, кроме АРИЗ, вепольного анализа и ФСА.

Практическое овладение всей совокупностью методов играет важную роль в формировании сильного мышления индивида, ибо переводит его на более высокий потенциальный уровень, делает его активным и гибким, вооружает знаниями, необходимыми для решения сложных творческих задач.

УРОВНИ СЛОЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В соответствии с методами, о которых говорилось в предыдущем параграфе, Г.С. Альтшуллером были предложены **5 уровней сложности творческих задач** [21].

Эти уровни были выделены в процессе глубокого анализа патентов и авторских свидетельств, то есть различных изобретений, созданных человеком в течение длительного периода времени. Исходя из анализа этих документов, Г.С. Альтшуллер условно разделил все технические задачи на пять категорий, каждая из которых отличается от остальных определенной степенью соответствия сформулированных автором критериям.

Первому уровню соответствуют мелкие усовершенствования и рационализаторские предложения, приводящие к небольшим изменениям технической системы и практически не влияющие на научно-технический прогресс. Объект принципиально не изменяется, остается таким, как есть. Изменению подвергаются вспомогательные элементы объекта, например, скругляются кромки люка, устанавливается дополнительная крышка на бензопиле, изменяется форма рукоятки скребка и тому подобное. Для первого уровня творчества характерно, что задача и средства ее решения находятся в пределах одной узкой специальности. Как правило, решение не связано с устранением какого-либо явного противоречия. В общем объеме мирового патентного фонда находится примерно 32% технических решений, выполненных на первом уровне.

Второму уровню соответствуют изобретения, приводящие к существенным изменениям в технической системе, но мало влияющие на научно-технический прогресс. В объект вносятся мелкие изменения и дополнения, которые не меняют основной принцип действия, – например, дополнительный ударный механизм в мышеловке, установка второй спирали в лампе накаливания для повышения надежности ее работы, телефон снабжается магнитофоном, то есть автоответчиком, и тому подобное. Для второго уровня творчества характерно, что задача и средства ее решения находятся в пределах одной науки, то есть, если задача возникла в механике, то она и решается средствами, взятыми из механики. Как правило, такие решения связаны с устранением мелких противоречий на уровне вспомогательных, подсистемных элементов. В общем объеме мирового патентного фонда находится 45% технических решений, выполненных на втором уровне творчества.

Примечание: Изобретения первого и второго уровней творчества составляют 77% мирового патентного фонда. Они нужны, они совершенствуют технику, но принципиально ее не меняют. Это обычные конструкторские решения, но если они ранее не были известны, то признаются изобретениями. Творчество на первом и втором уровне доступно любому грамотному специалисту.

Третьему уровню соответствуют изобретения, сильно изменяющие совершенствуемый объект. Эти изобретения оказывают существенное влияние на научно-технический прогресс и могут применяться в

различных областях техники. В основной объект вносятся значительные изменения и дополнения, направленные на максимальное развитие (модернизацию) существующего принципа действия. Например, изменяемая геометрия крыла самолета, воздушный винт с регулируемым шагом, система автоматического оттаивания холодильника, двигатель внутреннего сгорания с регулируемым объемом камеры сгорания и тому подобные. Для третьего уровня творчества характерно, что задача и средства ее решения находятся в пределах разных наук, но смежных между собой, то есть, если задача возникла в механике, то средства для ее решения берутся, например, из гидравлики, теплотехники и тому подобных. Как правило, решения третьего уровня связаны с устранением противоречий, возникших на уровне системных элементов. В общем объеме мирового патентного фонда находится 19% технических решений, выполненных на третьем уровне творчества.

Четвертому уровню соответствуют изобретения, которые полностью изменяют техническую систему в результате перехода ее к надсистеме и оказывают большое влияние на научно-технический прогресс. В основной объект вносятся изменения, полностью меняющие принцип его действия. Например, суда на подводных крыльях, высокочастотная печь для приготовления пищи, ультразвуковая стиральная машина и тому подобные. Для четвертого уровня творчества характерно, что задача и средства ее решения находятся в пределах разных и не смежных между собой наук. То есть, если задача возникла в механике, то средства для ее решения могут быть взяты, например, из химии, биологии, оптики и тому подобных. Как правило, такие решения связаны с устранением противоречий, возникших на уровне надсистемных элементов. Например, оптоволоконный кабель связи. В нем изменен принцип действия – вместо электрического тока применен световой поток. Задача, лежащая в области электросвязи, решена средствами, взятыми из оптики. Разрешено надсистемное противоречие – кабелей между городами, или иными точками связи должно быть много, чтобы пропустить многие тысячи и миллионы сигналов связи, и должно быть мало, чтобы не усложнять и так предельно сложную систему кабельной связи. В общем объеме мирового патентного фонда находится 3,7% технических решений, выполненных на четвертом уровне творчества.

Пятому уровню соответствуют изобретения, которые соответствуют решению крупных проблем в науке и технике и оказывающие революционное влияние на научно-технический прогресс. Создается не существующий ранее объект с новым, ранее неизвестным, принципом действия. Например, паровой двигатель, самолет, радио, лазер и тому подобные. Эти изобретения называют пионерными, так как они сами порождают новую науку, например, теплотехнику, аэродинамику, радиотех-

нику, квантовую оптику и т.д. Творчество на пятом уровне предоставляет человечеству новые, неизвестные ему ранее, возможности. Пятый уровень – это удел избранных.

В патентном мировом фонде изобретений, выполненных на пятом уровне творчества, содержится всего 0,3%, но они являются основой цивилизации.

Однако, для широкого внедрения этих изобретений в производство нужны многие годы, чтобы провести научно-исследовательские, конструкторские, технологические и иные работы с решением сотен и тысяч других задач, требующих использования всех остальных уровней творчества.

Соответственно уровням сложности решаемых задач с успехом могут применяться те или иные методы активизации мышления.

Работая методом проб и ошибок, любой, относительно грамотный, человек может создавать изобретения первого и второго уровней, проанализировав 10–20 вариантов. Но, чтобы выдать решение третьего уровня, этому же человеку придется совершить уже тысячи проб. Нужно быть исключительно талантливым человеком, чтобы выдавать решения третьего уровня. Человеком предельной трудоспособности, который, решая задачу, без усталости ищет ее решения, перебирая все новые и новые варианты. Для четвертого уровня требуется перебрать сотни тысяч вариантов. Невозможно одному человеку сделать это в течение своей, относительно короткой, жизни. Поэтому ему, как Эдисону, приходится подключать к этой работе сотни помощников или организовывать специальные, многочисленные институты, что и делает государство. Но во всех случаях рассчитывать приходится, в основном, на везение и счастливый случай.

Для пятого уровня творчества количество проб и ошибок бесконечно, как бесконечен окружающий нас мир. Этот уровень лежит за пределами обычного человеческого мышления и пока окутан тайнами подсознания, интуиции и вдохновения.

Теория решения изобретательских задач – ТРИЗ – новая, научно обоснованная, технология творчества, которая сегодня позволяет, при ее полном освоении, любому образованному человеку работать не менее, чем на третьем и четвертом уровнях творчества. ТРИЗ – молодая, развивающаяся наука, и можно быть уверенным, что со временем на ее основе будет создана доступная всем технология творчества пятого уровня. Мы будем свободно получать решения, на которые сегодня тратятся многие десятилетия.

При массовом освоении пятого уровня появятся другие, более высокие уровни творчества, которые потребуют от человечества новых интеллектуальных усилий [8, с. 14–29].

МЕТОД ПРОБ И ОШИБОК

История развития техники является зеркальным отображением исторического хода развития человечества. Человек являясь единственным существом в живой природе, наделенным свойством мышления, вынужден был постоянно изобретать, для того чтобы не исчезнуть с лица Земли.

Несмотря на то что метод проб и ошибок (МП и О) – древний метод создания технических объектов, технических технологий, он и в настоящее время остается распространенным среди изобретателей. Ежедневно патентуется более 500 изобретений, и только 10-15% из них находят применение на практике. Все остальные являются своего рода «информационным шумом», или «отходом» интеллектуальной деятельности человека, работающего методом проб и ошибок, и никогда не будут внедрены в практику.

Для того чтобы решить изобретательскую задачу среднего уровня методом проб и ошибок, необходимо совершить сотни и тысячи проб. Вероятно, в связи с этим возникло крылатое выражение Эдисона, работавшего преимущественно с помощью этого метода: «Талант – это 99% пота и 1% задатков». Множественные факты из изобретательской практики подтверждают это и свидетельствуют о том, что некоторым изобретателям приходилось всю жизнь заниматься перебором сотен вариантов решения задачи, чтобы на склоне лет почувствовать счастье удачи, а многим не хватало и всей жизни.

Естественные потребности первобытных людей (2 млрд до н.э. австралопитеки) в добыче пищи и защите от нападения диких заставили их взять в руки палки, а затем приделывать к ним заостренный камень краями и концами. Потом палки ломались, а камни стачивались или тупились, либо терялись. Надо было находить им замену. Каждый орудия делал для себя сам.

В ряде случаев незначительные в изготовлении элементы орудий накапливались, и происходило постепенное совершенствование, ускоряемое изменением потребностей человека.

Однако в большинстве случаев этот чрезвычайно творческий и сложный процесс носил интуитивный, бессознательный характер, что не позволяет в должной мере считать первобытных людей создателями новой системы объектов.

В истории известны уникальные случаи, когда изобретателям приходилось проводить несколько тысяч и даже десятков тысяч экспериментов, и только после этого они добивались нужного результата.

Метод проб и ошибок – метод исследования, характеризующийся сравнительно низкой степенью систематичности и направленности поиска вариантов решения задачи (проблемы).

К основным достоинствам этого метода относят сравнительную простоту и эффективность при переборе небольшого количества вариантов решения (порядка 10-20 вариантов). Но в большей степени у данного метода выделяются недостатки, которые и являются значительными для его стимула совершенствования и модернизации. Среди них сравнительно невысокое качество решений, высокая трудоемкость поиска, низкая продуктивность поиска, негарантированность получения нужного решения, низкая целенаправленность поиска, высокая степень психологической инерции.

Существует ряд условий, которые могут способствовать повышению эффективности данного метода. Это случайное событие, несущее в себе решение задачи, развитое ассоциативное мышление, чтобы уметь увидеть решение задачи в далеком аналоге и др.

МЕТОД МОЗГОВОГО ШТУРМА

Метод мозгового штурма появился в Соединенных Штатах Америки в конце 30-х гг., а окончательно оформился и стал известен широкому кругу специалистов с выходом в 1953 г. книги А. Осборна «Управляемое воображение», в которой были раскрыты принципы и процедуры творческого мышления.

Это наиболее древний метод. Еще викинги применяли его при разрешении своих проблем. Во время морских экспедиций при экстремальных ситуациях вся команда собиралась на совет, и каждый вносил свои предложения. При этом вначале высказывались юнги и младшие матросы, затем старшие матросы и все остальные. Капитан высказывался последним, и он же принимал решение. Современная модификация мозгового штурма, так называемая «мозговая атака», предложена американским морским офицером А. Осборном, который во время второй мировой войны был капитаном небольшого транспортного судна. Однажды, опасаясь нападения немецких подводных лодок, А. Осборн собрал всю команду на палубу и попросил каждого высказать свои соображения по поводу того, как защитить безоружный корабль от торпеды. Вероятно, оптимисты есть везде. Один из матросов предложил всей команде встать вдоль борта и, когда торпеда будет приближаться к кораблю, всем разом и дружно дунуть на нее. Торпеда должна сбиться со своего пути и пройти мимо корабля. В тот раз не было необходимости проверять этот способ защиты на практике. Матросы дружно посмеялись и разошлись по своим кубрикам. Однако высказанная идея показала А. Осборну плодотворной. Он установил на палубе вентилятор, который создавал мощный

поток воды и в одном из рейсов действительно «сдул» торпеду от борта своего судна. Уже после войны А. Осборн начал детальную проработку метода. Его книга «Прикладное воображение» легла в основу курсов лекций во многих высших учебных заведениях, в НИИ и промышленных компаниях США. Сущность мозговой атаки – дать свободный выход мыслям из подсознания. По теории Фрейда, управляемое сознание является тонким слоем на массе неуправляемого подсознания. При мозговой атаке нужно создать условия, чтобы расковать подсознание.

Мозговой штурм – это метод активизации творческого мышления, основанный на групповом выдвижении альтернативных идей с отнесенной их оценкой и на предположении о том, что в обычных условиях обсуждения и решения проблем возникновению творческих идей препятствуют различные виды психологической инерции.

То есть это метод группового выдвижения альтернативных направлений решения задачи с отнесенной систематической оценкой и развитием скрытых в них возможностей.

В данном определении выделены наиболее важные моменты мозгового штурма, определяющие его сущность, особенности. Во-первых, это групповой процесс выдвижения идей. Во-вторых, указание на альтернативный характер выдвигаемых идей. В-третьих, очень важно понимать, что выдвигаемые идеи не являются полными решениями проблемы. Это идеи общего порядка, позволяющие увидеть, сформулировать направления решения проблемы. В-четвертых, отнесенный характер оценки, критики, разбора идей. В-пятых, систематичность этой оценки, необходимость оценки всех идей, а не деление идей на хорошие и плохие, и, в-шестых, необходимость выявления скрытых возможностей, т.е. необходимость выполнения ряда операций творческого характера при обработке, анализе идеи.

Структурно метод довольно прост. Он представляет собой двухэтапную процедуру решения задачи: на первом этапе выдвигаются идеи, а на втором они конкретизируются, развиваются.

Приведем рекомендуемую им последовательность действий при решении задач.

1. Продумайте все аспекты проблемы. Наиболее важные из них часто бывают так сложны, что для их выявления требуется работа воображения.

2. Отберите подпроблемы для «атаки». Обратитесь к списку всевозможных аспектов проблемы, тщательно проанализируйте их, выделите несколько целей.

3. Обдумайте, какие данные могут пригодиться. Мы сформулировали проблему, теперь нужна вполне определенная информация. Но вначале отдадим себя во власть творчества, чтобы придумать всевозможные виды данных, которые могут помочь лучше всего.

4. Отберите самые предпочтительные источники информации. Ответив на вопрос о видах необходимой информации, перейдем к принятию решения о том, какие из источников следует изучить в первую очередь.

5. Придумайте всевозможные идеи – «ключи» к проблеме. Эта часть процесса мышления, безусловно, требует свободы воображения, не сопровождаемой и не прерываемой критическим мышлением.

6. Отберите идеи, которые вероятнее всего ведут к решению. Этот процесс связан в основном с логическим мышлением. Акцент здесь делается на сравнительном анализе.

7. Придумайте все возможные пути для проверки. Здесь мы опять нуждаемся в творческом мышлении. Часто удается обнаружить совершенно новые способы проверки.

8. Отберите наиболее основательные способы проверки. Принимая решение о том, как лучше проверять, будем строги и последовательны. Отберем те способы, которые кажутся наиболее убедительными.

9. Представьте себе все возможные области применения. Даже если наше окончательное решение подтверждено экспериментально, мы должны иметь представление о том, что может произойти в результате его использования в различных областях. Например, каждая военная стратегия окончательно формируется на основании представления о том, что может сделать неприятель.

10. Дайте окончательный ответ.

Здесь ясно видно чередование творческих, синтезирующих этапов и аналитических, рассудочных. Это чередование расширений и сужений поискового поля присуще всем развитым методам поиска. Широкую известность приобрела более короткая последовательность действий, также описанная в книге «Практическое воображение» и составляющая суть метода мозгового штурма. Метод включает в себя два основных этапа:

- Этап выдвижения (генерации) идей.
- Этап анализа выдвинутых идей.

Работа в рамках этих этапов должна выполняться при соблюдении ряда основных правил. На этапе генерации их три:

1. Запрет критики.
2. Запрет обоснований выдвигаемых идей.
3. Поощрение всех выдвигаемых идей, включая нереальные и фантастические.

На этапе анализа основное правило:

4. Выявление рациональной основы в каждой анализируемой идее.

Генерация идей. Для участия в этапе генерации целесообразно привлекать людей, отличающихся хорошими творческими способностями.

ми, большой скоростью мыслительных операций, легкостью включения в новые ситуации, гибкостью, способностью переключать внимание с одного аспекта деятельности на другой, расширенным полем ориентировки.

При этом следует учитывать, что повышение скорости мыслительных операций, необходимое для участвующих в процессе генерации идей, может приводить к поверхностным высказываниям. Для генераторов важно умение работать с уже известным материалом, постоянно меняя систему критериев его оценки, отказываясь от традиционных подходов.

Существенным является положение о том, что мозговой шторм, а тем более этап генерации идей является не методом решения проблем, а методом поиска альтернативных направлений решения проблемы. Подобный поиск проводится на начальном этапе решения, в момент, когда нет данных о возможных путях и средствах решения, т.е. в условиях нулевой или заведомо недостаточной информации, то есть той самой «неполной ориентировки».

Идеи, выдвинутые на этапе генерации, оформляются в протоколе, в котором происходит их первичная расшифровка. Она состоит в расширенном описании высказываний участников, придании им правильной законченной формы. На этом этап генерации завершается.

Анализ идей. К участникам этапа анализа идей можно предъявить очень широкий спектр требований. Естественно, что они должны быть интеллектуалами, обладать логическим, упорядоченным мышлением, при этом логика сочетается у аналитиков с терпимостью к новым подходам. Важно, чтобы аналитики не относились ревниво к чужим идеям. Эти люди должны обладать чувством повышенной ответственности за свое дело.

Обобщение идеи осуществляется для освобождения предложения от внешних, отвлекающих, подчас эмоционально ярких моментов, заменой их на нейтральные конструкции. Тренировка подобного умения очень важна не только для аналитиков, так как позволяет спокойно и конструктивно подходить к любым предложениям, высказываниям. (Именно на использовании этого принципа основан такой метод исследования, как контент-анализ.) Выявление рациональной основы обеспечивает сравнение между собой не «оболочек», не внешне выраженной формы, а внутренней сущности предложений, позволяет производить их классификацию. В процессе классификации часто происходит дополнение системы принципов, выдвинутых генераторами.

Каждый из выдвинутых принципов оценивается на перспективность, целесообразность реализации с учетом существующих в данной системе ограничений. Принципы, прошедшие этот этап отбора, развива-

ются аналитиками, т.е. происходит процесс конкретизации. Этот процесс подразумевает наполнение абстрактной идеи отраслевым, специфическим содержанием, отработку возникающих трудностей.

В реальных условиях предприятия длительная работа группы высококвалифицированных аналитиков маловероятна. Практически этап анализа может происходить комбинированно: частично при сборе группы, частично на рабочих местах аналитиков. В этой ситуации ведущий играет дополнительную коммуникационную роль. Для согласования деятельности аналитиков целесообразно применять метод «Делфи» или иные согласующие процедуры.

Сформулируем ряд недостатков рассмотренного метода. Во-первых, отсутствие четких правил работы – «бестолковость» поисков возведена в принцип. Во-вторых, отсутствие критериев, позволяющих оценить уровень выдвигаемых идей, что приводит к «проскакиванию», уходу от сильного направления.

Для того чтобы взвешенно оценить критику, необходимо собрать всю имеющуюся у нас информацию о методе, сформулировать четкое определение сути мозгового штурма, уточнить область его применения, т.е. определить классы решаемых с его помощью задач.

Пример

Задача: Обеспечить 100%-ный контроль герметичности шин автомобиля при его изготовлении.

На этапе генерации было получено значительное количество идей самого разного уровня общности. Во время подготовки к оценке идей они были классифицированы по уровням общности следующим образом.

1. Формулировка цели и целей-альтернатив:

1а) можно сделать непрокальваемые шины;

1б) заставить шины зарастать, затягивать отверстие;

1в) шина сама должна сигнализировать о месте утечки, прокола.

Здесь «1в»-уточнение формулировки цели, а «1а» и «1б» - цели-альтернативы.

2. Функциональные принципы (по варианту «1б»):

2а) отверстие должно зарастать;

2б) шина должна сжиматься в месте прокола;

2в) внутри должно что-то подходить к отверстию, затыкать его.

3. Структурные схемы (по варианту «2б»):

3а) использовать для сжатия оболочки предварительно запасенную в ней энергию;

3б) сжимать (поджимать) оболочку какими-то элементами, ограничивающими перемещение участков оболочки;

3в) обеспечить пульсацию всех точек оболочки, тогда и точки на границе повреждения могут сходиться; если в объем добавлять клеящий агент, то края отверстия сами склеятся;

3г) сжимать оболочку, прокатывая ее между роликами; попутно вулканизировать.

4. Физические принципы (по варианту «3в»):

4а) менять давление в шине;

- 4б) создавать упругие колебания оболочки с помощью вибрации;
 - 4в) разводить и сводить части оболочки с помощью механического растягивания (внутренние элементы);
 - 4г) нагревать и охлаждать оболочку;
 - 4д) менять частоту вращения оболочки.
5. Технические принципы (по варианту «4б»):
- 5а) использовать вибраторы;
 - 5б) сделать колесо не круглым;
 - 5в) установить колесо с эксцентриситетом относительно оси.

Существует несколько разновидностей мозгового штурма. Известен, в частности, вариант, когда участники записывают свои идеи самостоятельно на специальных карточках (на это дается 10 мин), а затем по очереди зачитывают их вслух. Слушатели записывают на своих карточках мысли, развившиеся под влиянием услышанного. Запись идей на карточках сокращает время, необходимое для фиксации и классификации результатов.

Определенный интерес представляет так называемый обратный мозговой штурм. Его используют для решения конкретных задач. На первом этапе все внимание концентрируют на выявлении всевозможных недостатков объекта. Анализ вскрывает недостатки, ограничения, дефекты и противоречия, имеющиеся в конкретной идее или техническом объекте, который требуется разработать или усовершенствовать. Предварительную их оценку проводят участники сессии, более тщательную – эксперты, которые вычеркивают явно ошибочные утверждения, уточняя тем самым перечень обнаруженных недостатков. На втором этапе обратного штурма ведут поиск путей ликвидации недостатков, причем используют правила обычного мозгового штурма.

Один из основных недостатков мозгового штурма – отсутствие времени на глубокое осознание задачи. Кроме того, для многих людей более эффективным является процесс индивидуального творчества.

МЕТОД СИНЕКТИКИ

Наиболее эффективная из созданных за рубежом методик психологической активизации творчества – синектика, которая является развитием и усовершенствованием метода мозгового штурма. При синектическом штурме допустима критика, которая позволяет развивать и видоизменять высказанные идеи. Этот штурм ведет постоянная группа. Ее члены постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отвергает их предложения. Метод основан на использовании бессознательных механизмов, проявляющихся в мышлении человека в момент творческой активности.

Особенностью этого метода, отличающей его от метода мозгового штурма, является организация влияния группы на творческую активность индивидов. При этом внимание уделяется попыткам превзойти самого себя, отказу от стандартных подходов. Творческое соревнование участников имеет в группе синекторов большое значение – каждый стремится взять на себя наибольшую часть выдвигаемых творческих решений. Считается, что изящество решений, выдаваемых группой, является функцией имеющихся у участников разнообразия знаний, интересов, эмоциональных особенностей.

Важным критерием для отбора членов группы является эмоциональный тип. Он влияет на то, как человек подходит к поставленной задаче.

Здесь обнаруживается еще одна существенная линия отличий синектики от мозгового штурма. Подбор группы генераторов мозгового штурма состоит в выявлении активных творцов, обладающих различными знаниями. Их эмоциональные типы особо не учитываются. В синектике же, совсем наоборот. Скорее будут выбраны два человека с одним и тем же багажом знаний и опыта, если при этом они совершенно различны в эмоциональной сфере. Часто в состав группы включают авторитетного креативщика, который призван играть роль адвоката при столкновении непримиримых творческих позиций, а также он должен помочь участникам группы говорить на одном языке, примирять чрезмерные творческие амбиции отдельных синекторов. В режиме адвоката авторитет сразу же в процессе работы группы выявляет и отвергает слабые стороны выдвигаемых идей, концепций, подходов.

Операторы синектики – конкретные психологические факторы, которые ведут вперед творческий процесс. Операторы предназначены для пробуждения, активизации сложных психологических состояний. Идеологи синектики исходят из предположения о том, что, решая какую-либо творческую задачу, бессмысленно пытаться убедить себя или других людей быть творческим, вовлеченным в творчество, интуитивным или же допускать в своих творческих фантазиях очевидные несуразности, несообразности, несовместимости. То есть, необходимо дать инструменты, средства, позволяющие человеку делать это.

Синектика – это модифицированный вариант классического брейн-сторминга, т.е. техники получения результатов в результате упорядоченного коллективного обсуждения (мозговой штурм).

Технология синектики была представлена в 1960 г. Уильямом Гордоном. Синектика предусматривает переход к брейнстормингу группами профессионалов, а также доведение всех идей при экспертизе до логического завершения. Решение задачи начинается с ознакомления – «проблема, как она дана». Никогда нельзя принимать на веру задачи, сформулированные другими. Проблему превращают в задачу, как она понимает-

ся. Идет собственно решение, основанное на превращении привычного в непривычное и наоборот. В синектике используется широко употребляемое в теории систем решение через аналогию.

Синектика (от греч. *synectics* – соединение воедино различных элементов) – метод активизации творческого мышления, основанный на сознательном использовании подсознательных психологических механизмов творческой деятельности (от греческого «синектика» – совмещение разнородных элементов) [22].

Синектическая группа – постоянная по составу, разнородная по видам деятельности, хорошо подготовленная, тренированная, слаженно действующая группа изобретателей-профессионалов, имеющих значительный опыт работы.

Аналогия (от греч. *analogia* – соответствие, сходство) – сходство между предметами или явлениями в некоторых свойствах, качествах, отношениях; форма мышления, основанная на умозаключении, в котором делается вывод на основании частичного сходства между предметами или явлениями без достаточного исследования всех условий.

Ассоциация (от лат. *associatio* – соединение) – связь между предметами или явлениями (свойства, отношения), а также между психическими элементами (ощущениями, восприятиями, идеями), благодаря которым появление одних из них в определенных условиях вызывает образ или ощущение других, с ними связанных.

Эмпатия (вчувствование) – способность человека почувствовать состояние другого объекта: человека, животного, растения, предмета или явления.

Суть данного метода состоит в формулировании проблемы и поиске реальных вариантов решения творческой задачи на основе выполнения определенных этапов поисковой деятельности и применения определенных психологических операторов, в данном случае аналогий. В методе применены четыре вида аналогий: прямая, личная, символическая, фантастическая.

Синектическая группа анализирует проблему и намечает конкретные итоги по ее решению. Синекторы избирают лидера (руководителя, ведущего), который подробно докладывает им свои соображения по решению проблемы. Затем каждый синектор сообщает о своем варианте решения. В процессе дискуссии (диалога) члены группы добиваются согласования различных вариантов решения и разрабатывают модель решения задачи. Если при оценке альтернатив дискуссия заходит в тупик и не позволяет выработать общий подход к решению задачи, то используются другие методы согласования. Выдвинутые общие соображения и разработанные модели решений анализируются группой или экспертами в присутствии членов группы. Принимается окончательное решение.

Гордон предложил четыре вида аналогий для синектики:

Прямая аналогия – психологический прием направленного ассоциативного мыслительного поиска аналогов к рассматриваемому предмету или явлению в различных областях знаний: науке, технике, природе и сравнение их с целью формулирования и решения нестандартной задачи.

Личная аналогия (эмпатия) – психологический прием, основанный на эмпатии и позволяющий человеку отождествлять, идентифицировать себя с явлением или предметом, являющимся объектом его исследования. Символическая аналогия требует в парадоксальной форме сформулировать фразу, буквально в двух словах отражающую суть явления. Личная аналогия напрямую связана с «театром эмоций» (метод эмпатии): решающий задачу человек вживается в образ совершенствуемого объекта, пытаясь выяснить возникающие при этом чувства в стиле «Я – такое дерево, я – белая ворона, которая хочет окраситься».

Символическая аналогия – психологический прием направленного ассоциативного мыслительного поиска, основанный на символической аналогии, и направленного на формулирование рассматриваемой проблемы, путем отождествления, идентификации ее с различными символами, выраженными в парадоксальной форме. Это обобщенная абстрактная аналогия, предмет ассоциируется с самым главным признаком, остальные отбрасываются. Символическая аналогия предписывает кратко и метафорично (поэтично, аллегорично) описать суть проблемы (например: духи – жидкий запах; оружие – дружелюбный враг и т.д.).

Фантастическая аналогия – психологический прием, основанный на фантазировании и позволяющий получить формулировку (модель) проблемы (задачи), содержащую пути ее решения. При фантастической аналогии необходимо представить фантастические средства или персонажи, выполняющие то, что требуется по условиям задачи.

Синектика – это один из организационных приемов коллективного творчества. Это способ организации процесса.

Правила набора синектической группы состоят в том, что группа комплектуется из представителей различных профессий (в первую синектическую группу вошли биолог, дизайнер, психолог и архитектор). Критерием отбора при комплектовании служат способности кандидатов, такие, как наличие практического опыта в своей области деятельности и гибкость мышления. В группу должны входить люди с различным складом характера, кроме того, участие ограничивается возрастными рамками (группы состоят из людей в возрасте от 25 до 40 лет). После того как проектная фирма определяет своих людей (3–4 кандидатуры), достойных войти в группу синекторов, последнюю дополняют два-три специально приглашенных со стороны специалиста, призванных обеспечить профессиональную неоднородность формирования.

Продуктивность группы, как показывает опыт, сильно зависит от личности руководителя. Интересно отметить, что никто из синектеров, кроме руководителя группы, не посвящается в конкретные условия творческой задачи, что предохраняет участников от шаблонов восприятия задачи. Обсуждение начинается с рассмотрения неких общих признаков задачи. Так, решая задачу обеспечения быстрого охлаждения газовых смесей в конкретных устройствах, руководитель может предложить группе начать с дискуссии на тему переноса атмосферного тепла. После получения ряда общих идей группа обращает свое внимание на конкретную задачу, чему в немалой степени способствует талант ее руководителя.

За тридцать лет использования синектики стало ясно, что удобнее всего прибегать к услугам синектической группы в промежутке между исследовательской и проектно-конструкторской работой.

МЕТОД ФОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Этот метод предложен американским специалистом Ч. Вайтингом, и применяется с целью поиска новых, оригинальных вариантов исполнения заданного объекта, поиска совместимых с ним дополнительных функций. Принцип метода состоит в переносе на заданный объект новых, ярких, неожиданных свойств, качеств и выявлений оригинальных и эвристически ценных сочетаний.

Любая изобретательская задача прямо или косвенно содержит упоминание о каком-то техническом прототипе-объекте, который необходимо усовершенствовать. С этим прототипом связаны определенные укоренившиеся представления. Так, например, буровая вышка мыслится в виде конструкции, возвышающейся над земной поверхностью, хотя в принципе возможна и «подземная» вышка.

Многие неудачные варианты, выдвигаемые при решении задач, характеризуются своей привязанностью к привычным представлениям о прототипе. Поэтому в основе одной из первых попыток повысить эффективность метода проб и ошибок лежала идея искусственного наделения прототипа посторонними признаками.

В 20-х гг. прошлого века профессор Берлинского университета Ф. Кунце предложил «*Метод каталога*»: нужно наугад открыть любой каталог (словарь, книгу, журнал), взять любое слово и «состыковать» с исходным словом (названием прототипа). Например, если прототипом является «фреза», а случайным словом «снег», то получается сочетание «снежная фреза». Это сочетание можно развить, используя ассоциации: ледяная фреза, холодная фреза, скользкая фреза, фреза в виде «снежка – комка» и т.д. [2, 12].

В 50-е гг. метод был несколько усовершенствован Ч. Вайтингом (США) и получил название «Метод фокальных объектов» (МФО).

Метод фокальных объектов – метод активизации мышления, основанный на генерировании и преобразовании ассоциативных связей между признаками (параметрами) фокального объекта и случайных объектов, произвольно выбранных для сопоставления [22].

Фокальный объект – совершенствуемый, изменяемый объект (прототип), на который проецируются признаки (параметры) случайных объектов, произвольно выбранных для сопоставления. На фоне чередования этапов метода фокальных объектов и изменения их результатов прототип постоянно находится как бы в фокусе внимания исследования.

Алгоритм использования данного метода заключается в том, что из условной задачи выделяют прототип, подлежащий усовершенствованию (фокальный объект), затем наугад выбирают из словаря, книги или журнала 4–6 случайных объектов. Составляется перечень свойств (5–8 наименований, желателен нетривиальных) каждого случайного объекта (отсюда и название метода: прототип как бы находится в фокусе линий, идущих от случайных объектов). Полученные сочетания развивают, пользуясь ассоциациями. Среди многих неудачных идей может оказаться и нечто полезное, новое, неожиданное.

Этот метод является модификацией приемов развития воображения: внесения – вынесения и оживления омертвления. В этом случае на некоторый (фокальный) объект переносятся свойства объектов, выбранных совершенно произвольно. Порядок работы:

1. Выберите объект или явление, которое намерены изменить (фокальный объект).
2. Наугад назовите несколько случайных объектов (СО) (например, взять их можно со случайно открытой страницы словаря).
3. Составьте перечень признаков и свойств случайно выбранных объектов.
4. Признаки и свойства, найденные на шаге 3, припишите фокальному объекту.
5. Для дальнейшего развития идеи воспользуйтесь любым из вышеперечисленных приемов фантазирования. Постарайтесь «выжать» из полученных сочетаний «максимум».

Пример 1

Нужно усовершенствовать с помощью этого метода зубную щетку. Выбирают не менее трех-четырех случайных объектов-предметов (наугад из словаря, каталога, книги, журнала и т. д.). У меня, например, попались слова «звонок», «конфета», «лампа». Составляем список признаков этих предметов.

- Звонок — электрический, школьный, часовой, велосипедный...
- Конфета — карамель, шоколадная, сладкая, душистая, витаминная...
- Лампа — настольная, навесная, бактерицидная...

Теперь попытаемся хотя бы мысленно присоединить найденные признаки к изменяемому объекту — зубной щетке. Что получается? При известной доле фантазии, можно предложить сделать щетку, которая сама рано утром звонит, призывая вас воспользоваться ею, испускает душистые запахи. Ручку этой щетки можно немного откусить, так как она выполнена съедобной, в ней много витаминов и к тому же она бактерицидная, т. е. убивает все болезнетворные микробы во рту. Хорошая щетка?

Метод фокальных объектов не дает никакой гарантии, что у вас получится что-то дельное, но все же он раскрепощает мышление и порой приводит к неожиданным комбинациям. Метод содействует развитию фантазии, но говорить о каком-то направленном или планируемом изменении объекта не приходится. Разновидностью метода является метод гирлянд случайностей и ассоциаций.

Пример 2

Фокальный объект – подводная лодка. Случайные слова: эрозия, кенгуру, компас.

У компаса стрелка всегда направлена на магнитный полюс. Подводная лодка может двигаться, скажем, только вдоль силовых магнитных линий или вдоль других избранных и неизменяемых направлений. Например, по глубинным течениям безмоторное подводное движение совершается медленно, но зато бесшумно и дешево – в будущем такие подводные лодки, снабженные «парусами течений», можно использовать для туризма. Либо подводная лодка, самовозвращающаяся домой, самовсплывающая, допустим через неделю плавания...

Кенгуру передвигается скачками и носит детенышей в сумке на животе. Подводная лодка тоже пусть передвигается скачками: порт ее находится на дне, сюда по туннелю доставляются пассажиры. Лодка совершает импульсный скачок, отталкиваясь от дна, как ракета, до следующего порта. После остановки, заправки и смены пассажиров – очередной скачок.

Эрозия – процесс разрушения почвы. Пусть подводная лодка тоже разрушает воду во время движения. Например, превращает ее в пар (как у Г. Адамова «Подводная лодка «Пионер»») или разлагает на составные части. Возникает избыточное давление, которое можно использовать в качестве двигателя...

Кстати, одна из современных торпед движется с очень большой скоростью именно в газовом коконе, создаваемом в воде.

Эффективно можно применить метод фокальных объектов при поиске новых возможностей выпуска товаров народного потребления, для решения задач рекламы.

Пример 3

Фокальный объект – люстра.

Случайные объекты: шарик, лазер, воробей.

Шарик - резиновый, наполненный газом, фигурный, на нитке, надувной.

Лазер - гелиевый, яркий, прожигает, монохромный.

Воробей - чирикающий, маленький, летающий, пернатый.

Воробей летающий – пусть люстра летает. Лазер – гелиевый, гелий легче воздуха. Им и нужно наполнить люстру. Надувную, как шарик. Гелий может светиться – в люстре должен быть светящийся газ. Формируется идея люстры – надутой газом, привязанной на нитке, светящейся...

Пример 4

Фокальный объект – юбка.

Случайные объекты: букет, сумка, циновка.

Цепочка ассоциаций сумка- портфель – рюкзак – авоська, авоська – сетка, отсюда юбка из сетки. Букет разноцветный, яркий, душистый, зеленый. Циновка соломенная, проплетенная, толстая, мягкая.

Отсюда идея: юбка из сеток, проплетенных одна сквозь другую из ниток разного цвета...

Задания:

1. ФО – дерево. СО – пар, наводнение, протез. Придумайте фантастическое дерево.

2. ФО – радиолокатор. СО – корабль, лестница, остров, берлога. Вообразите способы локации. Какими могут быть средства антилокации, применяемые для затруднения обнаружения?

3. ФО – лазер. Предложите модификации лазера, использованы СО – пушка, мелодия, телеграмма, ролик, корень.

4. ФО – звездолет или дирижабль. Каким станет этот объект, если его изменить с помощью МФО? Дайте описание системы транспорта межзвездного или воздушного сообщения.

5. Выберите соответствующий ФО и, используя СО: ложка, пистолет, книга, перископ, придумайте новый способ добычи ископаемых.

6. При помощи МФО предложите аппарат, который в будущем может заменить наземный транспорт.

7. В будущем книга сильно изменится – хотя бы потому, что нехватка лесов для бумаги начинает ощущаться уже сейчас, а количество печатной продукции все растет. Применив метод ФО, предложите идею книги будущего. Как она будет производиться? Как ее будут читать?

8. Используя МФО, предложите идею платья, купального костюма, головного убора.

МЕТОД ГИРЛЯНД АССОЦИАЦИЙ И МЕТАФОР

Одна из современных модификаций метода морфологического анализа, названная методом гирлянд случайностей и ассоциаций, была предложена советским исследователем Г.Я. Бушем. Он описывает пример, где предлагается создать новые и оригинальные полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики. В основе лежит все тот же *фокальный объект*, в данном случае им является «стул». Прежде всего, составляют гирлянду синонимов: стул–кресло–табуретка–пуф и т.д. Затем, как и при обычном МФО, выбирают случайные объекты: электролампочка, решетка, карман, кольцо, цветок, пляж. Составляют список признаков случайных объектов (электролампочка: стеклянная,

свето- и теплоизлучающая и т. д.), после чего получают гирлянду признаков путем присоединения признаков случайных объектов к гирлянде синонимов: стеклянный стул, теплоизлучающее кресло и т.д. Далее образуют гирлянды ассоциаций для каждого из признаков.

Рассмотрим, например, генерирование гирлянды ассоциаций по первому признаку объекта «электролампочка». Этим признаком является эпитет «стеклянная». Гирлянда ассоциаций создается путем постановки вопроса: что напоминает слово «стеклянный»? Ответ может быть, например, стеклянное волокно. Далее задается второй вопрос: что напоминает слово «волокно»? Кому-нибудь это может напомнить плетение, вязание. Аналогично, продолжая поиск элементов гирлянды ассоциаций, можно увеличить длину гирлянды. Вязание может напомнить бабушку, лечащую ревматизм на курортах юга, где от жары можно укрыться в тени или под зонтиком, напоминающим крышу садовой беседки... Гирлянда ассоциаций в этом случае будет выглядеть следующим образом: стекло–волокно–спасение–тень–зонтик–крыша...».

К элементам гирлянды синонимов поочередно пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций: кресло из стекловолокна, вязаный пуф, табуретку для бабушки, кресло для лечения от ревматизма. Полученные сочетания рассматривают, стараясь найти нечто рациональное.

Если в течение короткого времени можно найти тысячи вариантов решения, то нас вполне удовлетворит положение, при котором хотя бы несколько вариантов будут рациональными.

Таким образом, цель данного метода состоит в том, чтобы обеспечить поиск разработчиком решения изобретательских задач при дефиците информации, т.е. при невозможности использовать логические средства. В этом случае одним из средств служит использование цепочек (гирлянд) ассоциаций и метафор, что позволяет совершить переход в новую область знаний, интерпретировать по-новому ранее разрабатываемые идеи. Таким образом, в качестве своеобразного информационного фонда выступает ассоциативная память разработчика.

Основными этапами метода при совершенствовании заданного объекта являются следующие:

1. Определение синонимов объекта и образование из них первой гирлянды – гирлянды синонимов.

2. Произвольный выбор случайных объектов. Совершенно произвольно, любым способом, например, на память или из энциклопедического словаря выбирают несколько имен существительных, которые не обязательно должны обозначать даже технические объекты. Из отобранных слов образуют вторую гирлянду – гирлянду случайных объектов.

3. Составление комбинаций из элементов гирлянды синонимов и гирлянды случайных объектов. Комбинацию составляют из двух элементов, соединив последовательно каждый синоним рассматриваемого объекта с каждым случайным объектом.

4. Составление перечня признаков случайных объектов. Определяют их признаки. При этом необходимо определить возможно большее число признаков в течение ограниченного времени, например, за две-три минуты. Успех поиска в значительной степени зависит от широты охвата признаков случайных объектов. Целесообразно поэтому перечислять как основные, так и второстепенные, малозначительные признаки. Для удобства можно составлять таблицу признаков.

5. Генерирование идей путем поочередного присоединения к техническому объекту и его синонимам признаков случайно выбранных объектов. Аналогично образуют перечень новых конструкций, получаемых путем поочередного присоединения к гирлянде синонимов признаков других случайных объектов.

6. Генерирование гирлянд ассоциаций. Из признаков случайных объектов, выявленных на четвертом шаге, генерируют гирлянды свободных ассоциаций. Для каждого отдельного признака гирлянды могут быть практически неограниченной длины, поэтому генерирование следует ограничить по времени или по числу элементов гирлянды. Если генерирование гирлянды ассоциаций осуществляют в коллективе, то каждый его член занимается этим самостоятельно.

7. Генерирование новых идей. К элементам гирлянды синонимов технического объекта поочередно пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций. На этом шаге решают вопрос, есть ли среди сочетаний синонимов технического объекта с элементами гирлянд ассоциаций достаточное число оригинальных и заманчивых идей. Если по предварительной оценке таких идей мало, можно продолжать образовывать гирлянды ассоциаций, начиная с какого-нибудь нового элемента гирлянд, созданных на шестом шаге.

8. Оценка и выбор рациональных вариантов идей. Генерирование новых вариантов решения задач на предыдущих шагах обычно дает достаточно большое множество вариантов. Среди множества нерациональных, тривиальных и даже нелепых идей, как правило, всегда найдутся оригинальные и рациональные. Отбор вариантов рекомендуется производить в несколько этапов. Сначала вычеркивают явно нерациональные варианты, затем отбирают оригинальные сомнительной полезности, но привлекающие своей неожиданностью. Список таких вариантов целесообразно изучить с привлечением экспертов или творческого коллектива. В список рациональных решений включают варианты, наилучшим образом отвечающие поставленным целям и требованиям производства.

9. Отбор наилучшего варианта из рациональных осуществляют разными способами. Весьма простым и эффективным является способ экспертных оценок.

Приведенная модификация метода является упрощенной и рекомендует расширять и усиливать ее с помощью таких дополнительных процедур, как, например, метафорическое описание и анализ проблемной ситуации, построение этимологических и парадигматических гроздей понятий и их интерпретация, построение и интерпретация гроздей и гирлянд метафор.

МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

Этот метод позволяет генерировать новые идеи и решения, стимулировать их с помощью наводящих вопросов. Применяется в форме монолога, обращенного к самому себе, либо монолога изобретателей.

В сущности, это усовершенствованный вариант метода проб и ошибок, ведь каждый вопрос служит своеобразной пробой (или серией проб) с единственным отличием: по списку вопросов проще и быстрее охватить некоторое начальное поле вариантов. Авторы отбирают из изобретательского опыта вопросы, которые обеспечивают преимущества метода контрольных вопросов перед обычным методом проб и ошибок.

Метод контрольных вопросов – это метод активизации мышления, в основе которого лежат ответы на предварительно поставленные наводящие вопросы, охватывающие необходимые направления и этапы творческого поиска, а также вызывающие определенные аналого-ассоциативные мыслительные действия.

Существует достаточно много вариантов списков контрольных вопросов. В свое время их пытались составлять такие исследователи, инженеры и ученые, как Грегори, Дэвис и Ровертон, Мэтчет, Парнс и др. Один из наиболее полных и удачных списков контрольных вопросов принадлежит английскому изобретателю Т. Эйлоарту.

Например:

- узнать мнение некоторых неосведомленных в данном деле людей (т. е. избежать психологической инерции);
- устроить сумбурное групповое обсуждение, выслушивая без критики каждую идею;
- испробовать «национальные» решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское и т. д.;
- представить фантастические, биологические, экономические, химические и другие аналоги.

Вопросы в такой системе позволяют полнее увидеть свойство совершенствуемого объекта, но как его изменять – этого, к сожалению, они не подсказывают.

Но наиболее часто используют список, составленный Алексом Осборном.

1. Какое новое применение техническому объекту Вы можете предложить? Возможны ли новые способы применения? Как модифицировать известные способы применения?

2. Возможно ли решение изобретательской задачи путем приспособления, упрощения, сокращения? Что напоминает Вам данный технический объект? Вызывает ли аналогия новую идею? Имеются ли в прошлом аналогичные проблемные ситуации, которые можно использовать? Что можно копировать? Какой технический объект нужно опережать?

3. Какие модификации технического объекта возможны? Возможна ли модификация путем вращения, изгиба, скручивания, поворота? Какие изменения, назначения, функции, цвета, движения, запаха, формы, очертаний возможны? Другие возможные изменения?

4. Что можно увеличить в техническом объекте? Что можно присоединить? Возможно ли увеличение времени службы, воздействия? Увеличить частоту? размеры? прочность? Повысить качество? Присоединить новый ингредиент? Дублировать? Возможна ли мультипликация рабочих органов, позиций или других элементов? Возможно ли преувеличение, гиперболизация элементов или всего объекта?

5. Что можно в техническом объекте уменьшить? Что можно заменить? Можно ли что-нибудь уплотнить, сжать, сгустить, конденсировать, применить способ миниатюризации? укоротить, сузить? отделить? раздробить? преумножить?

6. Что можно в техническом объекте заменить? Что и сколько можно заменить и чем? Другой ингредиент? Другой материал? Другой процесс? Другой источник энергии? Другое расположение? Другой цвет/звук, освещение?

7. Что можно преобразовать в техническом объекте? Какие компоненты можно взаимно заменить? Изменить модель? Изменить разбивку, разметку, планировку? Изменить последовательность операций? Транспонировать причину и эффект? Изменить скорость или темп? Изменить режим?

8. Что можно в техническом объекте перевернуть наоборот? Транспонировать положительное и отрицательное? Нельзя ли поменять местами противоположно размещенные элементы? Повернуть их задом наперед? Перевернуть низом вверх? Обменять местами? Поменять ролями? Перевернуть зажимы?

9. Возможны ли совмещения, объединения, комбинация элементов объекта? Как насчет смеси, сплава, ассорти, ансамбля? Совместить элементы? Совместить функции? Совместить идеи?

Многочисленность методов объясняется недостаточной эффективностью каждого из них. По сути дела все они являются лишь модификациями метода проб и ошибок, так как позволяют за единицу времени перебрать большее количество вариантов. Но мир бесконечно разнообразен, и количество сочетаний даже ограниченных по числу элементов может составлять десятки и сотни тысяч.

МЕТОД ДЕЛФИ

Метод был разработан сотрудниками американской фирмы «Рэнд корпорейшен» О. Холмером, Т. Гордоном и др. Цель метода состоит в получении согласованной информации высокой степени достоверности от группы экспертов, т.е. в повышении степени достоверности коллективных экспертных оценок.

При разработке метода была сделана попытка устранить противоречие, возникающее при организации работы группы экспертов. Так, если опрашивать их независимо друг от друга, то возможны отклонения в очень больших пределах, а если позволить экспертам взаимодействовать, обмениваться мнениями в процессе работы, то это может привести к появлению оценок, навязанных авторитетом коллег.

В методе Делфи осуществляется процедура, обеспечивающая обмен информацией о доводах и ответах, без непосредственного взаимодействия экспертов друг с другом. Прямые дискуссии экспертов заменяются индивидуальными опросами, проходящими по определенной программе в несколько этапов. Метод Делфи позволяет уменьшить влияние присутствующего экспертам конформизма, боязни спора с авторитетами, устранить возможные конфликтные ситуации, атмосферу эмоционального дискомфорта. Считается, что метод Делфи наиболее применим, если к работе привлекаются эксперты, компетентные не по всей проблеме, а по ее различным составляющим.

Последовательность проведения экспертизы по методу Делфи:

- формирование постоянной рабочей группы, обеспечивающей сбор и обобщение мнений экспертов;
- выбор необходимого для исследования количества и состава экспертов;
- составление анкеты, в которой указываются основной и вспомогательный вопросы, условия проведения экспертизы;
- проведение опросов экспертов согласно определенной методике;
- обобщение экспертных заключений и выдача рекомендаций по исследуемой проблеме.

Вопросы формулируются таким образом, что ответы на них обязательно должны даваться в количественной форме. Собранные ответы подвергаются статистической обработке. Полученные обобщенные ответы рассылаются каждому эксперту с просьбой пересмотреть и уточнить свое заключение, если он сочтет необходимым. Эта процедура должна повторяться несколько раз.

Основные этапы опроса экспертов:

1. **Уточнение объекта опроса** (модель объекта, список параметров модели, формулировка вопросов, состав группы экспертов) и получение новых мнений, рекомендаций, путей нового подхода к решаемой проблеме. На данном этапе используются вопросы открытого типа (качественные). Цель данного этапа – собрать всю объективную информацию об исследуемом объекте, процессе либо ситуации и выделить наиболее существенные характеристики и ограничения.

2. **Вероятностная оценка рабочей модели**, ее характеристика, факторы, влияющие на нее и т.п. На этом этапе, как правило, получают от эксперта всю информацию, необходимую для выработки решения, но эта информация в ряде случаев не может быть использована из-за несогласованности экспертных оценок.

3. **Согласование оценок экспертов**. В отличие от предыдущих этот этап может повторяться несколько раз, пока не будет достигнута достаточная согласованность мнений группы экспертов.

После каждого этапа производится сбор, статистическая обработка и анализ результатов опроса. Ответы группируются по признакам, производится упорядочение полученных оценок. Затем находят медиану и размах - величина, измеряющая на числовой шкале расстояние, в пределах которого берутся оценки. Этот интервал содержит 50% всех оценок; он не включает в себя 25% самых высоких и 25% самых низких оценок, (такой тип деления шкалы называется делением с помощью квантилей).

Перед каждым последующим этапом экспертов информируют о результатах предыдущего и в случае выхода их оценок за величину принятого размаха предлагают обосновать свое мнение (анонимно). С полученными данными знакомят всех экспертов и предлагают им пересмотреть, а при необходимости и исправить предыдущие ответы.

Результаты опроса обрабатываются и вновь доводятся до сведения всей группы экспертов с последующим пересмотром оценок. На практике достаточно, как правило, трех этапов для получения хорошо согласованных оценок экспертов.

МЕТОД ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ

Метод фразеологизмов – это метод активизации творческого мышления, направленный на его освобождение от традиционного, привычного восприятия объекта исследования и основанный на использовании устойчивых оборотов речи (фразеологизмов) в качестве эвристического средства поиска решения [22].

Фразеологизм – это устойчивый оборот речи, который может быть дословно переведен на другой язык. Он всегда несет двойное значение: прямое (не имеющее значительного смыслового содержания) и косвенное, переносное (употребляемое смысловое значение).

Алгоритм данного метода строится на последовательном выполнении семи шагов и использовании банка фразеологизмов, имеющих в русском языке.

1. Анализ проблемы, определение задачи и уточнение ее формулировки.

2. Освобождение от очевидных, неперспективных решений. Очевидные решения отбрасываются.

3. Поиск и отбор (по списку) различных фразеологизмов-аналогов, в которых спрятано возможное решение. Виды используемых в данном методе могут быть такими же, что и в методе синектики: прямая, личная, символическая и фантастическая. Но основное предпочтение тут отдается символической аналогии, при этом допускаются «дикие», фантастические решения, нарушающие законы природы.

4. Анализ выбранных фразеологизмов-аналогов в соответствии с проблемной ситуацией или условиями задачи.

5. Фразеологизм-анализ: отобранные фразеологизмы-аналоги анализируются по прямому содержанию путем выявления ассоциативных связей между реальным смыслом фразы и переносным. Это осуществляется с помощью средств и персонажей, которые могли бы выполнить не высказанное во фразеологизме действие в явной форме. Крайне желательно придание созданной в воображении ситуации юмористической окраски.

6. Фразеологизм-синтез: реализация фразеологизма-анalogии в «двоичном коде» (т.е. в прямом и переносном смысловых значениях) с помощью рисунка или других форм отображения информации.

7. Анализ фразеологизмов-аналогов, выявление содержащихся в них основных трудностей и противоречий, препятствующих решению задачи. Поиск вариантов перевода (трансформации) найденных фразеологизмов-аналогий и образов в реальные технические предложения по решению задачи.

Когда появляется перспективная идея, ее развивают до тех пор, пока не появится возможность проверить ее экспериментально. Если аналоги слишком абстрактны, происходит возврат к первому этапу.

МЕТОД МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Морфологический анализ – это пример системного подхода в части изобретательства. Метод разработан известным швейцарским астрономом Ф. Цвикки. Благодаря этому методу удалось за короткое время получить значительное количество оригинальных технических решений в ракетостроении. Ф. Цвикки применил морфологический подход к решению астрофизических проблем и предсказал существование нейтронных звезд. В годы мировой войны, когда Цвикки привлекли к американским ракетным разработкам, морфоанализ – уже вполне сознательно – был использован для решения технических задач. Сущность морфологического анализа заключается в стремлении систематически охватить все (или хотя бы все главнейшие) варианты, исключив влияние случайности.

Прообразом морфологического анализа можно считать «*Ars magna*» – «Великое искусство» Раймундо Луллия (XIII в.).

Основная идея «Великого искусства» состоит в том, что структура любого знания определяется изначальными понятиями, категориями. Комбинируя эти понятия, можно вывести все знания о мире. Гегель пишет в «Средневековой философии» о том, что Луллий систематичен, но вместе с тем он становится механистичным. Луллий строил приборы в виде концентрических окружностей. На каждой окружности были записаны определенные понятия. Перемещая окружности относительно друг друга, можно было получить различные высказывания и суждения. Сохранились рисунки этих приборов «фигур». Наиболее крупной «фигурой» был прибор с 14 окружностями. Диковинная машина как бы воплощала в себе некий всеобъемлющий ум, способный выразить в формализованных суждениях все, что можно знать обо всем на свете: она давала 18 квадрильонов сочетаний [28].

Морфологический анализ – метод стимулирования мышления, основанный на выявлении и анализе всех мысленных вариантов решения задачи на основе закономерностей строения (морфологии) исследуемого объекта, а также на систематизированном выборе варианта решения из большого количества альтернативных частичных решений (морфологического множества) [22].

Для проведения морфологического анализа необходима точная формулировка проблемы, причем независимо от того, что в исходной задаче речь идет только об одной конкретной системе, обобщаются изы-

скания на всевозможные системы с аналогичной структурой, и в итоге дается ответ на более общий вопрос. Например, необходимо изучить морфологический характер всех видов транспортных средств и предложить новую эффективную конструкцию устройства для транспортирования по снегу – снегохода.

Точное определение класса изучаемых систем (устройств) позволяет раскрыть основные характеристики или параметры, облегчающие поиск новых решений.

Метод предусматривает выполнение работ в пять следующих один за другим этапов.

1. Формулируют цель, задачу, дают, возможно, более полное и точное определение исследуемого объекта.

2. Выявляют и раскрывают набор характеристик объекта, его параметров, функций, необходимых для существования и функционирования объекта, решения задачи.

3. По каждой характеристике раскрывают возможные варианты ее исполнения. Полученные варианты сводят в матрицу.

4. Составляют всевозможные комбинации вариантов, определяют их функциональную ценность, исключают из рассмотрения технически не совместимые, неновые.

Метод предназначен для расширения поля видения проблемы, обеспечения объективности при анализе вариантов, вскрытия резервов и реализации нового на основе уже существующей элементной базы.

В процессе морфологического исследования следует учитывать следующие требования:

– обеспечение максимально точной формулировки анализируемого объекта, определения поставленной проблемы;

– обеспечение равного внимания ко всем составляющим объекта исследования;

– нейтральное отношение к получаемой информации в процессе построения осей и выявления вариантов реализации составляющих.

Первым и важнейшим шагом при морфологическом анализе является определение объекта исследования. Под этим понимается логический прием, предназначенный для раскрытия содержания понятия. Он показывает сущность определяемого объекта, его связи и отличия от других объектов. Назначение определений состоит, как правило, в том, что они суммируют основное (свойства, качества) или понятое в объекте. При решении поисковых задач определения даются обычно для объектов, представляющих собой продукты целесообразной человеческой деятельности. Цель, которой должны служить эти объекты, и составляет существенную особенность, обязательно учитывающуюся при определении.

Основными видами определений, которые целесообразно использовать в индивидуальной и коллективной творческой работе, следует считать следующие.

Определение через ближайший род и видовое отличие – это логический прием определения понятия, заключающийся в том, что отыскивают и называют его ближайшее родовое понятие и отличительные признаки, отсутствующие у всех других видов предметов, входящих в этот ближайший род. (Например, фломастер определяют как автоматическое переносное пишущее устройство, у которого пишущий узел и узел хранения красящего вещества выполнены в виде фитиля).

Реальное определение – это определение понятия, отображающее существенные признаки объекта и имеющее своей целью отличить определяемый объект от всех других указанием на его существенные признаки. Например, холодильник определяют как устройство, содержащее двигатель, компрессор, радиатор, морозильную камеру и герметично закрывающийся шкаф.

Операционное определение – это определение объекта через описание специальных для него измерительных операций. (Так, металл можно определить как вещество, обладающее малым сопротивлением прохождению электрического тока). Чаще всего этот прием применяют в начале изучения объекта.

Синтаксическое определение – это определение объекта через способы оперирования с ним. (Например, алгоритм определяют как процедуру решения задачи, которая выполняется лишь при тщательном соблюдении всех предписаний; лупу – как устройство, которое необходимо поместить между исследуемым объектом и глазом, чтобы увидеть объект в увеличенном виде).

Второй шаг морфологического анализа – выявление совокупности осей, фактически отражающей внутреннюю структуру объекта.

Подобное исследование может быть произведено либо дедуктивным путем (как следствие формулирования определения, вскрывающего истинную цель существования объекта и объективно необходимые для этого составные части), либо индуктивным путем (как следствие сравнения различных вариантов, модификаций, близких родовых объектов, выявления и определения присущих им всех составных частей, выполняемых функций и пр.).

Дедуктивный путь исследования возможен при высокой культуре исследования. Его использование говорит о понимании разработчиком назначения объекта. Индуктивное исследование, как правило, проводится на начальных этапах существования системы или работы с ней. Оба пути в целом совершенно равноправны и позволяют добиваться хороших результатов при построении морфологических матриц.

Третий шаг морфологического анализа – поиск альтернативных вариантов реализации составляющих, функций, найденных на предыдущем шаге. По сути он является в большей степени информационным, так как состоит в сборе различных способов осуществления, как правило, известной функции (или поиска вариантов конкретизации обобщенного понятия). На данном шаге важно выполнять вышеприведенное правило о нейтральном отношении к используемой информации.

Оценку полученных вариантов производят только после полного построения матрицы. Например, в качестве объекта анализа выбран утюг. Определение утюга может быть следующим. Утюг – устройство для разглаживания тонких поверхностей (оболочек), преимущественно из тканых материалов, на основе нагрева составляющих волокон и фиксации их в нагретом состоянии и требуемом геометрическом положении, определяемом формой подстилающей поверхности.

Такое определение, будучи, возможно, не вполне точным, позволяет, однако, выявить три основные составляющие, необходимые для функционирования утюга. Такими составляющими на уровне подфункций являются: нагрев материала, распрямление материала, давление на материал.

Нахождение возможных вариантов осуществления данной функции приводит к следующему:

А. Нагреву материала:

А1. Контакт с нагретой поверхностью.

А2. Лучеиспусканием (источник света).

А3. Паром, горячим воздухом.

А4. Ударами, давлением, трением.

Б. Распрямлению материала:

Б1. Заостренным носком утюга;

Б2. Размещением материала в рамке, расположенной по периметру, и увеличением размера этой рамки.

Б3. Струей воздуха.

В. Давлению на материал:

В1. Тяжестью самой конструкции (утюга).

В2. Передачей на материал веса глядящего.

В3. С помощью магнитного прижима к доске.

В4. С помощью реактивных сил.

Общий вид полученной матрицы:

Общее число вариантов, скрытых в морфологическом ящике, равняется произведению сумм вариантов исполнения каждого из них. В данном ящике их будет 48.

Среди них есть и классическая конструкция утюга (варианты А1, Б1, В1 или А1, В1, В2) и такие «экзотические» варианты, как А2, Б3, В4

(утюг в виде комбинации мощной лампы и вентилятора, распрямляющего материал и создающего давление на него). Выбор наиболее эффективных в конкретных условиях вариантов производят с помощью методов экспертных оценок.

Анализ удобно вести с помощью *многомерной таблицы*, получившей название *морфологического ящика*, в которой выбранные характеристики или части объекта играют роль основных осей.

В простейшем случае морфологический анализ предусматривает построение *двухмерной морфологической карты (матрицы)*: выбирают две важнейшие характеристики технической системы, составляют по каждой из них список всевозможных видов и форм, а затем строят таблицу, осями которой являются эти списки. Клетки такой таблицы соответствуют различным вариантам реализации системы.

Для проведения морфологического анализа необходима точная формулировка проблемы, причем независимо от того, что в исходной задаче речь идет только об одной конкретной системе, обобщаются изыскания на все возможные системы с аналогичной структурой, и в итоге дается ответ на более общий вопрос.

Ответственный этап метода – оценка вариантов решений, вытекающих из структуры морфологической матрицы. Сравнивают варианты по одному или нескольким наиболее важным для данной технической системы показателям.

Пример 1

Необходимо изучить морфологический характер всех видов транспортных средств и предложить новую эффективную конструкцию устройства для транспортирования по снегу – снегохода.

Точное определение класса изучаемых систем (устройств) позволяет раскрыть основные характеристики или параметры, облегчающие поиск новых решений. Применительно к транспортному средству (снегоходу) морфологическими признаками могут быть функциональные узлы снегохода: А – двигатель, Б – движитель, В – опора кабины, Г – управление, Д – обеспечение заднего хода и т. п.

Каждая характеристика (параметр) обладает определенным числом различных независимых свойств. Так, двигатели: А1 – внутреннего сгорания, А2 – газовая турбина, А3 – электродвигатель, А4 – реактивный двигатель и т. д.;

движители: Б1 – воздушный винт, Б2 – гусеницы, Б3 – лыжи, Б4 – снегомет, Б5 – шнеки, Б6 – большие колеса и т. д.;

кабины: В1 – опора кабины на снег, В2 – на двигатель, В3 – на движитель, В4 – магнитная подвеска, В5 – воздушная подушка и т. д.

По заданной проблеме в матричном выражении (морфологическом ящике) фиксируются наиболее существенные параметры. Например, для снегохода матрица будет иметь вид:

*(А1 А2 А3 А4...) (Б1 Б2 Б3 Б4 Б5...)
(В1 В2 В3...)*

Возможные сочетания: А1, Б3, В2, или А1, Б2, В3, или А2, Б1, В2, или А4, Б4, В3 и т.д.

Матрица – символическая форма описания решений. Она дает представление о всех возможных конструктивных схемах снегохода путем фиксирования в каждой строке матрицы одного из элементов. Набор этих элементов будет представлять возможный вариант исходной задачи. Рассматривая разные сочетания этих элементов, можно получить большое сочетание всевозможных вариантов решений, в том числе и самых неожиданных.

Пример 2 (табл. 1)

Предложить новый способ отопления жилого дома. Пусть важнейшими характеристиками будут источник тепла и средство распределения тепла. Возможными источниками тепла являются газ, электричество, нефть, дрова, уголь, ядерное горючее, солнечная энергия, геотермальная энергия, колонии биологических объектов и т.д.

Возможными средствами передачи тепла являются воздух, вода, пар, электрические провода, камни или другие твердые тела, нефть или другие жидкости, энергия СВЧ, тепловое излучение и т.д.

Теперь можно составить двумерную таблицу. Каждая ячейка таблицы означает возможную комбинацию, например, источник энергии – уголь, средство передачи энергии – вода (эта ячейка обозначена крестиком).

Заметим, что этот метод может привлечь внимание к таким комбинациям, которые в других случаях могут и не прийти в голову.

Например, источник энергии – биологический, перенос тепла – муравьями (эта ячейка обозначена звездочкой).

Пример 3

Предложите идею нового комбинезона.

Это швейное изделие, в качестве осей могут быть выбраны как существующие, так и гипотетические детали. Включение деталей, которые отсутствуют в данном конкретном изделии, но могут быть у этого класса изделий, позволяет рассмотреть и другие возможности.

Итак, составные части комбинезона: штанины, пояс, застежка, полочки, спинка, воротник, рукава. Для составных частей можно добавить характеристики: длинные, короткие, широкие, узкие, тонкие, толстые, облегающие, свободные, отсутствующие и т.д. Можно добавить возможные варианты кроя используемых тканей (материалов) и, комбинируя, получить несколько тысяч вариантов сочетаний.

Штанины - длинные, до колена, до половины бедра, отсутствуют, широкие, узкие, облегающие, свободные...

Рукава - длинные, до локтя, короткие, отсутствуют, широкие, узкие, облегающие, свободные...

Застежка – на пуговицах, молния, крючки, липучки, шнуровка, завязки, кнопки, без застежек...

Пояс – широкий, узкий, завязывающийся, на пуговицах, на липучке, на крючках....

Воротник – широкий, отложной, стоечка, отсутствует...

Спинка – цельнокроенная, с кокеткой, из сетки, открытая....

Полочки – на кокетке, цельнокроенные...

Материал – драп, сатин, муслин, кружево, плетение макраме, кольчужное плетение...

Остается выбрать наиболее интересные: например, очень широкие кружевные штанины до колен, открытая спина, широкие, тоже кружевные рукава, широкий воротник, переходящий в пояс, завязанный на талии. Получился оригинальный вечерний костюм.

Таблица 1

<i>Источник или вид энергии</i>	<i>Передача энергии</i>					
	<i>Воздух</i>	<i>Вода</i>	<i>Нефть</i>	<i>Камни</i>	<i>Электрические провода</i>	<i>Живыми организмами</i>
Газ						
Электричество						
Нефть						
Уголь		+				
Ядерное горючее						
Геотермальная энергия						
Солнечная энергия						
Биологический источник энергии						*
Дрова						
...						

Задания:

1. Проведите морфологический анализ объекта «Планер». Отберите самый фантастический вариант.

2. Проведите морфологический анализ платья. Отберите варианты: самое фантастическое, самое экзотическое, универсальное, многофункциональное, бесполезное, дешевое.

3. Проведите морфологический анализ объекта «Игрушка».

4. Проведите морфологический анализ объекта «Разумные существа». Предположите, какие еще виды разумных существ, кроме пресловутых «зеленых человечков», могут быть?

5. Проведите морфологический анализ кухонного комбайна. Что еще можно к нему добавить?

МЕТОД ФАНТОГРАММ

Самый трудный этап морфоанализа – выбор нужного сочетания. Правил отбора нет, поэтому действовать приходится наугад. Сильное сочетание «прячется» среди миллионов слабых и бессмысленных. Возникает логический вопрос: нельзя ли построить универсальную таблицу, пригодную для морфологического анализа многих технических систем?

Такая таблица получила название фантограммы (предложена Г.С. Альтшуллером в 1970 г.). Вертикальной осью фантограммы служат следующие универсальные показатели, характеризующие любую систему — от часового механизма до человеческого общества:

Универсальные характеристики:

1. Цель, назначение (смысл существования).
2. Вещество (химический состав, физические свойства).
3. Микроструктура (т.е. подсистемы объекта).
4. Объект.
5. Надструктура (т.е. система, в которую входит объект, надсистема).
6. Направление развития.
7. Воспроизведение (изготовление).
8. Энергетика, энергопитание.
9. Способ передвижения, перемещения.
10. Сфера распространения, обитания.
11. Уровень организации и управления.

В качестве горизонтальной оси используют перечень приемов изменения

Рекомендуемые приемы изменения характеристик:

- А. Увеличить / уменьшить.
- Б. Дробление / объединение.
- В. Наоборот, заменить данное свойство антисвойством.
- Г. Ускорить / замедлить.
- Д. Смещение во времени вперед / назад.
- Е. Изменить зависимость свойство / время или структура / время.
- Ж. Отделить функцию от объекта.
- З. Изменение связи между объектами и средой (включая замену среды).
- И. Изменить количественный показатель (константу).
- К. Динамизация / статика.
- Л. Универсализация / ограничение.
- М. Квантование / непрерывность.
- Н. Внесение / вынесение.
- О. Оживление / овеществление (омертвление).
- П. Изменение законов природы.

Из 165 сочетаний, даваемых фантограммой, обычно 60–70% имеют определенный смысл. В этом преимущество метода фантограммы по сравнению с обычным морфоанализом.

Порядок работы с фантограммой:

1. Выбрать объект.
2. Конкретизировать для выбранного объекта характеристики (вещество, микроструктура, надструктура и пр.).

3. Выбрать один из приемов фантазирования.
4. Последовательно применить выбранный прием к характеристикам объекта, конкретизированным на шаге 2.
5. Рассмотреть свойства полученного объекта.
6. Применив остальные приемы фантазирования, заполнить все или некоторые пустые клетки фантограммы.

Пример 1

Объект – книга. Книги печатаются на бумаге. Не будем заполнять все клетки, возьмем только одно направление - макрообъект сделать непрерывным.. что такое непрерывная книга? Например, книга, занимающая всю сушу... Что ж, пришельцы могли оставить землянам послание с помощью направленного горообразования. Горы образуют знаки, которые можно охватить взглядом только из космоса. Такое послание станет доступным цивилизации, только когда она покинет пределы своей планеты, то есть на достаточно высокой ступени развития.

Возьмем другое направление – книга воспроизводится непрерывно. Что это значит? Непрерывно печатается? А можно иначе – непрерывно пишется. Автор книги продолжает ее писать уже после того, как она вышла из печати. Он думает, что на такой-то странице вместо пошлого сравнения характера героя с облаком пусть появится более мужественное сравнение с грозой... И это изменение появится во всех уже выпущенных экземплярах книги. Пусть она даже не печатается, а хранится в интернете, тогда идея сразу же становится реальной.

Пример 2

Объект – растение. Направление – воспроизведение. Одно растение дает много семян. Тогда прием наоборот – много растений вынуждают одно семя. Эта идея кажется новой. Попробуем представить, как может выглядеть это растение... Оно построено из белков и минеральной составляющей в виде соответственно коллоидного раствора и твердого тела. Организм состоит из трех частей: корни, минеральная трубка для связи и транспорта питательного вещества и плодовая чашка. Надструктура: колония трубок поддерживает одну чашку с одним плодом и одним семенем. Энергетика: колония живет за счет медленной химической реакции стенок трубок с веществом среды. Сфера обитания: дно озера, где имеется слой тяжелой жидкости, а выше его есть слой воды, в которой могут существовать белковые вещества. Дно озера богато питательными веществами, которые накопились там за счет гибели живого, попавшего в едкий слой. Воспроизведение: созревшее семя покрывается минеральным веществом и, внедрившись в дно, дает новую колонию трубок. Направление развития: у этого растения нет неподвижных элементов. Все клетки движутся, перенося питательные вещества по трубке от корней, а если трубка будет повреждена – они бросаются в трещины минеральной трубки и погибают, забывая трещины своими останками. Цель, назначение и смысл существования: участие в биологическом кругообороте в озере с едкой жидкостью на дне, где скопилось много питательных веществ.

Пример 3

Объект- одежда. Что будет для свойства антисвойством? Если одно из свойств одежды – сохранять тепло, то антисвойство – отдавать, рассеивать его. Охлаждающая одежда для жаркого климата, или даже – сверхжаркого. Ускорить – замедлить. У одежды всегда стараются замедлить износ. Добавим к ранее полученной идее ускоренный износ. Получим идею одежды, охлаждающей человека, например,

за счет ее испарения. Постепенно испаряющаяся одноразовая одежда. Цвет одежды обычно постоянен. Будем его квантовать во времени – сейчас ткань серая, через минуту зеленая... Или в зависимости от настроения, – веселье – розовая, грусть – синяя. Можем оживить – живая одежда. Питается потом и кожными выделениями, обеспечивает гигиену в тяжелых условиях – например, подкладка космического скафандра. Вдруг космонавту придется работать в нем несколько суток, а то и недель...

Задания:

1. Придумать фантастическое животное.
2. Придумать новую счетно-решающую машину.
3. Предложите новую идею моста. Чем он необычен? Как придется изменить транспорт с введением таких мостов? Как еще можно применять такие мосты?
4. Придумайте новую электростанцию.
5. Придумайте новую моду.
6. Придумайте новый образ жизни. Как будут одеваться люди?
7. Постройте фантограмму для объекта «планета». Отберите типы планет, на которых невозможно существование человека. Как нужно изменить человека, чтобы он смог выжить в условиях таких планет?
8. Постройте фантограмму для разумного существа. Опишите его. В каких домах оно будет жить? Как передвигаться и на чем? Сравните с решением полученным методом морфологического анализа.
9. Придумайте новую настольную игру, взяв за образец карты, шашки или шахматы.

МЕТОД ЧИСЛОВОЙ ОСИ. ОПЕРАТОР РВС (РАЗМЕР – ВРЕМЯ - СТОИМОСТЬ)

Метод применялся как составная часть АРИЗ–77 с целью преодоления психологической инерции, связанной с пространственно-временными и стоимостными представлениями о техническом объекте.

Метод числовой оси – это психологический метод активизации творческого мышления, основанный на выявлении и изменении количественных параметров исследуемого объекта в диапазоне «максимум – минимум» [22].

Существенное изменение количественных характеристик приводит к качественно новой ситуации. Для данного метода, как и для всех остальных, существует условный алгоритм его использования:

1. Выделить исходный объект (прототип).
2. Выделить любую количественную характеристику (параметр) прототипа. При этом не обязательно брать буквально измеряемую характеристику. Параметр может измеряться в относительных единицах.

3. Определить среднее значение этой характеристики. Для авто-ручки – это запас чернил в миллиграммах или в километрах проведенной линии.

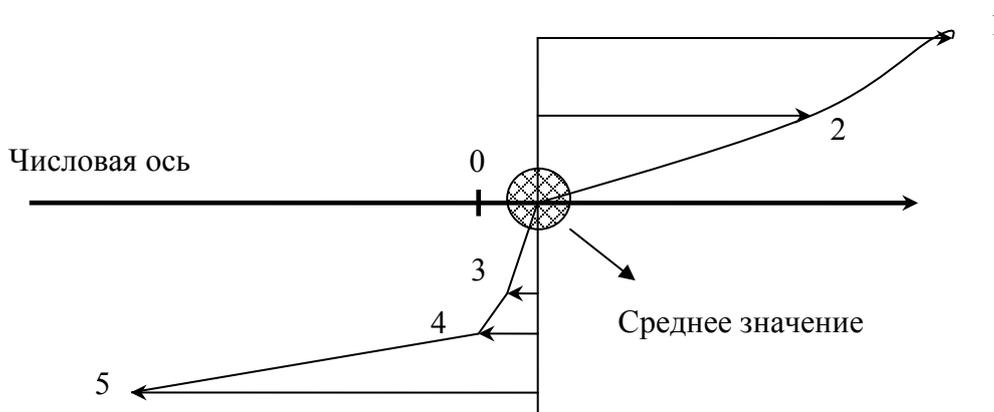


Рис. 1. «Прогон» количественного параметра по числовой оси

4. Проанализировать значение выбранного параметра по числовой оси (рис. 1.) и рассмотреть несколько вариантов значения параметра: больше среднего; много больше среднего; меньше среднего; равно нулю; отрицательное; дробное, иррациональное.

Где:

1 – много больше среднего,

2 – больше среднего,

3 – меньше среднего,

4 – равное нулю,

5 – отрицательное.

Существуют количественные параметры, положительное и отрицательное значения, которые установить сразу довольно сложно.

Оператор РВС – метод активизации мышления, основанный на определенных мыслительных операциях (экспериментах) по количественному изменению основных параметров исследуемого объекта: размеров, времени действия (взаимодействия, скорости протекания процессов), стоимости. Это частный случай метода числовой оси [22].

Это серия направленных действий для преодоления привычных представлений об объекте. Он пригоден также для активизации воображения. Оператор РВС включает в себя следующие простые приемы воображения: уменьшение – увеличение размеров объекта или его характеристик, ускорение – замедление времени (смещение во времени) или скорости процесса, уменьшение – увеличение стоимости объекта или выполнения его функций.

Изменения нужно проводить ступенчато, достигая крайних пределов – до нуля и бесконечности, выявляя на каждой ступени качественные отличия задачи и возможные способы ее решения. Указанные приемы при необходимости можно дополнять другими. Оператор РВС не всегда дает решение задачи, он и не предназначен для этого. Его цель – сбить психологическую инерцию, раскрепостить воображение.

Оператор РВС включает в себя следующие шаги:

1. Рассмотреть данную в условиях задачи систему и выбрать один или несколько параметров, связанных с конфликтом технической задачи и в наибольшей степени влияющих на функционирование технической системы.

Если такие параметры выбрать затруднительно, выбирать следующие:

- а) характерный размер,
- б) скорость или продолжительность (время) характерного процесса,
- в) стоимость.

Выбранные параметры могут относиться к части элемента, элементу системы или системе в целом.

2. Мысленно произвести изменения количественного значения параметра до бесконечности. Выявить при этом на каждой стадии нежелательные изменения параметра задачи (нежелательный эффект, противоречие) и возможные пути решения возникающей проблемы.

3. Мысленно произвести изменение количественного значения параметра до нуля, выявить то же, что и в п. 2.

Примечание:

а) если в п.1 выбрано несколько параметров, рассмотреть поочередно изменение каждого из них, можно производить изменение сразу нескольких параметров;

б) при изменении параметра элемента системы рекомендуется рассмотреть два варианта: когда остальная часть системы соответственно изменяется и когда она остается неизменной;

в) изменяя количественное значение параметра, необходимо стараться обострить, утяжелить условия задачи;

г) каждый мысленный эксперимент проводить не торопясь, тщательно, не менее 2–3 мин.;

4. Рассмотреть выявленные в п.2 и п.3 пути решения видоизмененной задачи. Оформить возможные направления решения исходной задачи.

Пример 1

На строительстве Красноярской ГЭС понадобилось соорудить несколько водоводов, представляющих собой железобетонные трубы диаметром 10 м, длиной 40 м и весом в 4000 т. Водоводы должны лежать на откосе в 45°. Изготавливать их в наклонном положении крайне неудобно. Лучше строить их вертикально, а по-

том опускаться на откос. Однако для этого потребуется очень сложная и дорогая система грузовых стрел, талей и блоков. Кроме того, такая операция сопряжена с большим риском. Как быть?

Применим оператор РВС.

1. Система состоит из вертикальной трубы и откоса горы, трубу трудно плавно (медленно – это время!) опустить на откос из-за больших размеров. Выбираем два параметра системы – размер и время.

2. Увеличиваем размер – для начала в сто раз. Это громадина наподобие Останкинской телебашни. Никакими кранами ее не опустить. Увеличим размер еще на порядок – высота 4 км, диаметр 1 км. Это уже гора. Как уложить гору?

Увеличим время. Предположим, в задаче отводится месяц времени – в сто раз. 8 лет – особой разницы нет. 8000 лет – осядет грунт и башня наклонится сама.

3. Уменьшим размер – для начала в 100 раз. Высота 40 см. Можно положить вручную. Также при высоте 4 мм – только пинцет потребуется, но вот высота 0,04 мм – и задача опять усложнилась, а если 0,004 мм?

Уменьшим время – труба опустилась за 1 мин или секунду. Это значит, что она упала. Чтобы труба упала, ее центр тяжести должен изменить свое положение.

4. Есть ли горы, которые сами падают? Это айсберги в Гренландии и Антарктиде. Подтаивает основание, смещается центр тяжести, и огромные ледяные горы опрокидываются.

Отсюда идея – под основанием создают колонны из природных веществ, например, льда или соли, которые потом расплавляют или растворяют, обеспечивая опускание конструкции.

Пример 2

Выбираем объектом воздушный шар.

1. Обычные его характеристики: размер от 10 см до 100 м, время действия – от одного часа до одной недели, стоимость главным образом зависит от состава наполнителя – водород или гелий.

2. Увеличим размер шара – пусть его диаметр будет больше 10 000 км, но тогда он окажется за пределами атмосферы, проще заключить атмосферу в такой шар. Правда, окутывать Землю таким шаром нет необходимости, а вот Луну или Марс – можно. Атмосфера Марса очень разрежена, представим, что заключили планету в оболочку и стали этот шар сжимать. Атмосфера сожмется, станет плотной, условия жизни на Марсе существенно изменятся. Климат станет мягче, можно будет летать на обыкновенных самолетах. В космос можно будет выходить через систему шлюзов.

3. Увеличим время, например, набора высоты. Пусть для того чтобы поднять шар на 1 см, нужно бесконечное время. Шар, который неподвижно висит на одной высоте сто, тысячу лет... зачем? А это зависит от того, где подвесить. Можно подвесить на высоте 100–300 км. Но там почти вакуум, летают спутники, не так-то просто подвесить. Но если шар сделать очень большого диаметра и тонкие, в молекулу, стенки, то он будет висеть и на такой высоте. Вероятно, проще подвесить такой шар-гигант, чем строить дорогостоящую систему спутников связи.

4. Увеличим беспрельдно стоимость шара. Применим для заполнения шара очень дорогое вещество, например, минус-массу. Получим шар, заполненный газом из минус-вещества, отталкивающийся от обычного гравитационного поля. Для чего такой нужен? А чем это не защита от случайных крупных масс материи по курсу звездолета? Корабль сам будет отклоняться от них.

Пример 3

Выбираем объект – одежду.

1. Характеристики: размер, срок службы, стоимость, красота.

2. Увеличим размер одежды. Тога римских патрициев драпировалась из куска ткани 3 на 4 м. Возьмем еще большие. Сотни метров... Человек в многослойном коконе из ткани, который можно размотать и поставить целую палатку... Костюм – палатка для похода. Если изготовить его из современных высокопрочных и тонких материалов, то идея вполне применимая. Либо костюм из расходуемой «ткани» – для письма, упаковки продуктов и т.д. Использовались же бумажные манжеты для важных одноразовых записей.

Уменьшим размер одежды. Простое уменьшение площади закрытия тела ничего нового не даст. Адам и Ева обходились фиговым листком, нудисты обходятся вообще без одежды. Будем менять толщину. Очень тонкая одежда. Современные ткани имеют толщину от 20 мм до 0,1 мм. А если тоньше? Ткань как пленка. Только прочная и непрозрачная. Толщиной 0,001 мм. Человек будто в оболочке мыльного пузыря, неосязаемой и невесомой...

3. Увеличим срок службы одежды. Пусть она составит 1000 лет. Что это значит? Мода остановилась? Одежда переходит по наследству. Что же это за материалы, которые не изнашиваются за такой срок? Самовосстанавливающиеся? Регенерирующие?

Уменьшим срок службы одежды. Бумажное летнее пляжное платье на 1 ч уже выпускается в Японии. А если срок службы одежды 1 мин? Одна секунда? Еще короче? Одеждой на одну минуту может быть защитный костюм, чтобы выбежать, например, из горящего здания, безопасно пройдя сквозь огонь и дым. Сложнее с одеждой на секунду и менее. Может быть, она все время меняется? Исчезает и возникает вновь, как подвижное силовое поле? Тогда идея костюма будущего – человек надел на палец кольцо – генератор и идет в радужной, постоянно меняющейся и в то же время непроницаемой для вредных воздействий внешней среды оболочке.

4. Увеличим стоимость одежды. Очень дорогая. Свадебное платье принцессы Дианы стоило более 800000 долл. А еще дороже? Вместо ткани тончайшая платиновая кольчужка? Что еще можно придумать? Только костюм из меха инопланетной твари. Или из полотна с картиной Леонардо да Винчи...

Задания:

1. Примените оператор РВС к объекту «часы».
2. Примените оператор РВС к объекту «плотина».
3. Примените оператор РВС к объекту «шляпа».
4. Примените оператор РВС к объекту «перчатка».
5. Примените оператор РВС к объекту «платье».
6. Примените оператор РВС к объекту «доменная печь», дайте описание процесса выплавки стали в такой печи.
7. Примените оператор РВС к объекту «фотокамера». При изменении размеров, стоимости, времени действия используйте также приемы квантования и непрерывности. Как изменится процесс фотосъемки? Станет ли иной техника обработки фотоматериалов?

8. Примените оператор РСВ к объекту «телевизор». Используйте при изменении параметров также прием дробления. Для каких целей может применяться такой фантастический телевизор?

9. Примените оператор РВС к объекту «телескоп». Используйте приемы дробление-объединение, квантования непрерывности, оживления. Опишите фантастический телескоп. Какие новые объекты может открыть астрономия?

10. Примените оператор РВС к объекту «жизнь».

МЕТОД ТЕНДЕНЦИЙ

Метод основан на выявлении противоречий при развитии двух тенденций, линий развития, кажущихся независимыми.

Порядок работы.

1. Выбрать две реальные, но внешне не связанные тенденции в развитии человечества (науки, культуры, техники и пр.).

2. Каждую тенденцию независимо друг от друга продолжить в будущее, до тех пор, пока она не станет определяющей.

3. Выявить противоречие между спрогнозированными в п.2 тенденциями.

4. При помощи любого из ранее применявшихся методов предложить идею, устраняющую противоречие.

Пример 1

Первая тенденция – количество ученых возрастает.

Вторая тенденция – люди все больше времени проводят у телевизора.

Продолжим первую – может настать время, когда все люди Земли станут учеными.

Продолжим вторую – человек проводит у телевизора практически все время бодрствования, все то, что происходит в мире, узнает из телепередач.

Противоречие на лицо. Ученый должен думать, ставить эксперименты и пр. И в то же время он все смотрит и смотрит телевизор. Вся его активная деятельность заключается в выборе программы (или в заказе программ, бесчисленное множество которых копит Единый информационный центр страны или всего мира.)

Противоречие разрешается, если вся необходимая для работы ученого информация заключена в телепередачах. Передачи должны нести все знания о мире. Например так: получен мощный сигнал от иной цивилизации – колоссальная информация о том, чего она достигла за миллионы лет. Чтобы ознакомиться с ней и освоить ее, нужны не миллионы лет, но и не десять... Причем работы хватит на всех ученых, если даже это будет все население Земли. И вот – на несколько десятилетий все люди устроились у экранов телевизоров...Или мониторов...

Пример 2

Тенденция 1. В моду все больше и больше входят асимметричные вещи.

Тенденция 2. В моду входят фольклорные изделия.

Продолжим первую – все вокруг асимметрично.

Продолжим вторую – все вокруг фольклорное, стилизованное под старину.

Противоречие между этими тенденциями: фольклорные изделия симметричны, тем самым противостоят асимметричной моде.

Разрешается противоречие приемом «объединение»: асимметричные вещи с элементами фольклорности, комбинация асимметричного топика и фольклорной юбки, украшений, прически, обуви или наоборот..

Пример 3.

Тенденция 1. Мотоцикл становится популярным у молодежи.

Тенденция 2. Женственность снова в моде у девушек.. Женственность – это платье.

Продолжим первую – вся молодежь ездит на мотоциклах.

Продолжим вторую – все девушки носят платье.

Противоречие: конструкция мотоцикла делает езду в платье затруднительной...Причина - высокая рама мотоцикла.

Здесь просматриваются три варианта устранения противоречия: 1. Девушки садятся на мотороллер (нет верхней перекладины рамы) и 2. Появление специального «мотоциклетного» платья. Очень короткого, подобного тому, в которых выступают фигуристки. 3. Разработка «модного» мотоцикла с коляской для девушки в платье.

Задания:

1. Первая линия – урбанизация (рост городов). Вторая линия - увеличение печатной продукции (рост тиражей, количества названий и пр.). Продолжить и найти противоречие. Устранить его с помощью приемов увеличения – уменьшения или динамичности – статичности. Описать ситуацию. То же самое, только использовать прием универсализации.

2. Первая линия – люди становятся все более образованными, вторая линия – загрязнение окружающей среды. Продолжите тенденции, найдите противоречие. Устраните противоречие, опишите ситуацию, возникшую после этого, желательно с новыми (возникшими вновь) противоречиями.

3. Первая линия – увеличение свободного времени, вторая линия – миниатюризация приборов, оборудования и пр. Какими станут после устранения противоречия, транспорт, связь, космические корабли?

4. Первая линия – повышение этажности зданий, вторая линия – повышение числа любителей туризма, природы, активного отдыха. В чем противоречие. Разрешите его и опишите ситуацию.

5. Первая линия – продолжительность космических полетов увеличивается, вторая линия – мода меняется все быстрее и быстрее. Продолжите тенденции, выявите и разрешите противоречие. Опишите возникшую ситуацию.

6. Первая линия – мода меняется все быстрее и быстрее, вторая линия – ассортимент одноразовых товаров становится все шире и шире. Продолжите тенденции, разрешите противоречие, опишите ситуацию.

7. Первая линия – ассортимент одноразовых товаров становится все шире и шире, вторая линия – прочность современных материалов становится все выше и выше. Продолжите тенденции, разрешите противоречие, опишите ситуацию.

8. Первая линия – развитие науки. Вторая линия – развитие техники. Продолжите тенденции, разрешите противоречие, опишите мир будущего.

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ МАЛЕНЬКИМИ ЧЕЛОВЕЧКАМИ

При решении задач часто используется эмпатия (личная аналогия). Человек, решающий задачу, вживается в образ совершенствуемого объекта и старается осуществить требуемое задачей действие. Если при этом удастся найти какой-то новый подход, новую идею, то решение переводится на технический язык.

Практика применения эмпатии при решении учебных и производственных задач показывает, что эмпатия действительно иногда бывает полезна. Но иногда она бывает и очень вредна. Почему?

Отождествляя себя с тем или иным объектом (его частью) и рассматривая его возможные изменения, изобретатель невольно отбирает те, которые приемлемы для человека, и отбрасывает неприемлемые для человеческого организма, например, разрезание, дробление, растворение в кислоте и т.д.

Метод маленьких человечков – это метод активизации творческого мышления, основанный на сознательном использовании при моделировании решения задачи подсознательных мыслительных механизмов мыслительной деятельности (аналогия, ассоциация и эмпатия) с учетом законов развития технических систем [22].

Неделимость человеческого организма мешает успешно применять эмпатию при решении многих задач.

Недостатки эмпатии устранены в «моделировании с помощью маленьких человечков» (ММЧ) – методе, который применяется в АРИЗ. Суть его состоит в том, чтобы представить объект в виде множества («толпы») маленьких человечков. Такая модель сохраняет достоинства эмпатии (наглядность, простота) и не имеет присущих ей недостатков.

В истории науки известны случаи, когда стихийно применялось нечто похожее на ММЧ. Особенно интересен случай, произошедший с Максвеллом во время проведения мысленного эксперимента при разработке им динамической теории газов. В этом мысленном опыте были два сосуда с газами при одинаковой температуре. Максвелла интересовал вопрос, как сделать, чтобы в одном сосуде оказались быстрые молекулы, а в другом – медленные. Поскольку температура газов одинакова, сами по

себе молекулы не разделятся: в каждом сосуде в любой момент времени будет определенное число быстрых и медленных молекул. Максвелл мысленно соединил сосуды трубкой с дверцей-клапаном, которую открывали и закрывали «демоны» – фантастические существа примерно молекулярных размеров. Демоны пропускали из одного сосуда в другой быстрые частицы и закрывали дверцу перед медленными частицами.

Данный пример объясняет, почему в ММЧ взяты именно маленькие человечки, а не, например шарики или микробы. Для моделирования нужно, чтобы маленькие частицы видели, понимали, могли действовать. Эти требования естественнее всего ассоциируются с человеком: у него есть глаза, мозг, руки. Применяя ММЧ, изобретатель использует эмпатию на микроуровне. Сохранена сильная сторона эмпатии и нет присущих ей недостатков.

Метод ММЧ сводится к следующим простым операциям:

1) выделенную часть объекта, которая не может выполнить предъявляемые требования, нужно представить в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число, группа, толпа маленьких человечков;

2) разделить человечков на группы, действующие (перемещающиеся) по условиям задачи;

3) полученную модель надо проанализировать и перестроить так, чтобы выполнялись обязательные условия задачи и в то же время было бы обеспечено требуемое действие.

В задачах на измерение моделирование маленькими человечками лучше осуществлять в следующем порядке:

а) расположить маленьких человечков по той части объекта, которая подлежит измерению (по линии, площади, объему);

б) рассмотреть возможные действия этих человечков;

в) если нет решения, перестроить человечков, расположив их треугольником, с прямыми или криволинейными сторонами, неправильным треугольником;

г) каждый раз убирать лишних человечков: треугольник, например, можно получить тремя человечками, квадрат – четырьмя и т.д.

Примечание.

Часто совершают ошибку, ограничиваясь беглыми, небрежными рисунками. Хорошие рисунки выразительны и понятны без слов.

Пример 1

Необходимо удалить ржавчину с поверхности сложной формы. Если использовать абразивный круг, то удастся счистить ржавчину только с выступов поверхности (рис. 2).

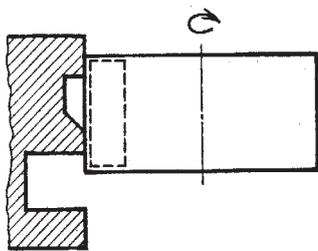


Рис. 2. Обычный шлифовальный круг

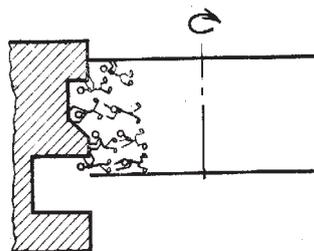


Рис. 3. Модель

На рис. 2, 3 показан тот же рисунок, но сделанный с использованием ММЧ. Маленькие человечки, соприкасающиеся с обрабатываемой поверхностью, удаляют частицы ржавчины, а другие человечки придерживают «работников», не давая им вылететь из круга, упасть, быть отброшенными. Меняется глубина впадины — соответственно перестраиваются человечки. Так работает металлическая щетка.

Пример 2

Однажды на семинаре по ТРИЗ слушателям была предложена задача об увеличении скорости движения ледокола; повысить скорость за счет увеличения мощности двигателей нельзя; современные ледоколы настолько «заполнены» двигателями, что почти не несут полезной нагрузки.

Сначала задачу решали, используя эмпатию. Один из слушателей, вживаясь в «образ ледокола», сосредоточенно ходил по комнате, а потом подошел к столу: «Это – лед, – сказал слушатель. – А я – ледокол. Я хочу пройти сквозь лед, но лед меня не пропускает...» Он давил на «лед», наскakивал на него с разбега, временами ноги «ледокола» пытались пройти под столом, но туловище этому мешало, иногда туловище пыталось пройти над столом, но мешали ноги... Отождествив себя с ледоколом, слушатель перенес на ледокол неделимость, присущую человеческому организму, и тем самым усложнил задачу, эмпатия в данном случае только затрудняла решение.

На следующем занятии тот же слушатель решал задачу, используя метод ММЧ. Он подошел к столу, несколько секунд подумал, потом с некоторой растерянностью сказал: «Не понимаю, в чем задача... Если я состою из толпы маленьких человечков, верхняя половина толпы пройдет над столом, нижняя – под столом... По-видимому, задача теперь в том, как соединить две части ледокола – надводную и ту, что подо льдом. Придется ввести какие-то стойки, узкие, острые, они легко пройдут сквозь лед, не надо будет ломать огромную массу льда...»

Пример 3

В осенне-весенние периоды внутри водосточных труб скапливается снег, который, многократно оттаивая и замерзая, превращается в ледяную пробку. При очередном потеплении эта ледяная пробка, подтаяв, падает по трубе вниз, деформируя и разрушая ее. Вероятно, Вы сами не раз видели оборванные концы труб.

Нужно сделать так, чтобы ледяная пробка не падала вниз по трубе, пока не растает. Выполнить это условие можно, если лед будет удерживаться за стенки трубы, но в этом случае ему нельзя... таять.

Итак, возникло физическое противоречие: лед должен таять и не должен таять... Как быть? Уточняем место, где проявляется найденное физическое противоречие. Крайние, периферийные участки тающей пробки и будут оперативной зоной.

В нее-то, как на поле боя, и запускаем наших человечков. Их много, они сцепились друг с другом и изо всех сил стараются удержать пробку, не давая ей упасть до той поры, пока она не растает полностью (см. рис. 4).

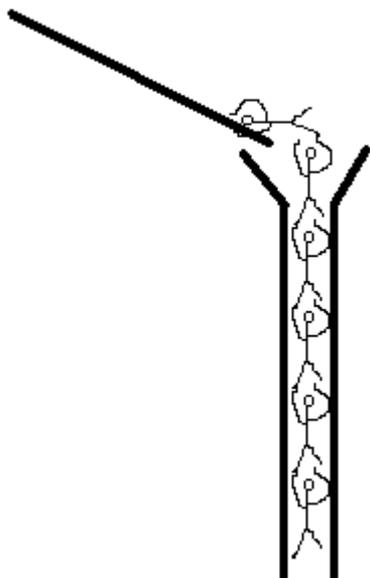


Рис. 4. Модель ситуации

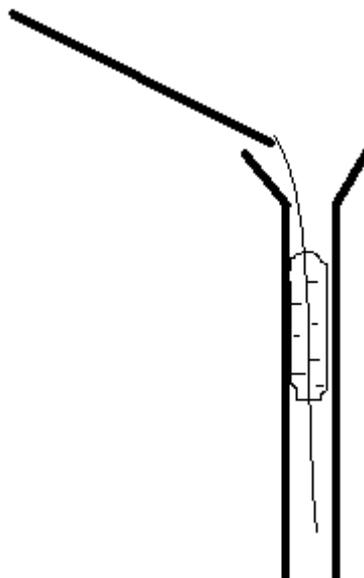


Рис. 5. Решение задачи

Достаточно взглянуть на рисунок, и становится ясно, что нужно заменить человечков цепью или, еще проще, – проволокой. На этой проволоке и будет держаться ледяная пробка, пока не растает полностью. Внедрение этого решения в жизнь не составляет труда. По стоимости оно равно стоимости двух метров проволоки.

Пример 4

Нужно измерить глубину реки с самолета. Вертолет применить нельзя, высадка людей недопустима, использовать какие-нибудь свойства радиоволн тоже нельзя, потому что нет возможности заказывать специальное оборудование. К тому же замеры глубины надо выполнить в сущности бесплатно (допустимы только расходы на оплату полета вдоль реки).

Используем метод ММЧ. Еще неизвестная «измерялка», которую придется использовать, бросив или направив с самолета, должна иметь форму неправильного треугольника. Мыслимы только два варианта расположения маленьких человечков (рис. 6), образующих эту «измерялку».

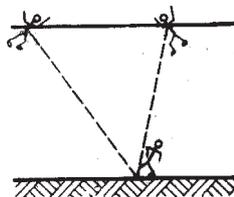
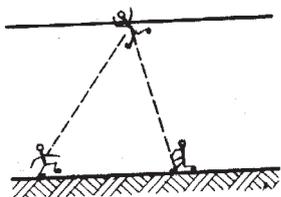


Рис 6. Модель ситуации

Верхние человечки должны быть легче воды, нижние—тяжелее. Предположим, что это деревьяшки и камни, объединенные леской (рис. 7); реализовать такой треугольник нетрудно. Деревьяшки А и Б соединены с камнем В лесками, причем длины обе-

их лесок заведомо превышают глубину реки (это можно проверить пробным сбросом). Чем глубже река, тем меньше расстояние AB (деревашки непосредственно не связаны между собой). К одному из поплавков надо прикрепить (для масштаба) метровую рейку и можно сбрасывать это «оборудование», а затем фотографировать сверху. Зная AB и $BВ$ и измерив на снимке AB , легко вычислить $BГ$. Решение удивительно простое и красивое (а. с. № 180815).

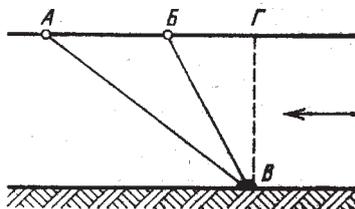


Рис. 7. Техническое решение

Задания:

1. Смоделируйте ММЧ процесс замерзания и таяния льда. Из рисунка должно быть понятно, почему лед легче воды.
2. Смоделируйте ММЧ процесс стирки.
3. Смоделируйте ММЧ процесс горения дров в костре. Не забывайте, что горение – химическая реакция...
4. Нужно протянуть электропровод через изогнутую трубку (например, при ремонте люстры). Предложите, как это сделать используя ММЧ.
5. Смоделируйте ММЧ процесс пошива изделия из прорезиненной ткани. Что нужно сделать, чтобы прошить такую ткань на обыкновенной бытовой швейной машинке?
6. Металлический цилиндр обрабатывается изнутри абразивным кругом. В процессе работы круг истирается. Как измерить диаметр круга, не прерывая шлифовки и не выводя круг из «недр» цилиндра?

МЕТОД СИСТЕМНОГО ОПЕРАТОРА

Как возникают новые виды животных? В результате действия различных мутагенных факторов возникают новые признаки. В огромном большинстве случаев они бесполезны или даже вредны. И лишь изредка появляется признак, полезный для организма. Естественный отбор бракует особи с неудачными новыми признаками и способствует сохранению и распространению особей с признаками полезными.

Таков и традиционный механизм работы при решении изобретательских задач. Изобретатели, не зная законов развития технических систем, генерируют – мысленно и в металле – множество различных ва-

риантов решения. Жизнеспособными оказываются только те «мутации», которые действуют в направлении, совпадающем с объективно существующими законами развития.

У природы нет сознания, разума: результаты мутаций не изучаются, борьба за повышение «процента удачных мутаций» не ведется. В технике есть возможность накопить опыт «мутаций», исследовать его, выявить «правила удачного мутирования», отражающие объективные законы развития. Это позволит вести «мутации» сознательно: первый же выдвинутый вариант должен быть наилучшим.

Воображение, вольно или невольно, создает определенный образ задачи. Прочитал человек условия, и сразу же вспыхивает мысленный экран с высвеченной на нем картинкой.

Метод системного оператора – это психологический метод развития системного мышления и творческого воображения, основанный на системном, диалектическом и функционально-динамическом подходах к исследуемому объекту с целью выявления и прогнозирования путей его совершенствования [22].

Мышление не системно. Не успели люди в процессе эволюции выработать системное видение мира. Если в задаче сказано «дерево», человек видит именно дерево (рис. 8).

Начинается перебор вариантов. Дерево становится чуть больше, чуть меньше: кустарник, кедр, карликовая березка... Часто на этом все кончается: ответ не найден, задача признана неразрешимой.

Это обычное мышление. Талантливое воображение одновременно зажигает три экрана (рис. 9): видны надсистема (группа деревьев – 2), система (дерево – 1), подсистема (лист – 3).

Конечно, это минимальная схема. Иногда включаются и другие экраны: надсистема (лес) и подсистема (клетка листа). А главное – все это видно в развитии, потому что работают боковые экраны, показывающие прошлое и будущее на каждом уровне. Девять (минимум девять!) экранов системно и динамично отражают системный и динамичный мир (рис. 10).

Это не самый сложный случай – девять экранов. Гениальное мышление заставляет работать много больше экранов: вверх и вниз по иерархии систем, левее экранов 4–6 (вглубь прошлого) и правее экранов 7–9 (вглубь будущего). Сложно устроены и сами экраны. Во-первых, они двойные: на каждом экране одновременно изображение и антиизображение (объект и антиобъект). Во-вторых, меняются размеры изображений – то резко увеличиваются, то столь же резко уменьшаются...

Мир устроен непросто, и чтобы его правильно видеть и правильно понимать, нужны непростые мысленные экраны. Даже у гениев полная многоэкранный схема мышления проявляется в редкие звездные мгновения. Да и то многое остается незадействованным... Цель ТРИЗ, опира-

ясь на изучение объективных закономерностей развития технических систем, дать правила организации мышления по многоэкранной схеме. Это позволит при решении задачи мыслить глобально, охватывая все системы и в пространстве, и во времени, а действовать локально, с минимальными затратами того же пространства и времени.

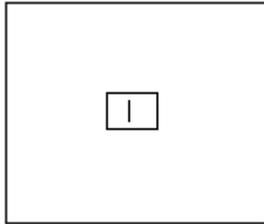


Рис. 8

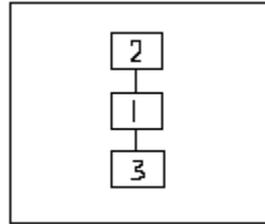


Рис. 9

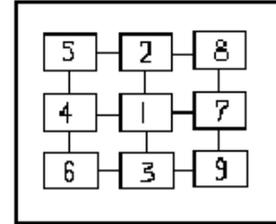


Рис. 10

Таким образом, можно сказать, что работа по методу системного оператора заключается в рассмотрении исследуемого объекта (прототипа), в системе его взаимодействия и зависимости от нескольких факторов по компонентной, генетической и функциональной осям.

Компонентная ось системного оператора – это то, из чего состоят системы, из каких подсистем. Каждая подсистема, в свою очередь, состоит из подсистем и т.д. Каждая система является частью нескольких надсистем, которые, в свою очередь, входят в надсистемы и т.д.; получается разветвленное поле. Например, стол – это часть мебели, в то же время – это часть аудитории, часть помещения. А можно его отнести к классу деревянных предметов. Один и тот же объект может входить по разным своим характеристикам и основаниям в различные надсистемы (рис. 11, 12).

Генетическая ось системного оператора – почти у каждой системы есть прошлое, а также есть разветвленные варианты будущего.

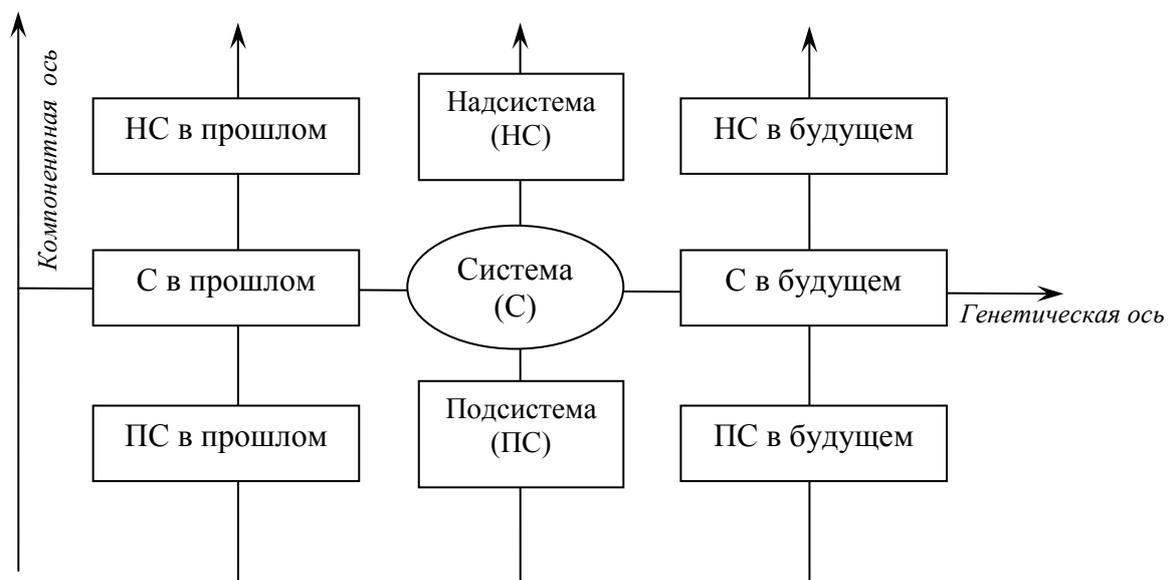


Рис. 11. Разбор системы по генетической и компонентной осям

Функциональная ось системного оператора – для каждой системы можно определить функцию и антифункцию, т.е. функцию, противоположную первой, если у авторучки прямая функция – пачкать бумагу, то ее антифункцией будет очищение бумаги. Если у стола функция поддерживать что-то, то его антифункция будет состоять в сбрасывании.

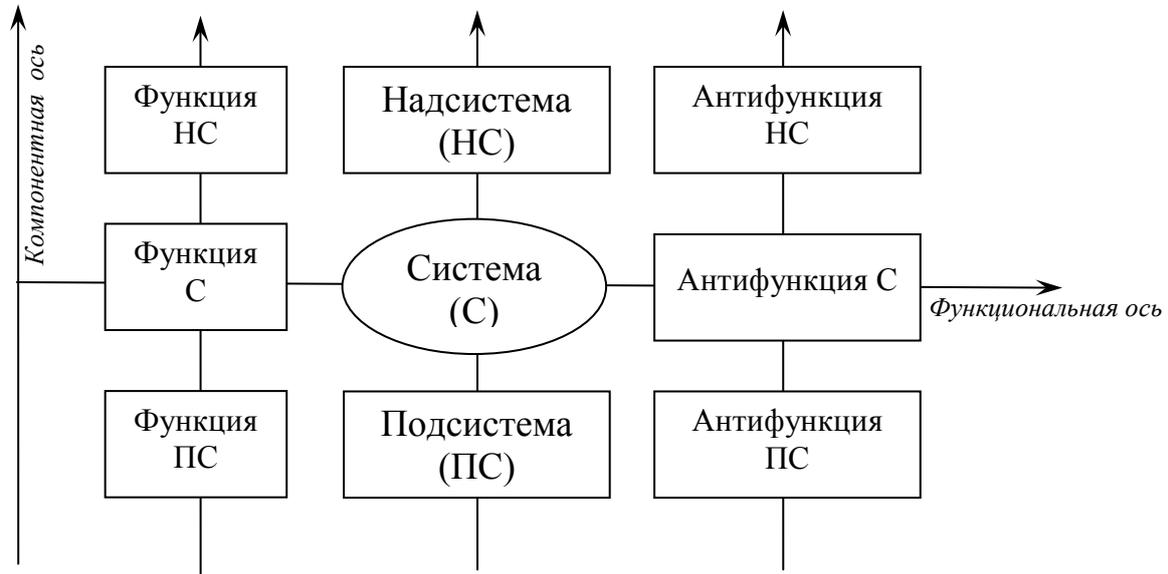


Рис. 12. Разбор системы по компонентной и функциональной осям

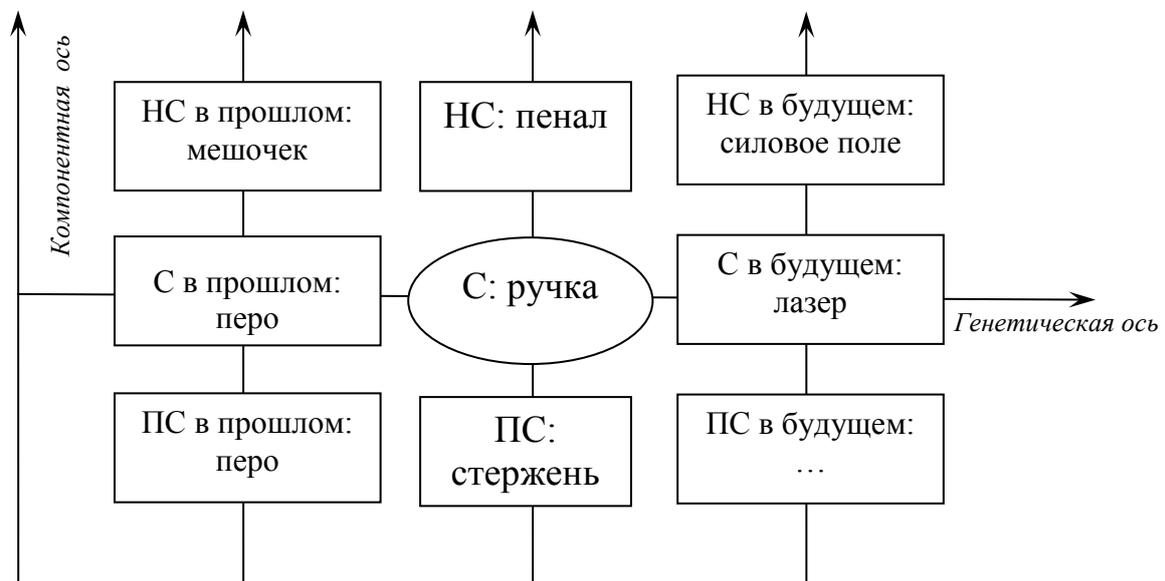


Рис. 13. Разбор системы по генетической и компонентной осям

В системном операторе существует такое понятие, как конкурирующая (альтернативная) система. Это другие системы, выполняющие ту же самую функцию. Кроме стола, бумагу может поддерживать коленка, чья-то спина, доска объявлений и т.д.

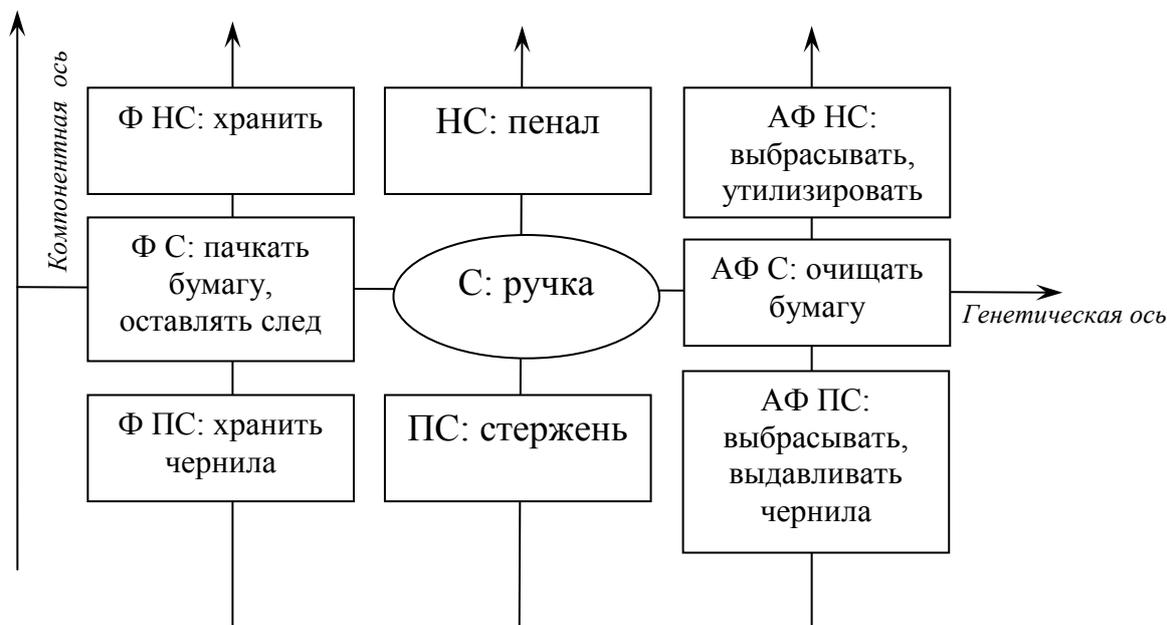


Рис. 14. Разбор системы по функциональной и компонентной осям

В соответствии с тем, что существуют понятия осей в системном операторе, производится разбор исследуемого объекта или системы в координатной плоскости, которую образуют собой данные оси.

Например, в качестве системы рассмотрим авторучку. Составим для данного объекта две координатных плоскости по образу тех, что были приведены выше (рис. 13, 14).

Из данного примера становится очевидным, что мы можем прогнозировать развитие системы исходя из ее прошлого, а также сделать полезной и необходимой даже антифункцию, что само по себе изначально содержало накую парадоксальность.

Пример 1

В Народной Республике Бангладеш, как утверждает статистика, 13 млн финиковых пальм. За сезон каждая пальма может дать 240 л сладкого сока, идущего на изготовление пальмового сахара. Но для сбора сока надо сделать надрез на стволе под самой кроной. А это 20 м высоты! Задачу предложили фирме, выпускающей сельскохозяйственные машины и механизмы. Специалисты попробовали «альпинистский способ» – человек поднимается, вырубая ступеньки на стволе. Способ оказался непригодным: много ступенек – дерево погибает, мало ступенек – трудно подниматься. Начали проектировать нечто вроде пожарной машины с раздвижной лестницей. Каково же было удивление проектировщиков, когда они узнали, что бангладешские крестьяне обладают секретом, позволяющим легко подниматься на пальму без всяких машин...

Задача не решается, если включен только экран 1. Но стоит совместно рассмотреть экраны 1 и 4, как решение становится очевидным. На экране 4 – маленькая пальма. Сока она еще не дает, но на ней легко можно сделать зарубку – будущую

ступеньку. От одной-двух зарубок дерево не погибнет. На следующий год – еще несколько зарубок. И к тому времени, когда дерево вырастет и будет способно давать сок, на стволе окажется готовая лестница.

Другое решение просматривается при включении экрана 2. К одному дереву надо приставлять лестницу. Но если рядом растут два дерева, их стволы – почти готовая лестница, не хватает только веревочных перекладин...

Пример 2

Стационарные морские буровые установки представляют собой платформу, которая стоит на трех или четырех опорах-сваях, закрепленных на дне моря. Платформа достаточно высоко поднята над уровнем моря и несет на себе буровые станки, дизельные и компрессорные установки, каюты для обслуживающего персонала и все другие необходимые устройства. Такие буровые установки начинают все шире применяться в северных морях. Но если летом они работают нормально, то зимой возникает масса проблем. Главная из них – это обрастание платформы и ее опор льдом. Переохлажденные морские волны образуют на опорах многотонные ледяные глыбы, которые приходится ежедневно сбивать. Это очень трудная и опасная работа. Кроме того, ледяной покров моря под действием приливных сил постоянно «дышит», перемещаясь то вверх, то вниз. Если он захватит опоры платформы, возможна аварийная ситуация.

Был объявлен конкурс на лучшую машину, которая скалывала бы лед с опор платформы. Появились десятки конструкций с ломами, граблями, скребками и прочими штуковинами. Некоторые из них были даже изготовлены. Их единственный недостаток состоял в том, что они не работали. Дело в том, что скалывающие органы в виде лома быстро обрастали глыбой льда и бесполезно елозили рядом с опорой.

А в одном из американских патентов предлагалось вокруг платформы и каждой ее опоры разместить специальные механизмы в виде самоходных фрез. Устройство снабжалось мощными электродвигателями, которые круглосуточно вращали гигантские фрезы, строгачи льды. Это было хотя и запатентованное, но некрасивое, энергоемкое и сложное решение проблемы в лоб. Известно, что лед по прочности почти одинаков с бетоном и, чтобы строгать его, потребуются колоссальные мощности.

Если проанализировать предлагаемые конструкции, то станет очевидным, что все они «крушат» следствия, но не причину. Лед нужно рушить, пока он тонкий, а лучше вообще не допускать его образования на поверхности опоры.

Но для этого нужна тепловая энергия. Где же ее взять? Оказывается, она в избытке имеется в надсистеме. Дизельные двигатели, стоящие на платформе и вращающие буровой инструмент, выбрасывают бесполезно в воздух десятки кубометров раскаленных выхлопных газов. Остается только опустить выхлопную трубу в воду рядом с опорой — и проблема решена. Выхлопные газы, поднимаясь вверх, не только обогревают опоры, но и, лопаясь на поверхности воды, постоянно перемешивают ее, не давая возможности образоваться монолитному льду. Если даже лед образуется, он будет весь пропитан выхлопными газами и представлять собой совершенно неопасную рыхлую массу. И хотя в результате мощность двигателя, стоящего на платформе, несколько теряется, выигрыш несомненен.

Пример 3

Синтетическая одежда прилипает к телу. Даже беглый проход по вертикали – (капроновые колготки в совокупности с синтетической юбкой или брюками образуют надсистему, имеющую нежелательную связь в виде электризации при трении входящих в системы подсистем – синтетических волокон. Далее несложен ло-

гичный “выход” не только на применение антистатиков, но и на другие варианты, например, обеспечение электризации одежды взаимоотталкивающимися зарядами одного знака, применение электропроводного искусственного волокна. Если же обратить вред в пользу, то можно использовать статическое электричество при разработке моделей одежды с пользой, целенаправленно (например, отталкивание пыли, грязи, делающее одежду незагрязняющейся). Кроме того, стоит посмотреть, где еще в быту можно использовать слабо электропроводные материалы.

Пример 4

Автор писатель-фантаст Г. Альтов.

В 1951 году я решил взяться за какую-нибудь большую и трудную изобретательскую задачу. Перебрав несколько, остановился на такой: как без жесткого скафандра – с простым прибором – добраться до дна океана на 10–11 километров в глубину. Эта задача показалась мне подходящей, ибо она относилась к знакомой области (можно было думать над задачей, почти не обращаясь к книгам, после заявки на а.с. №111144, она считалась настолько нерешимой, что ее даже не ставили (так что было много времени на решение – никто не наступал на пятки), она была исключительно трудна, поэтому привлекательна, романтична (заманчиво было доказать, что невозможное возможно).

Основная заповедь конструирования подводных дыхательных приборов (кроме жестких скафандров, в которых человек находится под нормальным давлением), состоит в том, что давление вдыхаемого-выдыхаемого воздуха должно быть равно внешнему. Дыхательные мышцы слабы, если давление наружное хотя бы на 100 ГПа выше давления воздуха, идущего на дыхание, дышать невозможно. Опуститесь на глубину в один метр и попробуйте дышать через трубочку – ничего не получится. Технически не трудно обеспечить равенство давлений – при подаче из баллона, где давление 200–300 атмосфер, в резиновый дыхательный мешок или через редуктор. Поэтому, видимо, никто не обращал внимание на принцип равенства давлений: его учитывали – и только. Но теперь дыхательный прибор должен был работать на дне океана под давлением 10^5 ГПа. Это что-то вроде оператора РВС: возьмем обычный прибор, увеличим давление в 1000 раз и посмотрим, что получится.

При давлении в сотни атмосфер газ становится столь плотным, что начинает походить на жидкость. Дышать таким газом трудно из-за трения его о стенки дыхательных путей. Дыхательные мышцы не потянут такой нагрузки. Решение задач: нужно, чтобы давление газа на вдохе было чуть больше наружного, а на выдохе – чуть-чуть ниже. Тогда газ сам пойдет, мышцы будут освобождены от непосильной работы. Технически это осуществимо очень просто. Надо взять литературу по искусственному дыханию, скажем, при реанимации. «Способ» и «устройство» можно использовать и в обычных скафандрах. Почему бы несколько не облегчить работу и тем, кто опускается на глубину до 100 метров? До сих пор таких устройств нет.

Кислород, азот, гелий, водород на любых глубинах остаются газами – у них очень низкие критические температуры, без глубокого охлаждения их в жидкость не превратить. Однако, вдохнув смесь кислорода и гелия, человек выдыхает ее с примесью нескольких процентов углекислого газа, который очень легко сжижается. Критическое давление у него 74000 ГПа, что соответствует глубине 730 метров. Сначала мысли были только об обеспечении человека кислородом, теперь я переключился на обдумывание «выдыхательной части». И тут сразу замаячил новый факт: при погружении CO_2 перестает быть газом. Конденсация его может произойти прямо в теле человека... снегопад внутри человека! «Снежная болезнь», чем-то обратная кессонной. Ничего от этого хорошего быть не может. Но оказалось, что критическая температура для

CO_2 , равна 31°C , то есть внутри тела человека он остается газом. Но вне организма выдохнутая смесь газов охладится (кругом сколько угодно холодной воды), и углекислый газ перейдет в жидкую или твердую фазу. Смесь очистится, ее можно будет снова использовать для дыхания. Дыхательный прибор состоит из двух подсистем: одна - подает кислород, другая – убирает CO_2 . В аквалангах только первая подсистема, выдыхаемый воздух выбрасывается (хотя в нем только 4% CO_2), поэтому у них быстро расходуется запас воздуха. В приборах с замкнутым циклом выдыхаемый воздух идет в поглотительный патрон с гидроксидом калия или с гидроксидом лития. Патроны тяжелы, громоздки, их работу трудно контролировать. Кстати, в подводных лодках тех времен воздух очищали тоже химическим путем: отчетливо представились заявки на «способ» и «устройство» для очистки воздуха.

В воздухе внутри подводной лодки или скафандра могут быть и другие вредные газы (аммиак, сероводород), которые тоже легко сжижаются под давлением. Отчетливо представилась критическая глубина, разная для каждого газа: выше этой глубины пузырек газа остается газом и всплывает, а ниже превращается в капельку жидкости и тонет, впрочем, иногда не тонет, если плотность образовавшейся жидкости меньше единицы. Оказалось, что при критическом давлении и при критической температуре у большинства сжиженных газов очень невысокая плотность. За редким исключением: у ксенона в этих условиях плотность больше единицы, его капельки будут тонуть. Но ведь вода – самая несжимаемая из всех жидкостей, это одна из ее аномалий. Значит, если возникшую капельку опустить еще ниже (до второй критической глубины), ее плотность станет больше плотности воды и капелька все-таки потонет. Оказалось, что есть две критические глубины, которые иногда совпадают. А главное – открытое явление распространяется не только на газы (их мало), но и на жидкости. Берем какой-нибудь спирт – на поверхности он плавает, а ниже критической глубины тонет. Правда, для спирта на Земле не хватит глубины в океане (а на других планетах?). А вот у нефти есть сорта по плотности, близкие к единице. Чуть-чуть опустить – и утонут.

На суше множество свободных выходов нефти. Если они выходят на дно океана, то может образоваться подводное озеро. Если подтолкнуть такое озеро до критической глубины, то нефть сама пойдет наверх. Тот же ксенон выделяется в толще земной коры. Почему бы ему не выделяться на дне океана? Критическая глубина для ксенона всего 500 метров. Интересно – озеро ксенона на дне. Может быть, какие-то озера неустойчивы и от подземных толчков иногда всплывают? Есть гипотеза, что иногда летчики теряют ориентировку над океаном из-за того, что «исчезла поверхность» океана из-за бурного выделения газа. А откуда могут взяться нужные для этого газы? В гипотезе туманно говорится о скоплении газа на дне и его выбросе...

Из описанного явления вытекают разные технические следствия. Некоторые из них вошли в рассказ «Подводное озеро» (опубликован в журнале «Техника молодежи», № 3 1959 г.).

Задания:

1. Вы – библиотекарь. У вас сотни активных читателей, которые ежедневно приходят за новыми книгами. Здание библиотеки старое, и потребовался его ремонт. Нужно переезжать в новое здание, но у вас нет ни автомобилей для перевозки книг, ни средств, чтобы оплатить работу грузчиков. Как быть?

2. Вы поехали на рыбалку и вынуждены были остановиться на проселочной дороге, так как спустило одно колесо. Дело привычное. Вы отвернули четыре гайки, которые крепят колесо к оси, аккуратно положили их на обочину дороги и пошли к багажнику, чтобы достать запасное колесо. В этот момент местный лихач-мотоциклист, объезжая вас, наехал на лежащие гайки и расшвырял их в стороны. Как отыскать их в густой траве?

3. Однажды к изобретателю пришел тренер по скоростному спуску на лыжах и попросил помощи. Дело в том, что он подготавливал новую тренировочную трассу скоростного спуска. По международным правилам поверхность этой трассы должна быть покрыта корочкой льда. Для этого трассу увлажняют водой. Тренер приобрел насос, поставил его на берегу речки, подключил к электролинии и протянул на гору шланг. Но насос оказался маломощным, и вода не поднималась выше середины трассы. Тогда поставили более мощный насос, но вода снова не достигала вершины трассы, так как она просто замерзала в шланге, не доходя до выходного отверстия. Что вы посоветуете тренеру?

4. Создана очень красивая коллекция одежды для маленьких мальчиков, украшенная кружевами. Как к ней отнесутся дети?

5. Есть катер, на котором поставлен абсолютный рекорд скорости. Он имеет идеальную форму, лучшие двигатели. Как установить новый рекорд, намного (на 100 – 200 км/ч) превышающий его скорость?

6. Около пульсирующей звезды вращается планета, на которой есть жизнь и разумные существа. Ритм жизни задается пульсациями звезды, которые протекают так: 20 мин звезда вовсе не светит, потом в течение минуты следуют через равные интервалы 10 вспышек, причем каждая вспышка длится 1 с. Во время вспышек звезда светит, как солнце у нас. Как развиваются жизнь и техника на такой планете?

7. Представьте себе, что на Земле исчезли все металлы. Вся техника основана на применении дерева и живых организмов. Каковы: энергосистема, воздушный и наземный транспорт, освещение? Как идет добыча полезных ископаемых – нефти и угля?

8. Известно, что полюса земли медленно перемещаются. Допустим, что в наши дни некий катаклизм неожиданно сместил Северный полюс в район Парижа. Как будет происходить дальнейшее развитие техники – градостроительство, машиностроение, транспорт и пр.?

9. Представьте себе планету, на которой нет постоянных химических элементов. Непрерывные ядерные реакции (не будем обсуждать их возможность) приводят к тому, что предмет, сделанный из железа, завтра окажется хромовым, а алмаз превратится в смесь ртути с серной кислотой

и растечется. Постоянны только живые существа и растения - почему? На чем будет основана техника на такой планете? Как она будет развиваться? Где там живут, как производят энергию, оборудование?

10. Все механизмы и системы, работа которых прямо или косвенно построена на действии силы тяжести, переконструируйте на работу в невесомости.

11. Группу людей, решивших отдохнуть и искупаться в голем виде, похитили инопланетяне. У людей нет ничего, даже зубных пломб, что они могли бы предъявить как признак цивилизации. Инопланетяне не люди, а например, осьминоги. Как дать им понять, что люди – разумные существа?..

МЕТОД ЭТАЖНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Многие идеи, в том числе сказочные и фантастические, можно расположить по некоей четырехэтажной схеме.

Метод этажного конструирования – это метод активизации мышления, основанный на системном подходе к исследуемому объекту с целью выявления этапов его формирования и развития.

1 этаж: один объект (первая подводная лодка «Наутилус»; одна космическая ракета; один волшебник и т.д.).

2 этаж: много объектов (подводные флоты; эскадрильи звездолетов; мир, заселенный одними волшебниками, и пр.).

3 этаж: достижение данной цели без объектов (море, прорезанное подводными туннелями; транспортировка и связь без звездолетов через «нуль-пространство»; чудеса без магии и пр.).

4 этаж: ситуация, когда отсутствует необходимость в достижении данной цели (моря давно пересохли; звездные города – шаровые скопления звезд, сближенных до расстояний, сравнимых с межпланетными).

Возможно два варианта работы по методу четырехэтажного конструирования:

А. Выберите цель, которую хотите достичь, например, средствами фантастики. Выберите объект реальный или вымышленный, с помощью которого может быть достигнута выбранная цель, и преобразуйте объект при помощи данного алгоритма. Если цель сформулирована четко, объект выбран необыденный – то и идеи получатся эффективные.

Б. Выбирается готовый, уже существующий объект, определяется цель, которую достигают, применяя его. Далее объект преобразуется при помощи алгоритма, при этом прогнозируются изменения, которые произойдут в природе и обществе.

Алгоритм для конструирования новых идей

1. Выберите один объект. Оцените принцип его действия, его осуществимость. Обоснуйте его использование для достижения поставленной цели.
2. Используйте много объектов, дающих в совокупности новый эффект (два, несколько, очень много, бесконечно много...).
3. Попробуйте достигнуть той же цели без применения данных объектов.
4. Представьте ситуацию, когда нет необходимости в достижении данной цели.
5. На всех этажах можно формулировать и решать возникающие задачи. Стоит подумать: нельзя ли применить полученные решения здесь, в наше время?

Пример 1

Цель: проникновение в недра, передвижение в недрах. Объект – подземоход. Может строить туннели, добывать полезные ископаемые, использоваться для научных исследований.

1 этаж: один подземоход. Г. Адамов «Победители недр», В. Фрадкин «Пленники пылающей бездны».

2 этаж: много подземоходов. Даже слишком много... Они выпускаются как легковые автомобили. Аварии и столкновения подземоходов. Проблемы связи. Способы проведения спасательных работ. Правила подземного движения... Как легковые автомобили загрязняют окружающую среду, так и подземоходы загрязняют и разрушают недра... Вплоть до провоцирования землетрясений и извержений вулканов...

3 этаж. Проникать в недра, передвигаться в них человек должен сам, без всяких оболочек. Пусть недра для человека как воздух. Г. Гаррисон «Проникающий в недра», Ф. Браун «Планетат – безумная планета».

4 этаж. Вообще не нужно проникать в недра. Например, их уже не осталось, под земной корой пустота...

Пример 2

Объект – револьвер. Цель – поразить врага «карманным» оружием, на расстоянии до ста метров, т.е. обеспечить собственную безопасность за счет увеличения своей опасности для других.

1 этаж. Во всем мире есть только один револьвер. Марк Твен «Янки при дворе короля Артура». Вооруженный револьвером герой легко расправляется с целым отрядом рыцарей...

2 этаж. Много револьверов. Сюда относятся все вестерны. Герои палят друг в друга...

3 этаж. Возможны два варианта. А) Пускать в ход револьвер не имеет смысла. Он неэффективен против монстра размером с астероид. Б) Герой опасен и так. Ему не нужно оружие. Р. Хайлайн «Чужак среди чужих». Герой может усилием воли аннигилировать что угодно, вплоть до планеты...

4 этаж. Ни от кого защищаться не нужно, человек никогда не сделает зла другому человеку. И. Ефремов. «Туманность Андромеды».

Пример 3

Объект - свадебное платье. Цель - реализация игровой потребности «Я-невеста».

1 этаж. Этот объект мы прекрасно представляем. Оно может быть любого дизайна, даже иногда - довольно экзотического, выбор его может оказаться смыслом деятельности человека в определенный период жизни, невеста тратит перед свадьбой практически все время и большие средства на подбор свадебного туалета.

2 этаж. А если в одном месте окажется МНОГО свадебных платьев близкого фасона и дизайна? В ЗАГСЕ ожидают своей очереди невесты, одетые в совершенно одинаковые платья... Может в этом случае платье быть серийным – такое легче шить, и одновременно - совершенно оригинальным, чтобы выделить невесту? – Отсюда - идеи индивидуально трансформирующихся платьев или элементов в них.

3 этаж – достижение целей без объектов – вдруг свадебные платья вышли из моды. Как будут одеваться невесты? Как и чем они выразят игровую потребность? Предложения: макияж, украшения, прическа, аксессуары.

4 этаж – когда не играют свадьбы. Почему? Ваши предположения о жизни, обычаях и брачно - семейных отношениях в далеком будущем. Может быть, там будет принята регистрация по почте или через Интернет. Г. Гаррисон «Стальная крыса».

Задания:

1. Объект – память. Цель – хранение информации.
2. Объект – скафандр. Цель – изоляция человека от окружающей среды.
3. Цель – исследование океанских глубин. Объект выберите сами. Как будет идти освоение океана?
4. Цель – массовое производство всех предметов, необходимых человеку. Выберите объект, примените алгоритм. Например: гвоздь, кисть, тетрадь, учитель, дом, алфавит, число, круг, соль, музыка.
5. Объект орган чувств. Какой угодно. Определите цели. Примените алгоритм для получения новых идей.
6. Цель – возвращение или охрана здоровья людей. Выберите объект, примените алгоритм.

КОНСТРУИРОВАНИЕ НОВЫХ ИДЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ПРИЕМОВ ФАНТАЗИРОВАНИЯ

При исследовании нескольких тысяч фантастических идей Г.С. Альтшуллером были выявлены приемы фантазирования, аналогичные приемам разрешения технических противоречий из теории решения изобретательских задач, позволяющие из реальных житейских фактов получать факты фантастические [1].

Приемы фантазирования – это способы изменения фантастической ситуации (фантастического объекта) путем определенного воздействия на нее в целом или ее элемент (свойство, характеристику, параметр) в частности [22].

1. Прием дробления – объединения: разделить объект (факт, утверждение) на составные части (вплоть до атомов) или объединить несколько объектов (свойств, фактов) на одном носителе. Разделенные на составные части объекты можно снова собирать, придавая каждой частице функцию оригинала и наоборот.

2. Прием наоборот: изменить какое-то качество, свойство объекта, факта (или сам факт) на противоположное.

3. Прием ускорения – замедления: ускорить (или замедлить) действие объекта так, чтобы появилось новое качество.

4. Прием увеличения – уменьшения: объект или факт изменить во много раз так, чтобы появилось новое качество. Этот прием достаточно популярен.

5. Прием универсализации – ограничения. Сделать факт или объект универсальным настолько, чтобы его действие распространялось на большой класс явлений, или наоборот: ввести предельные ограничения.

6. Прием уничтожения – возрождения. Если у объекта есть какое-то свойство – уничтожить его, если какого-то свойства нет – ввести.

7. Прием квантования. Если действие объекта было непрерывным – сделать его прерывистым, если было прерывистым – сделать непрерывным. Или перейти от повторяющихся элементов в структуре объекта к неповторяющимся.

8. Прием динамичность – статичность. Если факт (объект) статичен – сделать его изменчивым, если изменчив – сделать статичным.

9. Прием изменения свойств. Изменить наименее изменяемое свойство объекта или среды, в которой он существует.

10. Прием вынесения – внесения. Какую-нибудь функцию объекта перенести к другому или наш объект перевести в совершенно другой класс явлений. Либо придать объекту свойство, которого у него нет.

11. Приписать неживому объекту свойства живого и наоборот.

12. Изменить законы природы, управляющие движением, существованием, функционированием данного объекта.

13. Изменить существенные связи между частями объекта или между разными объектами.

Примечание: Если какой-то прием, применимый к выбранному объекту, не дает нового эффекта, то можно применить прием к среде, окружающей объект, либо к функции объекта, цели его существования.

Пользоваться этими приемами рекомендуется по следующему **алгоритму**:

1. Выберите объект, который следует изменить.
2. Определите назначение объекта, его основные особенности и характеристики.
3. Выберите прием из списка.
4. Из составленного на шаге 2 списка выберите характеристику, которую будете изменять, можно изменить объект в целом.
5. Проведите изменение, выявите, какое новое качество появится в процессе изменения. Запишите ход решения, полученные идеи, возможно, – их критику.

Пример 1

Выберем факт необычный, но достаточно достоверный: над некоторыми районами земного шара иногда бесследно исчезают корабли и самолеты. Применим прием 10 – вынесение в другой класс явлений. В область информатики. Заменим океан на ЭВМ, самолеты – на информацию. Тогда окажется: в некоторых ЭВМ бесследно исчезает информация. Теперь этот псевдофакт преобразуем с помощью остальных приемов.

Прием 8 – динамичность: информация исчезает не постоянно, а время от времени. Кто-то или что-то вмешивается извне в работу тщательно охраняемого и изолированного всеми возможными средствами компьютера. Сюжет для детектива или фантастического рассказа...

Прием 2 – наоборот. Информация не исчезает, а появляется. Кто-то или что-то ее вводит. Этот информационный удар не легче предыдущего...

Прием 4 – уменьшение. Исчезает чрезвычайно малая информация. Цифра из таблицы, запятая, крошечный фрагмент изображения. Для великого открытия не хватает нескольких бит информации...

Пример 2

Молодежное кафе. Место отдыха и проведения досуга. Традиционно столики и стулья стоят на полу.

Прием 2 – наоборот. И столы и стулья подвешены к потолку. В одном варианте на цепях, как качели, в другом – на жестких подвесах. Кроме оригинального дизайна, это значительно упростит уборку помещения.

Пример 3

Одежда. Прикрывает, украшает, защищает тело человека. Ткань, из которой шьются костюмы и платья, всегда имеет равномерную плотность.

Прием 9 – изменение свойств. Нельзя ли менять плотность ткани по длине, ширине, высоте изделия? Пусть верхняя часть платья будет плотной, а книзу постепенно становится все тоньше и прозрачнее. Пример частично реализован – складки, рюши, многослойные драпировки, подкладки и т.д.

Задания:

1. Объект – свет. Примените прием «Наоборот». Опишите свойства антиламп, антисвета и пр.

2. Объект – горючее для космического корабля. Примените прием «универсализация». Опишите космический корабль.

3. Объект – фотография. Прием «Оживление». Опишите полученный фантастический объект. Какой станет фотографическая техника. А сама фотография?

4. Объект – обувь. Выберите прием и, применив его, получите новую идею обуви.

5. Объект – солнечный зайчик. Выберите прием и, применив его, получите новую идею сказки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альтов, Г. И тут появился изобретатель [Текст] / Г. Альтов. – 4-е изд. – М.: Детская литература, 2000.
2. Альтов, Г.С. Шкала «Фантазия – 2» [Текст] / Г.С. Альтов // Техника и наука. – 1983. – № 8. – С. 36–38.
3. Альтшуллер, Г.С. Крылья для Икара [Текст] / Г.С. Альтшуллер, А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1980.
4. Альтшуллер, Г.С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г.С. Альтшуллер. – 2-е изд. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.
5. Альтшуллер, Г.С. Найти идею [Текст]: введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – Новосибирск: Наука, 1986. – 209 с.
6. Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии [Текст]: теория и практика решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман [и др.]. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 324 с.
7. Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии [Текст] / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман [и др.]. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 285 с.
8. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука [Текст] / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 184 с.
9. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука [Текст] / Г.С. Альтшуллер. – 2 изд., дополн. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – 208 с.
10. Альтшуллер, Г.С. Психология изобретательского творчества [Текст] / Г.С. Альтшуллер, Р.Б. Шапиро // Вопросы психологии. – 1956. – № 6. – С. 37–49.
11. Буш, Г. Методологические основы научного управления изобретательством [Текст] / Г. Буш. – Рига: Лиесма, 1974. – С. 46–52.
12. Голубчик, Р.М. Технология творческой деятельности [Текст] / Р.М. Голубчик. – М.: Изд-во МЭИ, 1998. – 59 с.
13. Дерзкие формулы творчества [Текст] / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с.
14. Диксон, Дж. Проектирование систем [Текст] / Дж. Диксон. – М.: Мир, 1969. – 156 с.
15. Жуков, Р.Ф. Современные методы научно-технического творчества [Текст] / Р.Ф. Жуков, В.М. Петров. – Л: ИПК СП, 1980. – 88 с.
16. Злотина, Э.С. Методы научно-технического творчества [Текст] / Э.С. Злотина, В.М. Петров. – Л.: ЛДНТП, 1987. – 20 с.

17. Иванов, Г.И. Формулы творчества, или как научиться изобретать [Текст]: книга для учащихся старших классов / Г.И. Иванов. – М.: Просвещение, 1994. – 208 с.
18. Как стать еретиком [Текст] / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 365 с.
19. Меерович, М.И. Технология творческого мышления [Текст]: практическое пособие / М.И. Меерович, Л.И. Шрагина. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. – 432 с.
20. Нить в лабиринте [Текст] / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – 277 с.
21. Правила игры без правил [Текст] / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1989. – 280 с.
22. Психология творчества: развитие творческого воображения и фантазии в методологии ТРИЗ (РТВ и Ф – ТРИЗ) [Текст]: учебное пособие / под ред. М.М. Зиновкиной. – М.: Институт ИНФО, 2003. – 320 с.
23. Развитие творческого воображения. Методические указания к практикуму по ТРИЗ [Текст] / сост.: В.А. Михайлов, П.Р. Амнуэль. – Чебоксары, 1980. – 98 с.
24. Развитие творческого воображения [Текст]: методические указания к практическим работам / сост.: А.К. Гладков, А.С. Козлов, И.В. Саватеев [и др.]. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2002. – 60 с.
25. Тимофеева, Ю.Ф. Основы творческой деятельности [Текст]: учебное пособие для студентов факультета «Технология и предпринимательство» / Ю.Ф. Тимофеева. – Часть 1. – М.: Прометей, 2002. – 298 с.
26. Петров, В.Поли-гений [Электронный ресурс] / В. Петров, Э. Злотина. – Режим доступа: <http://trizinfo.by.ru/texts/altschuller.htm>.
27. Амнуэль, П. Создан для бури [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trizinfo.by.ru/texts/altov.htm>.
28. Гутер, Р.С. Лулл, или Машина Открытий [Текст] / Р.С. Гутер, Ю.Г. Полунов // Химия и жизнь. – 1979. – № 9. – С. 74–77.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

АРИЗ	<i>эффективный и достаточно сложный инструмент, поэтому ознакомление с ним требует определенных затрат времени, сил и предполагает самостоятельное нахождение десятков учебных и практических задач.</i>
Веполь	<i>модель технической системы. Веполь условен и отражает только одно, но главное для данной задачи свойство системы.</i>
Вещественно-полевые ресурсы	<i>это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов: внутрисистемные, внешнесистемные, надсистемные.</i>
Изобретательская задача	<i>обычная задача переходит в разряд изобретательских в тех случаях, когда необходимым условием ее решения является устранение технического противоречия.</i>
Технические противоречия	<i>отражают конфликт между частями или свойствами системы или «межранговый» конфликт системы с надсистемой, системы с подсистемой. Изобретательской ситуации присуща группа ТП, поэтому выбор одного противоречия из этой группы равносителен переходу от ситуации к задаче.</i>
Система	<i>некоторое множество взаимосвязанных элементов, обладающее свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов. Понятие «система» может быть и условным, в зависимости от того, интересует нас данное системное свойство или нет.</i>
Информационный фонд ТРИЗ	<i>АРИЗ снабжен обширным и в то же время компактным информационным фондом. Центральное место в этом фонде (у современных модификаций АРИЗ) занимают стандарты и «Указатель применения физических эффектов и явлений». Банк физических, химических эффектов и др.</i>

Административное противоречие	<i>как правило, административное противоречие лежит на виду, во всяком случае, его легко сформулировать, причем, особой точности не требуется: как бы точно мы ни сформулировали административное противоречие, процесс решения от этого не облегчится.</i>
Идеальный конечный результат	<i>это ситуация, когда нужное действие получается без каких-либо затрат (потерь), усложнений и нежелательных эффектов.</i>
Ресурсы	<i>В основе красивых и эффективных решений лежат Ресурсы, уже имеющиеся в нашей Системе: то есть мы ничего не добавляем извне, а результат достигается. Так, решая простую задачу, зачастую достаточно лишь поискать нужный Ресурс.</i>

ТИПОВЫЕ ПРИЕМЫ РАЗРЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

1. Принцип дробления

- а) разделить объект на независимые части;
- б) выполнить объект разборным;
- в) увеличить степень дробления объекта.

Фирма SP Германия изготавливает светящиеся буквы и знаки для автострад не из стеклянных шариков, а из стеклянной пыли. Нпыление осуществляют по трафарету [ИР 6-1982,с.35].

2. Принцип вынесения

Отделить от объекта мешающую часть(мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство). В отличие от предыдущего приема, состоящего в делении объекта на одинаковые части, здесь имеется в виду разделение объекта на разные части.

Для освещения больших открытых пространств (карьеров, стройплощадок) над освещаемой площадкой с помощью аэростата поднимают только отражатель из зеркального листового алюминия, а мощный световой источник монтируют на земле [А.С.245.704].

3. Принцип местного качества

- а) перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной;
- б) придать разным частям объекта различные функции;
- в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы.

Для того чтобы при сушке зерна риса не трескались, рис перед сушкой разделяют по крупности на фракции, каждую из которых сушат отдельно по оптимальному режиму [А.С.280.328].

4. Принцип асимметрии

- а) перейти от симметричной формы объекта к асимметричной;
- б) если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

С целью увеличения пропускной способности в воронке для транспортировки сыпучих грузов, ось цилиндрического отводного канала смещена относительно оси конусной части на расстояние $0,35-0,5$ диаметра канала [А.С.1 004 212].

5. Принцип объединения

- а) соединить однородные или предназначенные для подобных операций объекты;

б) объединить во времени однородные или смежные операции.

Бульдозерный отвал закреплен между двумя тракторами – передним ведущим и задним ведомым. Сцепкой управляет один бульдозерист. [ИР 1980, МИ 0622].

При сварке толстых стальных листов электроды располагают один за другим, при этом сварочный ток у каждого последующего электрода и глубина его погружения в разделку кромок должны быть больше, чем у предыдущего [А.С.546 445].

6. Принцип универсальности

Объекту придают несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

Обычно перед операцией травления детали машин обезжиривают, на что уходит время. Изобретен раствор, выполняющий обе операции одновременно [А.С.800 241].

7. Принцип «матрешки»

а) один объект размещен внутри другого, который, в свою очередь, может находиться внутри третьего и т.д.;

б) один объект проходит сквозь полости в другом объекте.

Коаксиальный шланг для заправки автомобилей, предотвращающий потери бензина в окружающую среду из-за испарения: по внутреннему подается бензин, по наружному отсасываются пары [ИР 8-1981, с.38].

С целью уменьшения габаритов и повышения КПД двигателя предложено устанавливать гребные винты так, чтобы лопасти одного вращались между лопастями другого [А.С.846 395].

8. Принцип «антивеса»

а) компенсировать вес объекта соединением с другим, обладающим подъемной силой;

б) компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро- и гидродинамических сил).

Опоры тяжело нагруженных конвейеров устанавливают на поплавки, помещенные в резервуары с жидкостью [А.С.796 097].

9. Принцип предварительного антидействия

а) заранее придать объекту напряжение, противоположное недопустимому или нежелательному рабочему напряжению;

б) если по условиям задачи необходимо совершить какое-то действие, надо заранее совершить антидействие.

Для повышения прочности витых стальных пружин их изготавливают следующим образом: заготовку предварительно растягивают, скручивают, снова растягивают, навивают и закалывают [А.С.688 528].

Для того чтобы чашечный резец не вибрировал в процессе резания, его предварительно нагружают усилиями, близкими по величине и направленными противоположно усилиям, возникающим в процессе резания [А.С.536 866].

10. Принцип предварительного действия

а) заранее выполнить требуемое действие полностью или хотя бы частично;

б) заранее расположить объекты так, чтобы они могли вступить во взаимодействие без затраты времени на доставку.

Для озеленения откосов земляных сооружений на поверхность укладывают замороженные плиты из питательной среды, содержащей семена растений. Весной плиты оттаивают и корни проросших трав скрепляют их между собой и с подстилающей земляной поверхностью [А.С.876855].

11. Принцип «заранее подложенной подушки»

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными антиаварийными средствами.

С целью ограничения момента затяжки болтов предложено скреплять головку ключа с рукояткой тонкой проволокой. При определенном усилии затяжки проволока рвется [А.С.712 242].

Для обнаружения затонувшего удилица к нему заранее посредством растворимого клея крепится поплавок, соединенный с удилицем отрезком лески; при падении в воду клей растворяется и поплавок всплывает на поверхность, обозначая местонахождение затонувшего предмета [Пат.США 3 624 849].

12. Принцип эквипотенциальности

Расположить объекты так, чтобы не приходилось поднимать или опускать их в процессе работы.

Трейлер не поднимает груз на платформу, а въезжает под скобу, на которой заранее гидродъемником поднят груз [А.С.110 661].

13. Принцип «наоборот»

а) вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;

б) сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную – движущейся;

в) перевернуть объект «вверх ногами», вывернуть его.

При нарезании резьбы резец движется от вершины профиля к подножию, при чистовой обработке – от дна впадины к вершине [А.С.642081].

14. Принцип сфероидальности

а) перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских поверхностей – к сферическим, от деталей, выполненных в виде куба и параллелепипеда, – к шаровым конструкциям;

б) использовать ролики, шарики, спирали;

в) перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу.

Для более удобного обслуживания автомобилей при техобслуживании взамен конвейерной линии, вытянутой в прямую линию, предложена карусель [А.С.698 810].

Для обеспечения возможности перемещения транспортного средства в любом направлении предложены опоры в форме шара [А.С.781 093].

15. Принцип динамичности

а) менять характеристики объекта или внешней среды так, чтобы они были оптимальными в каждый момент работы;

б) разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга;

в) заменить неподвижный объект подвижным.

Бульдозерный отвал в виде упругой ленты, которая в процессе работы способна изменять свою форму, приспособляясь к различным условиям эксплуатации [А.С.692 943].

16. Принцип частичного или избыточного действия

Если трудно получить 100% требуемого эффекта, проще получить «чуть меньше» или «чуть больше» – принцип колуна.

При плазменно-дуговой резке металлов с целью обеспечения гарантированного прорезания металла при отсутствии возможности визуального наблюдения за процессом при изменении скорости резки, процесс ведут с постоянной величиной напряжения на дуге, соответствующей максимальной длине дугового промежутка, т.е., чтобы резать с «гарантией», дугу включают на полную мощность [А.С.239458].

17. Переход в другое измерение

а) заменить движение или размещение объекта по прямой линии перемещением в двух измерениях по плоскости или в трех измерениях;

б) использовать многоэтажную компоновку объектов;

в) наклонить объект или положить его «набок»;

г) использовать обратную (тыльную) сторону объекта.

Новая конструкция лодочной станции – элинглифт, в котором лодки хранятся в вертикальном положении.

Двухъярусная пила, у которой зубья нижнего яруса разведены больше верхних, чисто режет волокнистые материалы [А.С.213 619].

18. Использование механических колебаний

а) привести объект в колебательное движение;

б) увеличить частоту колебаний объекта вплоть до ультразвуковой;

в) использовать резонансную частоту.

УЗ-колебания, наложенные на поток перекачиваемой жидкости, снижают межмолекулярное сцепление в потоке и трение о стенку [А.С.500 383].

19. Принцип периодического действия

а) перейти от непрерывного к периодическому, импульсному действию;

б) изменить периодичность действия;

в) использовать паузы между импульсами для другого действия.

Высокое напряжение на электроды электрофильтра подают в импульсном режиме. В перерывах между импульсами слой пыли падает с электродов под действием собственного веса [А.С.548 315].

20. Принцип непрерывности полезного действия

- а) вести работу непрерывно, с полной нагрузкой;
- б) устранить холостые и промежуточные ходы.

Плуг, на раме которого установлены левосторонний и правосторонний отвалы. Пропахав ряд, тракторист из кабины поворачивает раму и движется в обратном направлении, сохраняя направление отвалов [ИР 2-1982, с. 31].

21. Принцип проскока

Вести процесс или отдельные его этапы (вредные или опасные) на большей скорости.

Для повышения содержания водорастворимой формы бора разложение бормагнезевых руд ведут термообработкой в плазме при 2000–3000 град. С в течение 0,006-0,010 с [А.С.1 057 421].

22. Принцип «обратить вред в пользу»

- а) использовать вредные факторы для получения полезного эффекта;
- б) устранить вредный фактор сложением с другим вредным фактором;
- в) усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

Очистку отходящих газов от кислых компонентов путем абсорбции проводят щелочными сточными водами гидрошлако-золоудаления тепловых электрических станций [А.С.738 645].

23. Принцип обратной связи

- а) ввести обратную связь;
- б) если обратная связь есть, изменить ее.

При автоматическом регулировании процесса точечной сварки сварочный ток изменяют прямо пропорционально величине акустической проводимости зоны сварки [А.С.265 320].

24. Принцип посредника

- а) использовать промежуточный объект, передающий действие;
- б) на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект.

Соединение разнородных металлов, например, меди и алюминия, осуществляют, используя промежуточные прокладки, хорошо свариваемые между собой и со взятыми металлами [Пат.США 3 551 998].

Для уменьшения брака, вызванного поверхностными трещинами при изготовлении шариков из высоко легированных сталей с помощью штамповки, заготовку помещают в оболочку из малоуглеродистой стали; после штамповки оболочка уходит в облом [А.С.606 674].

25. Принцип самообслуживания

- а) объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные операции;
- б) использовать отходы.

В пустотелую ось звездочек пластинчатого конвейера встроен приводной шнек, который очищает механизм от просыпающегося материала [ИР 2-1980, МИ 0227].

26. Принцип копирования

а) вместо сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии;

б) заменить объект его оптической копией – изображением, изменяя при этом масштаб;

в) использовать инфракрасные или ультрафиолетовые изображения.

Для четкой локализации болезненного очага в организме предложена система тонких рентгеноконтрастных линеек, образующих сетку. При рентгеноскопии пациента помещают перед этой сеткой, и местоположение очага становится четко определяемым [А.С.567 444].

С целью экономии электроэнергии и сварочной проволоки при обучении сварщиков вместо электрода используют тюбик с окрашенным веществом, которым обучаемый выводит на картоне швы [ИР 10-1982, МИ 1008].

27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности

Заменить дорогой и долговечный объект набором дешевых, разовых объектов.

В США создано дорожное полотно, которое прокладывается по болотам и другим труднопроходимым местам для наведения временных дорог; покрытие, разматываемое с рулонов, достаточно прочно, чтобы по нему прошла колонна грузовиков [ИР 8-1982, с.32].

28. Замена механической системы

а) заменить механическую систему связи между объектами оптической, акустической или «запаховой»;

б) использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;

в) перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к изменяемым во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру, использовать магнитное поле в сочетании с ферромагнитными веществами.

Сигнализатор засоренности топливного фильтра: в момент засоренности в кабине водителя возникает резкий запах [А.С.520 113].

На поверхности шлифовального круга и на детали создают одинаковые по знаку и по величине электрические потенциалы, при этом шлифовальный круг не засаливается [А.С.562 418].

29. Использование пневмо- и гидроконструкций

Вместо твердых конструкций использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку.

Опрокидыватель-кантователь из воздушных мешков, раскрывающийся при надувании, подобно вееру, в ту сторону, куда надо перекладывать груз [А.С.625 079].

Предложен способ фиксирования нефтяного пятна на водной поверхности с помощью воздушного барьера. Место разлива нефти окружают погруженными в воду перфорированными гибкими трубами и подают в них воздух. При тихой погоде такой барьер способен удерживать до 800 м³ нефти [ИР 2-1978, МИ 213].

30. Использование гибких оболочек и тонких пленок

а) вместо жестких конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки;

б) изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

В трубчатом проточном нагревателе тепловыделяющий элемент выполнен в виде токопроводящей пленки, нанесенной на поверхность изоляционной трубки, по которой протекает нагреваемая среда [А.С.188601].

Для осуществления химических реакций между жидкими компонентами в тонких движущихся пленках жидкости смешение компонентов осуществляют путем непосредственного наложения пленки одного из компонентов на пленку другого без предварительного их контакта [А.С.220 227].

31. Применение пористых материалов

а) выполнить объект или часть его пористым;

б) использовать пористость объекта, заполнив поры каким-либо веществом.

Для пайки печатных плат расплавленный припой из ванны подают с помощью капиллярного подъема по пакету металлических сеток, один конец которого погружен в ванну [А.С. 316 534].

32. Принцип изменения окраски

а) изменить окраску объекта или внешней среды;

б) изменить степень прозрачности объекта или внешней среды.

Для улучшения передачи сигнала светофора в солнечный день предложено перед фонарем светофора устанавливать устройство, состоящее из жидкокристаллической пленки, заключенной между стеклами. При выключенной лампе светофора пленка не отражает света и выглядит как матовая черная поверхность. При включении лампы на часть пленки подается электрическое поле, переориентирующее кристаллы, эта часть пленки становится прозрачной, что повышает контрастность сигнала [ИР 8-1978, МИ 0825].

33. Принцип однородности

Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала или близкого ему по свойствам.

С целью компенсации усадки изделий, получаемых методом литья в постоянной литейной форме, форму выполняют из материала, одинакового с изделием [А.С.456679].

34. Принцип отброса и регенерации частей

а) выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена или видоизменена непосредственно в ходе работы;

б) расходуемые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

Пористые изделия из тугоплавких материалов получают с помощью щетки из легкоплавкого материала. На подложку с торчащей щетиной осаждают из парогазовой смеси материал изделия и нагревают для выплавления подложки [ИР 4-1979, МИ 0418].

Чтобы при старте ракеты не пострадали чувствительные приборы, расположенные на внешней поверхности, их заключают в пенопласт, который, выполнив роль амортизатора, быстро испаряется в космосе [Пат.США 3 160 950].

35. Изменение физико-химических параметров объекта

- а) изменить агрегатное состояние объекта;
- б) изменить концентрацию или консистенцию;
- в) изменить степень гибкости.

При перевозке легковоспламеняющихся сыпучих грузов на судах в загерметизированном трюме их поверхность выравнивают, уплотняют и создают корочку, нагревая поверхностный слой груза до температуры плавления [А.С.766 953].

36. Применение фазовых переходов

Использовать явления, возникающие при фазовых переходах: изменение объема, выделение или поглощение тепла и т.п.

Домкрат из материала с памятью формы, поднимающий грузы пакетом плоских пластин, каждая из которых «помнит», что при нагревании ей следует изогнуться [А.с.840 016].

37. Применение теплового расширения – сжатия

- а) использовать тепловое расширение или сжатие материалов;
- б) использовать несколько материалов с разными коэффициентами теплового расширения.

Крыша парника из шарнирно-закрепленных труб, внутри которых находится легкорасширяющаяся жидкость. При изменении температуры смещается центр тяжести конструкции, поэтому крыша сама поднимается и опускается [А.С.463 423].

38. Применение сильных окислителей

- а) обогатить воздух кислородом;
- б) заменить обогащенный воздух чистым кислородом;
- в) воздействовать на воздух или кислород ионизирующими излучениями;
- г) использовать озон.

Для детоксикации зерна, пораженного микрофлорой и ее токсинами, зерно обрабатывают водным раствором озона в концентрации 0.05-0.20 мг/л в течение 10–40 мин, с последующей сушкой подогретым воздухом [А.С.718 072].

39. Применение инертной среды

- а) заменить обычную среду инертной;
- б) вести процесс в вакууме.

Для предотвращения взрыва при ремонтной сварке резервуаров с остатками нефтепродуктов предложено неочищенные емкости заполнять дымом (выхлопными газами ДВС) и кусками сухого льда [А.С.719824].

Фруктовый сок консервируют замораживанием и сушкой под вакуумом [А.С.971 229].

40. Применение композиционных материалов

Полимерная композиция на основе эпоксидной смолы с повышенной износостойкостью в условиях гидродинамического и абразивного воздействия наполнена корундом и стекловолокном [А.С.343 670].

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ¹

1. Цель первой части АРИЗ – переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.

Основные шаги:

- 1.1. Условия мини-задачи.
- 1.2. Конфликтующая пара: изделие и инструмент.
- 1.3. Графические схемы ТП-1 и ТП-2.
- 1.4. Определение главного производственного процесса.
- 1.5. Усиление конфликта.
- 1.6. Формулировка модели изобретательской задачи.
- 1.7. Применение системы стандартов на решение изобретательских задач.

2. Цель второй части АРИЗ – учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространства, времени, веществ и полей.

Основные шаги:

- 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).
- 2.2. Определить оперативное время.
- 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР).

3. Цель третьей части АРИЗ – сформулировать образ идеального решения (ИКР – идеальный конечный результат). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

Основные шаги:

- 3.1. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-1).
- 3.2. Усиление формулировки ИКР-1.
- 3.3. Формулировка физического противоречия на макроуровне.
- 3.4. Формулировка физического противоречия на микроуровне.
- 3.5. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-2).
- 3.6. Применение системы стандартов.

¹ Приводится сокращенный вариант алгоритма. Полный вариант можно найти на сайте <http://www.altshuller.ru/triz/ariz85v.asp>

4. Цель четвертой части АРИЗ – выполнение планомерных операций по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. Шаги 3.3.–3.5. начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

Основные шаги:

4.1. Моделирование «маленькими человечками» (ММЧ).

4.2. «Шаг назад от ИКР».

4.3. Применение смеси ресурсных веществ.

4.4. Замена имеющихся ресурсных веществ.

4.5. Применение веществ, производных от ресурсных.

4.6. Введение электрического поля.

4.7. Введение пары «поле – добавка вещества, отзывающегося на поле».

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после шага 4.7 ответа нет, надо пройти пятую часть.

5. Цель пятой части АРИЗ – использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту входа в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется – становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

Основные шаги:

5.1. Применение стандартов на решение изобретательских задач.

5.2. Применение задач-аналогов.

5.3. Приемы разрешения физических противоречий.

6. Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи – снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Например, увеличения скорости «ледокола» достигается переходом к «ледоНЕколу». Вечная «краска» оказывается не краской в буквальном смысле слова, а пузырьками газа, возникающими при электролизе. Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

Основные шаги:

6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

6.2. Если ответа нет, проверить – не является ли формулировка 1.1. сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить 1.1., выделив отдельные задачи для поочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

Пример. Задача: «Как запаивать звенья тонких и тончайших золотых цепочек? Вес 1 м такой цепочки всего 1 г. Нужен способ, позволяющий запаивать за день десятки и сотни метров цепочки». Задача разбивается на ряд подзадач:

- а) как ввести микродозы припоя в зазоры звеньев?*
- б) как обеспечить нагрев внесенных микродоз припоя без вреда для всей цепочки?*
- в) как убрать излишки припоя, если они есть?*

Главная задача – внесение микродоз припоя в зазоры.

6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4. другое ТП.

Пример. При решении задач на измерение и обнаружение выбор другого ТП часто означает отказ от усовершенствования измерительной части и изменение всей системы так, чтобы необходимость в измерении вообще отпала (стандарт 4.1.1).

Характерный пример – решение задачи о последовательной перекачке нефтепродуктов по одному нефтепроводу. При применении жидкого разделителя или прямой (без разделителя) транспортировке, задача состоит в возможно более точном контроле за составом «стыковых» участков перекачиваемых нефтепродуктов. Эта измерительная задача была превращена в «изменяющуюся»: как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью? Решение: пусть жидкости бесконтрольно смешиваются, но в конечном пункте жидкость-разделитель должна сама превращаться в газ и уходить из резервуара

6.4. Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1. и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз - с переходом к наднадсистеме и т.д.

Пример. Типичным примером является решение задачи о газотеплозащитном скафандре (подробно см.: Альтишуллер Г. С., Алгоритм изобретения, 2-е изд. М., 1973 г., с. 105–110). Первоначально была поставлена задача на создание холодильного костюма. Но обеспечить требуемую холодильную мощность при заданном весе системы оказалось физически невозможно. Задача была решена переходом к надсистеме. Создан газотеплозащитный скафандр, одновременно выполняющий функции холодильного костюма и дыхательного защитного прибора. Скафандр работает на жидком кислороде, который сначала испаряется и нагревается, обеспечивая теплоотвод, а потом идет на дыхание. Переход к надсистеме позволил в 2–3 раза увеличить допустимый весовой предел”.

7. Главная цель седьмой части АРИЗ – проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, «без ничего». Лучше потратить 2–3 часа на получение нового – более сильного – ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

Основные шаги:

7.1. Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР - имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Ввести соответствующие поправки в технический ответ.

Примечание: Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества – это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при изменении внешних условий, например, теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

7.2. Провести предварительную оценку полученного решения (в соответствии с приведенными ниже контрольными вопросами).

Контрольные вопросы:

А. Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 («Элемент сам...»)?

Б. Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?

В. Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?

Г. Годится ли решение, найденное для «одноциклового» модели задачи в реальных условиях со многими циклами?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к 1.1.

7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи – изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

Пример.

Техническая задача: как сделать, чтобы ледокол двигался в арктических льдах в несколько раз быстрее? Первый шаг алгоритма: сформулировать ИКР – идеальный конечный результат. Чего вы, собственно, добиваетесь в идеале? Чтобы корабль шел во льдах так, будто никаких льдов вовсе не существует. Шаг второй: что этому мешает? Да льды, естественно! Стоп. Льды – объективная реальность, от льдов никуда не денешься. В системе «лед–корабль» менять нужно именно ледокол, а не арктические торосы. Итак, двигаться с большой скоростью ледоколу мешает... что? Корпус, естественно. Необходимо давить и колоть лед, чтобы протолкнуть сквозь образовавшуюся полынью толстенное тело корабля.

Шаг третий: в чем причина помехи? Иными словами: почему у корабля такой широкий корпус? Это понятно: нужно ведь место для размещения груза, машин, кубриков. Никуда от этого не деться, все это нужно тащить с собой.

Так что же, задача не решается, ведь корпус — основная принадлежность ледокола, как и любого корабля? Нужно сделать четвертый шаг. Ответить на вопрос: «Как устранить помеху»? Вот здесь-то и сыграло свою роль изучение сотен тысяч изобретений. Альтшуллер уже в те годы выявил около трех десятков стандартных приемов, которые используются на четвертом шаге алгоритма. «Как устранить помеху?» Примените нужный прием, вот вам список!

У задачи о ледоколе есть красивое решение. Используется прием разделения объекта на части. Нужно разделить корпус ледокола надвое — верхнюю часть, которая будет двигаться НАДО льдами, и нижнюю, которая будет двигаться ПОДО льдами. И соединить эти две части корабля узкими, как ножи, боковинами. Только они, эти боковины, будут соприкасаться со льдом и не колоть его, как это делают ледоколы, а резать, как это делает острый нож, вонзаясь в масло. Корабль идет во льдах, не оставляя за собой привычной полыньи — только два узких ножевых следа. Многократно уменьшается сопротивление льда движению. Многократно увеличивается скорость при той же мощности двигателей...

Ледокол-нож еще не создан, но идея живет, красивая идея.

Учебное издание

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Автор-составитель Т.В. Наумова

Начальник ИИО Г.Т. Черняк

Редактор О.Ю. Гапченко

Верстка М.Р. Коптелова

Подписано в печать 24.02.2009.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Способ печати оперативный.

Усл. печ. л. 5,8. Уч-изд. л. 6,3. Заказ № 02809. Тираж 100 экз.

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический
университет им. Н.Г. Чернышевского

672007 г. Чита, ул. Бабушкина, 129