

РАЦИОНАЛИЗАТОРА  
БИБЛИОТЕКА



Г. БУШ

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
НАУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ**

БИБЛИОТЕКА РАЦИОНАЛИЗАТОРА

Г. БУШ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
НАУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛИЕСМА» РИГА 1974



Scan AAW

601  
Б948

© «Лінесма», 1974

В  $\frac{0-3-1-6}{M-801(11)-74}$  -74

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Общественные потребности людей непрерывно растут, и важнейшая роль в их удовлетворении принадлежит технике. С этим связан непрерывный рост темпов технического прогресса. В условиях научно-технической революции, усложнения технических объектов и увеличения объема информации управление техническим творчеством нельзя предоставлять случаю в надежде на то, что в ходе работы будут постепенно найдены рациональные формы управления, организации, контроля и регулирования. Управлять изобретательством в масштабе страны, ведомства, организации, творческой бригады без глубокого знания основ науки управления техническим творчеством уже сейчас трудно, а в скором будущем, видимо, станет невозможно.

Существующая практика управления изобретательством в нашей стране, система регулирования правовых и экономических отношений носят прогрессивный характер, и это явилось залогом невиданных темпов и массовости развития технического творчества в стране. Вместе с тем управление изобретательством в отдельных ведомствах, организациях и коллективах еще далеко от оптимального, огромный творческий потенциал новаторов техники и объективные возможности развития технического творчества еще используются явно недостаточно. Если, например, удастся решить вполне реальную задачу и добиться того, чтобы еще 5% рационализаторов страны решали технические задачи на уровне изобретения, то количество технических решений, превосходящих мировой уровень техники, в нашей стране увеличится почти в десять раз.

Наука об управлении в последнее время развивается бурно. Поэтому необходимы конкретные исследования многообразных и сложных управленческих отношений в этой области с последующей разработкой практических рекомендаций. Важно преодолеть чисто прагматический подход и односторонность в исследовании проблем управления изобретательством. Наука об управлении изобретательством — это комплексная дисциплина, результат интеграции разных наук.

Для практики особое значение имеет методология научного управления техническим творчеством. Однако именно эта тема менее других освещена в литературе. До самого последнего времени изобретательство изучалось главным образом с точки зрения его результатов или с позиции патентоведения.

Задачи опережения мирового технического уровня лучших изделий, поставленные перед нашим народом, рост производительных сил общества, существенное сокращение разрыва между общественными потребностями и техническими возможностями их удовлетворения, значительное расширение масштабов творческой деятельности в области техники — таковы условия, в которых происходит пересмотр методологии научного управления изобретательством.

Задача предлагаемой брошюры — показать существо управления изобретательством и его возможности, иллюстрировать это изложением практических методов и рекомендаций. К числу методологических проблем, затрагиваемых в брошюре, относятся: выявление и методологический анализ общих принципов управления изобретательством и управления малыми изобретательскими группами в частности, детерминирующая роль общественных потребностей в развитии изобретательства, стратегические и тактические средства управления процессом создания изобретений, а также правила, принципы и методы обучения техническому творчеству. Брошюра отнюдь не претендует на полное изложение вопросов методологии научного управления изобретательством. Практически за пределами рассмотрения остались многие методологические вопросы организации технического творчества, связанные, например, с внедрением изобретений, с поиском решений, с юридическим и экономическим регули-

рованием изобретательства. При выборе аспектов рассмотрения учитывалось, что по некоторым методологическим вопросам, как например, по вопросам юридического регулирования, экономического стимулирования, существуют серьезные исследования, которые содержат обоснованные методологические рекомендации, тогда как по таким вопросам, как например, методика обучения техническому творчеству, почти полностью отсутствуют не только исследования, но даже обобщение практического опыта. Здесь обучение изобретательству рассматривается как специфический процесс управления, в котором объектом управления является человек — создатель новых технических средств. Управление в данном случае состоит в воздействии на знания, навыки и личностные особенности человека.

Брошюра предназначена для инженерно-технической общественности, изобретателей и рационализаторов, студентов технических учебных заведений, слушателей народных университетов технического творчества и общественных институтов обучения методике изобретательства. Основные положения брошюры прошли проверку в изобретательской практике, главным образом в Латвийской ССР. Однако часть излагаемых вопросов носит проблематический характер и предполагает творческую дискуссию.



# **1. О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ**

## **1. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ**

Третья четверть двадцатого века характеризуется непрерывно увеличивающимися темпами развития научно-технической революции. Все яснее становится, что дальнейший научно-технический прогресс возможен лишь на базе усовершенствованного управления им, при условии перенесения центра тяжести от использования результатов технического творчества на его организацию и методологию теории.

Актуальная задача нашей страны в этом вопросе заключается в том, чтобы органически соединить достижения научно-технической революции с преимуществами социалистической системы хозяйства, с возможностями научного управления и организации творческого труда в области науки и техники. Эти преимущества и возможности еще используются далеко не в полной мере.

Всякое управление призвано устранять процесс дезорганизации и приводить систему в новое состояние с учетом тенденций ее развития и изменяющейся среды. Это в полной мере относится и к управлению техническим творчеством, изобретательством в масштабе страны, отрасли, предприятия, организации, к оптимизации творческого процесса создания изобретений, рационализаторских предложений, исследований и разработок.

Оптимальную систему управления изобретательством целесообразно создавать на основе исследования отечественных и зарубежных научно-технических достижений [1].

Оптимизация управления техническим творчеством в течение длительного времени была практически невозможна из-за ошибочных представлений о самом



человеке, его психологии. Научная психология только недавно стала играть роль творческого агента в развитии самой человеческой психики, роль фактора научно-технической революции. В современную эпоху духовная деятельность становится непосредственной производительной силой.

В этих условиях проблемы управления научно-техническим творчеством, организации интеллектуального труда, изобретательства, рационализаторства, технического и художественного конструирования, стандартизации, управления качеством технических изделий, квалиметрии и методологии технического творчества приобретают особую важность.

Современная научно-техническая революция позволяет лучше познавать механизмы технического развития, вскрывать движущие факторы технического прогресса на протяжении всей истории человечества, представляя его как целостную систему, в которой изменение элементов и связей подчинено единым закономерностям. Однако по мере усложнения техники и информационных систем возрастает необходимость учитывать психологические возможности творца техники — человека, его способности, возможности активации мышления, факторы умственной утомляемости, инерции мышления и т. д.

Научное управление техническим творчеством должно базироваться на изучении психологии творчества. Ввиду многоаспектности человеческого поведения, знания одних психологических закономерностей недостаточно для создания оптимальной системы управления техническим творчеством. Необходимо учитывать и социальные условия, внутренние закономерности развития техники и ряд других факторов.

Управление техническим творчеством осуществляется с помощью формальных и неформальных методов.<sup>1</sup> Неформальное управление основано на использовании общественного мнения, общественной организации технического творчества. Формальное управление условно можно разделить на четыре типа: компенсаторное, упреждающее, саморегулирующее и прогностическое.<sup>2</sup>

Оптимальное управление техническим творчеством предполагает диалектическое единство формальных и

неформальных методов воздействия на его подсистемы. Неформальные методы управления в нашей стране реализуются общественными организациями. Особая роль в этом принадлежит Всесоюзному обществу изобретателей и рационализаторов (ВОИР) и все-союзным научно-техническим обществам (ВСНТО). Неформальным методам управления техническим творчеством в нашей стране придается столь большое значение, что в основном нормативном акте, определяющем систему организации технического творчества в СССР, — «Положении об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», утвержденном Постановлением Совета Министров СССР № 584 от 21 августа 1973 г., указано, что всякая работа по изобретательству и рационализации проводится обязательно с участием общественности — Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов, а также профсоюзов. Общественное мнение в этих условиях выполняет оценочно-контрольную, информативную, конструктивную и регуляторную функции. ]

Определенный опыт развития методов неформального управления техническим творчеством накоплен в Латвийской ССР. Особый интерес представляет разветвленная система клубов новаторов. В республике в течение многих лет успешно работают 23 клуба новаторов при районных и городских домах культуры. Республиканский методический центр клубов новаторов работает в тесном сотрудничестве с Латвийским республиканским советом ВОИР и с Министерством культуры Латвийской ССР. Некоторые клубы новаторов имеют экспериментальные мастерские для изобретателей и рационализаторов. Клубы новаторов не только оказывают новаторам техническую и методическую помощь, но и занимаются вопросами управления техническим творчеством. Предложения клубов новаторов нередко обсуждаются в партийных, советских и общественных органах.

Существенное влияние на развитие технического творчества в республике оказали народные университеты технического творчества, в которых в 1972/73 учебном году обучалось более 12 тысяч новаторов народного хозяйства. Обучение в этих своеобразных учебных заведениях осуществляется уже с 1958 года,

и свидетельством растущего интереса к ним является ежегодное увеличение численности слушателей. В отличие от известных в других республиках народных учебных заведений, народные университеты технического творчества в Латвийской ССР имеют целеустремленные программы и, главное, разрабатывают дипломные работы на уровне изобретений и рационализаторских предложений.

## **2. ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ТВОРЧЕСТВОМ**

Оптимальная система управления техническим творчеством должна постоянно ориентироваться на поиск новых технических решений.

Существующая в нашей стране прогрессивная система управления техническим творчеством базируется на следующих основных принципах:

- совмещение централизованного управления научно-техническим творчеством с поддержкой инициативы, свободы творчества и самостоятельных поисков отдельных предприятий, организаций, хозяйств и новаторов техники;

- подчинение управления изобретательством основной цели: добиться, чтобы научно-технический и качественный уровень всей массы технических изделий был выше уровня аналогичных изделий мировой техники или наравне с ним;

- непрерывная связь и согласованность системы управления техническим творчеством с суперсистемой управления хозяйством страны;

- участие общественности во всех мероприятиях по развитию научно-технического творчества.

Однако в системе управления техническим творчеством еще не используются все объективные возможности технического развития. Некоторого повышения эффективности можно ожидать от дальнейшего уточнения и освоения следующих основных принципов управления техническим творчеством.

*Принцип доступности* основан на том, что творчество, в том числе изобретательство, специфично для человека, проявляется во всех сферах человеческой деятельности и присуще человеку независимо от воз-

раста, расы, нации, образования, классовой принадлежности.

Человек не обречен на тот или другой уровень развития от природы, и не существует врожденных изобретателей. Ими становятся в труде, в действии. Каждому открыты богатейшие возможности развития способностей путем занятий, обучения, тренировки, поисков и труда. Труд сформировал человека, и его свойства являются в основном продуктом человеческого труда. Труд — независимая и определяющая величина, а способность — зависимая переменная функция его.

*Принцип культивирования творческих способностей* изобретателя провозглашает, что творческий процесс изобретателя познаваем и что результаты этого познания могут быть успешно использованы для воспитания и культивирования его творческих способностей с целью оптимизации и стимулирования творческого процесса.

В обычных условиях творческие способности человека используются в незначительной мере, поэтому имеется огромный запас неиспользованных возможностей их стимулирования и культивирования.

Изобретения создаются не отдельными способностями человека — логическим мышлением, воображением, интуицией и т. д., а человеком как целостной личностью, и отдельные качества могут как оказать на творческий процесс благоприятное влияние, так и затормозить его.

*Принцип рационального сочетания количественного и качественного развития технического творчества* требует обращать особое внимание на повышение массовости и качественного уровня работы всех новаторов техники. В соответствии с этим принципом рационализаторы рассматриваются как потенциальные изобретатели и должны прилагать все возможные усилия для повышения качественного уровня их творчества.

Повышение изобретательского потенциала нашей страны нельзя связывать только с увеличением его количественных характеристик. Погоня за массовостью новаторского движения в области техники, за большим количеством творческих предложений без учета их качества и степени полезности, пренебрежение

научно обоснованными данными методологии теории изобретательства, формальное проведение организационных мероприятий без глубокого определения целей и правильной оценки результатов, поощрение изобретательского движения с одновременной терпимостью к явным проявлениям бюрократизма и торможению нововведений не могут обеспечить оптимального управления изобретательством.

*Принцип предвидения* предусматривает планирование творческой работы в области техники как в масштабе всего народного хозяйства, ведомств, организаций и предприятий, так и отдельным изобретателем и рационализатором. Осуществление принципа означает установление последовательности отдельных мероприятий с неперенным учетом объективных закономерностей развития техники и технического творчества, а также оптимальную организацию отдельных этапов творческого процесса в согласии с методологией теории технического творчества.

*Принцип подготовки* предполагает заблаговременное создание организационных предпосылок для развития технического творчества, обеспечение оптимальных условий и материальных средств для творческих лабораторий, экспериментальных баз, обучение методике изобретательства, использование для организации изобретательской работы квалифицированных специалистов-патентоведов, инженеров по рационализации и изобретательству, информаторов, методологов.

*Принцип опережения* требует создать систему непрерывного изучения новейших достижений науки и техники, прогнозирования общественных потребностей и технических возможностей с тем, чтобы использовать все объективные возможности для опережения существующего уровня техники.

*Принцип раннего старта* заключается в том, что перед будущим изобретателем по возможности раньше должны ставиться нерешенные проблемы. В соответствии с этим принципом студенты технических высших и средних учебных заведений должны быть вовлечены в изобретательскую деятельность еще во время учебы или сразу после окончания учебного заведения. Особое внимание на каждом предприятии должно обращаться на приобщение к изобретатель-

ству молодых специалистов. Рационализаторам, работавшим оригинальные предложения, должна быть оказана методическая помощь для повышения уровня творческих разработок.

*Принцип подбора и расстановки кадров* с учетом их потенциальных творческих способностей имеет исключительное значение. В последнее время в нашей стране и за рубежом все шире проводится определение творческих способностей работников (особенно в науке и технике) и подбор их в соответствии с выявленной пригодностью к творческой работе, с прежним творческим опытом и со степенью обученности методике технического творчества. Система подбора кадров для творческой работы без учета творческого потенциала непродуктивна.

Уровень творческих способностей изобретателя зависит от ряда факторов; основные из них следующие:

- теоретическая подготовленность, уровень общих и специальных знаний, степень овладения методикой изобретательства;

- практическая подготовленность, наличие навыков и умений, освоение методов изобретательства;

- социальные факторы, мировоззрение, патриотизм, сознательное отношение к целям своей деятельности;

- личная установка на достижение более высоких результатов труда при условии моральной или материальной заинтересованности.

*Принцип корреляционной зависимости между видами творчества* основан на том, что упражнения в одной области деятельности благотворно сказываются на творчестве в других областях.

Методы технического творчества в некоторых случаях могут быть использованы прямо по назначению для решения задач в научном и организационном творчестве. С другой стороны, опыт в художественном, научном и других видах творчества значительно облегчает решение творческих задач в области техники.

В настоящее время все большую роль в изобретательстве начинают играть экспериментальные лаборатории изобретателей, решающих сложные технические проблемы в условиях дефицита информации. Изобретатель-исследователь всегда был наиболее плодотвор-

ным типом изобретателя. Не удивительно, что крупнейшие ученые — представители разных областей знания — были изобретателями. Изобретения создавали Архимед и Аристотель, Г. Галилей и Х. Гюйгенс, Р. Бэкон и У. Беббидж, Г. В. Лейбниц и С. Джевонс, Д. Бернулли и М. В. Ломоносов, Н. Е. Жуковский и И. В. Мичурин. Изобретателями были художники и писатели, архитекторы и врачи: Леонардо да Винчи, Марк Твен, А. де Сент-Экзюпери, Витрувий, Арнольд де Вилланова, Э. Дженнер и т. д.

### **3. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛЫМИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИМИ КОЛЛЕКТИВАМИ**

Идея нового изобретения рождается всегда у отдельного человека. И хотя нам ничего не известно об изобретательских коллективах античного времени и средневековья, миф о великих изобретателях как об основной движущей силе технического прогресса остается лишь красивым мифом. Не отрицая роли великих изобретателей, подобных Архимеду и Леонардо да Винчи, необходимо учесть, что создание изобретений всегда было «всеобщим трудом», обусловливаемым «частью коопераций современников, частью использованием труда предшественников» [2]. Был ли Т. А. Эдисон действительно гениальным отшельником Менлопарка, творившим в одиночестве методом проб и ошибок благодаря божественному вдохновению, как об этом повествуют некоторые беллетристы? Ничего подобного. Личная библиотека, оставленная Эдисоном, свидетельствует о том, что он пользовался почти полной информацией о достижениях и исследованиях электротехники во всем мире. В лабораториях Т. А. Эдисона работало много изобретателей, широко известных в истории техники: Н. Тесла, Э. Г. Ачесон, Дж. Крейси, А. Кеннелли, Ф. Спрег и др. [31]. «В некоторых случаях течение времени оставило одного изобретателя в памяти людей, а других, связанных с ним, вычеркнуло, так что степень участия изобретателей в работе стала необозримой. В других случаях, когда мы не можем определить, который из членов группы был изобретателем, результат был достигнут объединенными усилиями. Вайятт и Пауль, Уатт и Мердок, Уатт

и Уэджвуд, Тревитик, Джилберт и Вивиан, семья Сименсов, Бессемер, Аллен и Лонгсдон, Сидней Джилкрист, Томас и Перси Джилкрист, Сван и Стирн, Эдисон в лабораториях Менло-парка, Томсон и Хьюстон, Отто и Ланген, Даймлер и Майбах должны сегодня рассматриваться как творческие бригады изобретателей» [36].

Эффективность любого коллективного труда, как правило, больше суммы эффективности труда отдельных людей. Эта закономерность еще более заметна при сравнении эффективности индивидуального и коллективного интеллектуального, в частности изобретательского, труда.

Уже в начале этого века исследователи творчества стали рекомендовать объединяться для творческой работы двум изобретателям, дополняющим друг друга по опорным знаниям и творческому опыту. Было установлено также, что в процессе работы творческой бригады изобретателей в ряде случаев не просто дополняются знания и опыт отдельных ее членов, но возникает качественно новый эффект, проявляющийся в умении абстрагироваться от рутины, преодолеть лень воображения, найти «свежий взгляд» на проблему, комбинировать идеи, осуществить «перекрестное опыление» идеями. Практика работы творческих бригад изобретателей показала, что в творческом коллективе формируется более обоснованное задание, соответствующее действительным нуждам производства, общественным потребностям, тенденциям развития техники. Коллектив может взяться за решение более сложной задачи, чем отдельный изобретатель, и найти решение, как правило, в более короткий срок. Работая в составе творческой бригады изобретателей в условиях нашей страны, каждый член бригады постоянно чувствует товарищескую, доброжелательную опору, помощь, моральную поддержку. В коллективной творческой работе обычно меньше ошибок и неудач. Коллективу проще выполнить эксперименты, расчеты, а также внедрить свое изобретение.

Коллективное техническое творчество в нашей стране приняло массовый характер. Творческие коллективы создаются как административным путем, так и по собственной инициативе их членов на обществен-



ных началах. Большинство изобретений в СССР за последние годы создается творческими бригадами изобретателей.

В значительной мере создание изобретений зависит от процесса комбинирования идей. Потенциальная возможность такого комбинирования в творческом изобретательском коллективе весьма велика.

В коллективном техническом творчестве особое значение имеют творческие коллективы, называемые малыми группами и работающие в условиях непосредственного контакта. Такими малыми группами являются, например, группы конструкторов, работающие над конкретной проблемой в условиях непосредственного общения, творческие комплексные бригады изобретателей и рационализаторов. Малые группы могут быть постоянными или временными, создаваться в административном порядке или по инициативе членов группы на общественных началах. Существует оптимальная величина малой группы изобретателей. Изобретательская практика и социально-психологические исследования показали, что эффективность творческой работы группы повышается с увеличением числа членов группы. Уже объединение двух изобретателей порождает новый творческий потенциал, превышающий сумму творческих потенциалов этих двух людей по отдельности. Однако при достижении некоторого критического предела численности эффективность больше не возрастает, а при дальнейшем увеличении даже снижается, поскольку люди начинают друг другу мешать. Изучение эффективности работы малых групп латвийских изобретателей, работающих в условиях непосредственных контактов, позволило установить, что оптимальная численность их равна:

$$N_{\text{опт}} = 6 \pm 4 \text{ чел.} \quad (1)$$

Если численность членов изобретательского коллектива превышает десять, постоянные непосредственные контакты между ними становятся затруднительными, связи слабеют и появляются тенденции к разделению на фракции, что значительно снижает общую эффективность работы коллектива.

Разумеется, объединение отдельных изобретателей в творческие группы, бригады, бюро не должно осуще-

состояться механически, без учета совместимости ее членов и других принципов организации творческих изобретательских коллективов.

Оптимальная организация творческих изобретательских коллективов невозможна без соблюдения принципов такой организации, выявленных наукой и проверенных на практике.

*Принцип выбора оптимальной структуры* малой изобретательской группы требует определения количества членов группы, порядка их общения и сотрудничества в зависимости от характера задачи и качеств отдельных членов группы. В практике известны различные организационные структуры малых групп.

*Структура незамкнутой цепи* (рис. 1а) характеризуется разделением творческого процесса на отдельные шаги, выполняемые последовательно разными членами коллектива. Структура незамкнутой цепи может быть эффективной при решении тривиальных технических задач. В изобретательском коллективе она оправдана лишь в отдельных случаях, как правило, при явной несовместимости членов коллектива.

*Структура звезды* (рис. 1б) образуется в случаях, когда отдельным членам группы поручается параллельное решение одной и той же задачи, а результаты поступают в один координирующий центр. В изобре-

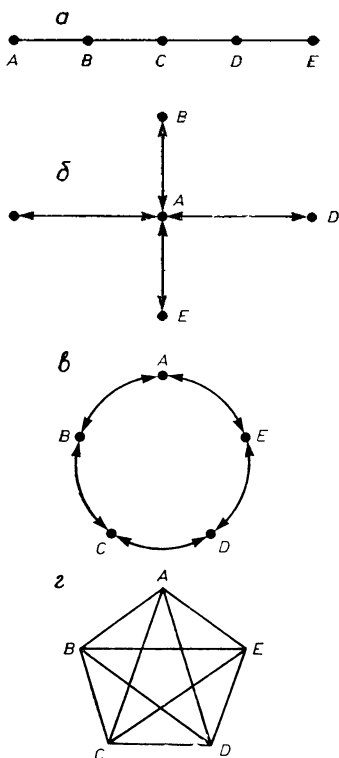


Рис. 1. Типы структур малых изобретательских групп:

а — незамкнутая цепь, б — «звезда», в — «круг», з — взаимно связанная сеть.

тательском коллективе такая структура может быть применена на определенном этапе работы, например, для генерирования изобретательской идеи разными методами. Однако она должна использоваться лишь как временная, и после прохождения намеченного шага ее целесообразно изменить путем, например, общего обсуждения, критики и коллективного комбинирования найденных идей.

*Структура круга* (рис. 1в) применяется в случаях, когда процесс изобретения разделяется на определенные циклы, выполняемые самостоятельно отдельными членами коллектива, причем конец одного цикла является началом другого. Структура может быть применена в изобретательском коллективе как временная, например, при превращении принципа решения в конкретную систему в случае наличия разных специалистов (механика, технолога, электрика, дизайнера), последовательно выполняющих определенную работу. Превращение такой структуры в постоянную уменьшает объективные творческие возможности малой изобретательской группы.

*Структура взаимно связанной сети* (рис. 1г) предусматривает свободный обмен мнениями, информацией, идеями, опытом каждого члена коллектива с каждым. Этот вид организационной структуры — принципиально наилучший для изобретательских бригад и других малых творческих групп, решающих технические задачи. Такая структура позволяет наиболее полно использовать творческие способности членов группы, непрерывно комбинировать идеи, равномерно распределять обязанности по переработке информации, выявлять и удовлетворять интересы отдельных членов группы, наиболее эффективно осуществлять взаимную помощь и взаимный контроль. Изобретательская практика показала, что при организационной структуре взаимно связанной сети изобретательский коллектив, как правило, решает задачу более оригинально, на более высоком научно-техническом уровне и с меньшим количеством ошибок, чем при организации любого другого типа.

В конструкторской практике сложилось мнение, что при решении относительно простых технических задач множественность связей в структуре взаимно связан-

ной сети усложняет деятельность и ведет к неоправданным потерям времени, поскольку затраты времени на организацию деятельности иногда равны затратам времени на саму деятельность. Это утверждение справедливо, если речь идет о так называемом обычном конструировании, когда для решения конструкторской задачи известны принципиально необходимые предпосылки (существующее положение, конечный результат и способ превращения первого во второе). Найти простое и оригинальное решение технической задачи на уровне изобретения облегчает оптимальная структура малых изобретательских коллективов.

Все сказанное об этой структуре по типу взаимно связанной сети относится лишь к малым изобретательским группам ( $6 \pm 4$  чел). В больших творческих коллективах непосредственные постоянные контакты между всеми членами коллектива неосуществимы. В них для решения сложной изобретательской задачи иногда создаются коллективы численностью в 10—15 человек, работающие в непосредственном контакте. Однако осуществление постоянных взаимных коммуникаций между всеми членами такого коллектива оказывается затруднительным. В большинстве случаев представляется полезным дробление таких коллективов на две самостоятельные малые группы (с одновременным дроблением задачи на две подзадачи или с параллельной разработкой двух альтернатив решения той же задачи).

Руководитель малой изобретательской группы должен иметь четкое представление об отдельных типах структуры группы, их преимуществах и недостатках. В каждом отдельном случае он должен определять не только оптимальную численность группы, но и ее оптимальную организационную структуру исходя из оценки характера и типа задачи, личных особенностей и способностей членов группы, применяемых стратегических и тактических средств решения задачи. Нередко при выдвижении новой изобретательской задачи структуру коллектива целесообразно пересмотреть.

*Принцип соответствия структуры коллектива фактическому соподчинению его членов имеет огромное значение в творческом коллективе. Руководить коллек-*

тивом должен, как правило, тот из его членов, который обладает более высоким творческим потенциалом и фактически пользуется наибольшим авторитетом. Выдвижение любых других принципов выбора руководителя и структурного членения коллектива нередко приводит к отрицательным последствиям.

Для решения в малом изобретательском коллективе новой задачи часто оказывается полезным выбор нового руководителя. Особенно важно это в случаях, когда состав группы отличается ярко выраженной гетерогенностью.

*Принцип гетерогенности творческого коллектива* рекомендует создавать творческий коллектив из лиц разного возраста, пола, разных специальностей, с различным объемом опорных знаний, разным опытом, характером, темпераментом. Гетерогенный состав творческого коллектива, как правило, обеспечивает наилучшие возможности взаимного обмена идеями, гибридизации опыта в отдаленных областях, психозв-ристической активизации творческих способностей. Ничто так не убивает творческое начало в изобретательском коллективе, как единообразие его членов.

Практика изобретательства показывает, что в творческий коллектив для решения изобретательских задач успешно могут быть включены не только специалисты в области техники, но и специалисты других отраслей знаний — экономисты, биологи, художники, психологи, социологи и т. д.

В изобретательстве существует парадокс «эрудита — профана», заключающийся в том, что нередко оригинальное решение изобретательской задачи, непосильное для лучших специалистов по данному вопросу, находит профан в этой области, обладающий «свежим взглядом». Практика показала, что эффект «свежего взгляда» действительно проявляется в малых творческих коллективах, однако лишь тогда, когда «профаном» является специалист другой, лучше всего весьма отдаленной области знания.

*Принцип совместимости членов творческого коллектива* с интеллектуальной, психологической, моральной и других точек зрения требует, чтобы гетерогенность коллектива не выходила за допустимые пределы, позволяющие обеспечить сплоченность коллектива и нор-

мальные человеческие отношения. В изобретательской практике известно много случаев, когда из-за одного члена коллектива нарушается его сплоченность и падает творческий потенциал. Наиболее простым приемом правильной организации малого творческого коллектива является организация его не на основе административного распоряжения, а путем добровольного объединения самих членов.

Принцип совместимости отнюдь не означает единогласия членов коллектива в творческом труде, отсутствия борьбы мнений и точек зрения. Степень совместимости может быть различной — от терпимости до взаимных симпатий и склонности к совместной деятельности. При наличии совместимости творческие и прочие разногласия не оказывают заметного вредного влияния на совместную работу.

Совместимость не предполагает подобия людей по определенным характеристикам. Изобретательская деятельность зачастую требует именно различий между людьми, взаимного дополнения и компенсации отдельных свойств. Распространенной ошибкой при создании малых творческих коллективов административным путем является определение их состава только по признаку наличия соответствующих знаний, без учета индивидуально-психологических особенностей членов коллектива с точки зрения их совместимости, главным образом психологической, моральной и интеллектуальной.

*Принцип комплектности* заключается в привлечении в малую изобретательскую группу представителей основных отраслей знаний, необходимых для решения конкретной изобретательской задачи. Так, например, для создания современной машины целесообразно, чтобы в творческий коллектив входили механик, технолог, электрик и дизайнер. Помимо этих определяемых логическим путем специалистов, принцип комплектности рекомендует привлекать некоторое число специалистов, представляющих дисциплины, возникшие в результате интеграции технических наук с другими областями знания (техническая бионика, художественное конструирование, инженерная психология, история техники и т. д.).

*Принцип перманентности* основан на непрерывности

формирования состава коллектива. По мере выявления творческого потенциала и раскрытия свойств личности отдельных членов коллектива можно изменять структуру коллектива и его состав. То же следует делать при развитии проблемы, выявлении новых технических возможностей, дроблении изобретательской задачи на несколько подзадач.

Принцип перманентности означает также требование непрерывного овладения методикой изобретательства, опорными знаниями, новейшей научной и патентно-технической информацией.

*Принцип равенства членов коллектива* предусматривает обеспечение свободы высказывания творческих идей для любого члена коллектива, независимо от ранга и распределения обязанностей. Каждый член коллектива имеет право на творчество, на критику и на ошибки. Последние в творческом коллективе должны рассматриваться как естественные подготовительные этапы на пути достижения оптимального решения.

Каждому члену коллектива должно быть выделено определенное время для творческих поисков. Поручение сотруднику только организационных и воспроизводительных операций недопустимо в творческом коллективе.

Любая изобретательская идея должна обсуждаться совершенно независимо от ранга, должности, звания, научной степени автора идеи. В хорошем изобретательском коллективе обсуждение идей авторов низших рангов (рабочих, привлеченных неспециалистов) проводится с особой тщательностью, благожелательностью, для того чтобы выявить имеющееся рациональное зерно и не допустить преждевременного отклонения идеи из-за недоработок или мелких ошибок.

Оригинальные, даже «дикие» на первый взгляд, идеи должны обсуждаться особенно внимательно.

*Принцип истинного авторства и соавторства* требует, чтобы в каждом отдельном случае объективно выявлялись все действительные авторы изобретения, рационализаторского предложения или мероприятия. В число соавторов никогда не должны включаться лица, оказавшие техническую помощь или содействие

внедрению изобретения. Правовое регулирование взаимоотношений между изобретателями в нашей стране осуществлено с учетом норм этики изобретательства. Нарушение этики изобретательства всегда влечет за собой отрицательные последствия, побочное действие которых шире, чем это обычно предполагают.

В истории изобретательства известно немало случаев нарушений этики изобретательства. В капиталистическом мире нарушение принципа истинного авторства и сейчас является нередким. Введение в число документов, прилагаемых к заявке на изобретение, справки о конкретном творческом вкладе каждого соавтора предполагаемого изобретения улучшило в нашей стране понимание авторства, уменьшило количество случаев нарушения принципа истинного авторства.

*Принцип стимулирования* означает, что в целях повышения заинтересованности и психологического настроения должны использоваться все возможные средства морального и материального поощрения. Особое внимание следует обращать на признание творческих заслуг и моральное стимулирование. Роль продуманного стимулирования творческого труда ярко видна на протяжении истории изобретательства. При создании конкретной системы стимулирования часто оказываются неоценимыми советы психологов.

Очень важное значение имеет также поощрение членов коллектива, еще недостаточно уверенных в своих силах, — всегда целесообразно отметить первые творческие успехи начинающих изобретателей. Моральному стимулированию обязательно следует придавать гласность. Стимулировать нужно не за хорошую работу вообще, а за конкретные творческие достижения, оригинальные предложения, новый подход к проблеме. Материальное стимулирование должно применяться строго в соответствии с существующими в нашей стране нормами. Занижение или завышение материального стимулирования имеет одинаково вредные последствия для творческого микроклимата коллектива.

*Принцип планирования* требует в качестве предпосылки к созданию изобретения и к разработке рационализаторского предложения составления определен-



ной программы действий, в которой, помимо действий, необходимых для достижения намечаемой цели, определялись бы условия, благоприятствующие коллективному творческому труду. При определении таких условий особое внимание должно обращаться на психологические факторы.

*Принцип динамического контроля* предполагает контроль за деятельностью творческих коллективов с учетом особенностей их состава, задач, условий работы. Формальный подход к контролю может сделать его неэффективным. В соблюдении этого принципа в условиях нашей страны важная роль принадлежит первичным организациям Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов.

*Принцип внешних контактов* базируется на том, что изобретательство всегда является совместным трудом многих современников и предшественников. Результаты труда предшественников можно изучить, используя хорошо функционирующую систему информации. Однако оперативное и творческое осмысление результатов труда современников в период бурного развития техники невозможно без систематических и хорошо налаженных внешних контактов между новаторами. Кто замыкается в узком кругу, тот сам сужает свои объективные творческие возможности. На предприятиях и в организациях должна существовать эффективная, продуманная система внешних контактов новаторов техники, особенно для творческих бригад разработчиков, изобретателей и рационализаторов. Беспорядочный, случайный обмен опытом, как правило, приносит мало пользы.

*Принцип солидарности* новаторов техники предполагает взаимную поддержку, критику, организованное объективное обсуждение своих профессиональных вопросов, совместные выступления новаторов. В нашей стране огромное значение в осуществлении этого принципа имеет повседневная работа Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов, научно-технических обществ, профсоюзных организаций, а также советов и клубов новаторов. Убедительные примеры положительного влияния принципа солидарности дает плодотворная деятельность 23 латвийских клубов новаторов.

#### 4. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПОТРЕБНОСТИ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО

Изобретательство не самоцель. Ценность его определяется тем, насколько оно удовлетворяет общественные потребности, цели людей, во имя которых оно осуществляется. Только идя навстречу общественным потребностям, изобретатель успешно разрешает противоречия, возникающие в системе «человек — среда — техника».

Потребности можно классифицировать по разным признакам (рис. 2). В зависимости от объекта все они могут быть разделены на общие и частные. Пер-

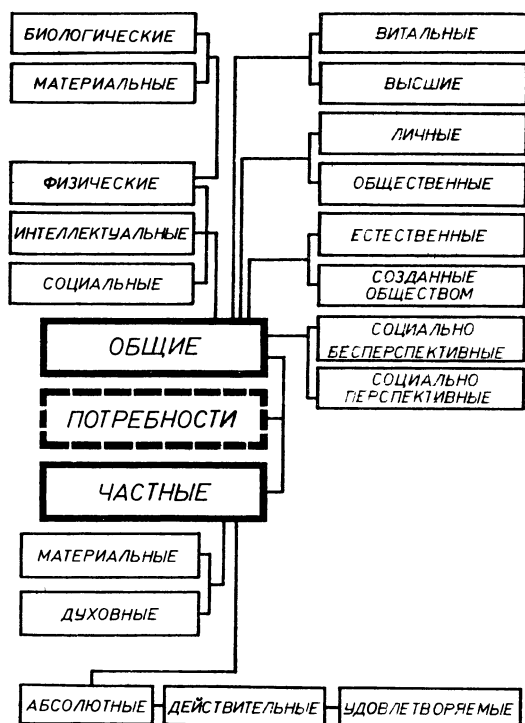


Рис. 2. Классификация общественных потребностей.

вые из них — это потребности в решающих социальных, экономических, духовных процессах формирования и поддержания жизни человека (потребности в пище, одежде, безопасности, образовании, обеспечении старости и т. д.). Частные потребности выражают потребности людей в конкретном продукте материального или духовного производства, в конкретном виде услуг. Общие потребности условно подразделяются на три вида: физические, интеллектуальные и социальные. Физические потребности могут быть дифференцированы на биологические и материальные.

Биологические потребности генетически первичные. Удовлетворение их обеспечивает жизнедеятельность человеческого организма как биологического вида. К биологическим потребностям относятся прежде всего потребности в соответствующей среде: в воздухе определенного химического состава, температуре среды, наличии в среде веществ, пригодных для употребления в качестве пищи, а также в особях противоположного пола в качестве предпосылки для продолжения рода и т. п. Неудовлетворение биологических потребностей грозит индивиду физической гибелью.

Материальные потребности присущи только человеку — их появление обусловлено его специфическими особенностями. Это потребности в добротной одежде, благоустроенном жилье, транспорте, нормальном отдыхе, в квалифицированной медицинской помощи и т. д.

Интеллектуальные потребности также специфически присущи человеку. К числу их относятся потребности в познании мира, в творчестве, культуре, образовании, эстетические, этические и т. п. потребности.

Социальные потребности отражают общественную природу человека. Одной из социальных потребностей является потребность в общении (коммуникативная). Она формировалась в труде, поскольку общение является необходимым условием организации общественного производства. Потребность в общении стимулирует развитие личности. Ведущей социальной потребностью является потребность в труде как жизненно необходимой деятельности и условии бытия человека в качестве социального существа.

В зависимости от социальных критериев общие

потребности делятся на социально перспективные и бесперспективные. Неудовлетворение обществом потребностей отдельного человека в образовании, воспитании, здравоохранении, безопасности является тормозом его развития как личности. У такого члена общества сохраняются социально бесперспективные потребности (драка, поножовщина, сквернословие, употребление одурманивающих веществ и т. д.).

Общие потребности в зависимости от их происхождения разделяются на естественные и созданные обществом. К последним относятся потребности в активной деятельности в различных областях материального и духовного производства, потребность общения с другими людьми, обмена с ними мыслями. Объединяясь в родовые, племенные, национальные, классовые, производственные общности, человек развивает собственнo общественные потребности — культурные, производственные, технические и т. д.

Общие потребности иногда разделяют на витальные и высшие. К витальным причисляются первичные, низшие органические потребности, а к высшим — интеллектуальные, моральные и эстетические потребности. Для одних людей высшие потребности имеют очень большое значение, у других образ жизни в значительной мере определяется витальными потребностями.

Высшие потребности представляют собой антагонистические проявления. Чем более развит человек, тем более специфичны для него высшие потребности. Удовлетворение высших потребностей, как правило, влечет за собой лучшую биологическую продуктивность, здоровье, счастье, богатство внутренней жизни человека.

Известно несколько классификаций общих потребностей в зависимости от их содержания. Представляет интерес попытка определить иерархию «базальных» (общих для всего человечества) потребностей [39]:

- I. Потребности самоактуализации;
- IIa. Потребности самоуважения (активные);
- IIb. Потребности в уважении со стороны других (пассивные);
- IIIa. Социальные потребности любить других (активные);

IIIв. Социальные потребности в любви других (пассивные);

IV. Потребности безопасности;

V. Физиологические потребности.

Наивысшая ступень потребностей — это потребности самоактуализации, проявления себя в творчестве в области науки, техники, искусства, литературы, потребности человека в познании, эстетические потребности, потребности развития и роста личности.

Для творцов новой техники весьма важно знать частные потребности в конкретном продукте материального или духовного производства, в конкретном виде услуг. Частные потребности человека в обществе в целом могут быть определены количественно и качественно. Они тесно связаны с производством и порождаются им. Общая потребность по отношению к производству выступает как готовая его предпосылка, а частная — как его непосредственный результат.

Разумеется, частные материальные потребности определяются производством более или менее непосредственно, а частные духовные — опосредованно, через сложную систему общественных, главным образом производственных отношений. Потребности, в свою очередь, активно воздействуют на развитие производства.

Выявление частных потребностей, особенно на стадии их зарождения, в значительной мере определяет успех изобретателя. Великими изобретателями истории техники и технического творчества признает тех, кто первыми выявили новые общественные потребности и немедленно взялись за их удовлетворение, создавая новые технические объекты.

В большинстве случаев неудачные поиски изобретателей обусловлены неумением определить действительные и актуальные потребности. Американский специалист по методике технического творчества Р. Ф. Йейтс отмечает: «...восемь изобретателей из каждых десяти работают над устройствами, которые экономически не обоснованы или удовлетворяют только в высшей степени воображаемые потребности человека» [46]. По этой причине на выявление частных потребностей необходимо обратить особое внимание. Такое выявление может быть осуществлено на трех качественно

различных уровнях — на уровне абсолютных, действительных и удовлетворяемых потребностей.

*Уровень абсолютных потребностей* — это теоретически возможный уровень развития множества отдельных частных потребностей на данном этапе развития общества в целом.

*Уровень действительных потребностей* представляет ту часть абсолютных потребностей человека, которая объективно существует в реальных условиях развития отдельной страны. Однако, как правило, не все действительные потребности могут быть удовлетворены, поскольку для этого отсутствуют необходимые экономические и технические предпосылки.

*Уровень удовлетворяемых потребностей* определяется той частью действительных потребностей, которые в настоящее время уже удовлетворяются или для удовлетворения которых имеются объективные возможности.

Объективными предпосылками зарождения и удовлетворения частных потребностей людей являются технические и экономические возможности. Субъективными предпосылками удовлетворения этих потребностей является творческий потенциал изобретателей, рационализаторов, конструкторов.

Частные потребности не остаются неизменными. Достаточно выпустить более совершенный продукт, как частные потребности в прежнем продукте уменьшаются или исчезают. Иногда исчезнувшие частные потребности возрождаются. Это случается, когда соответствующий товар был дискредитирован, например, модой, но сохранил свои высокие функциональные свойства. Однако отмирание частных потребностей является закономерным процессом, и их возрождение за редким исключением практически невозможно.

Развитие потребностей происходит по принципу цепной реакции. Первичная потребность удовлетворяется техническими, научными или художественными средствами, применяемыми в большинстве случаев комплексно. В результате ее удовлетворения возникают новые вторичные потребности. Последние, в свою очередь, удовлетворяются техническими, научными или художественными средствами и т. д.

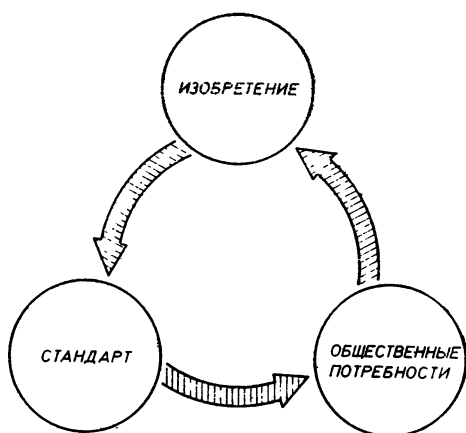


Рис. 3. Круговорот технического прогресса.

Изобретательство в целом отражает определенные потребности общества. Последние отражают социальный заказ общества на технические средства для удовлетворения этих потребностей.

Анализ данных истории изобретательства приводит к заключению, что технический прогресс представляет картину вечного круговорота: общественные потребности — изобретение — стандарт — общественные потребности (рис. 3). Непрерывно растущие общественные потребности удовлетворяются посредством создания новых изобретений, которые в процессе распространения и развития становятся стандартными. Эксплуатация стандартных технических средств выявляет их недостатки, а также еще не удовлетворенные общественные потребности, которые требуют нового изобретения.

Появление новых общественных потребностей имеет важное значение для развития техники.

Некоторые специалисты придерживаются мнения, что потребности в полной мере обуславливают появление изобретений и что последние оказывают такое же обратное детерминирующее влияние на потребности; другие отрицают детерминирующую роль общественных потребностей в создании изобретений.

История техники и технического творчества убедительно доказывает, что изобретение появляется и совершенствуется там, где в нем имеется наибольшая потребность. В детерминирующей роли потребностей как главного фактора создания изобретений не приходится сомневаться. Однако потребности и их роль в техническом творчестве не следует рассматривать упрощенно. Потребности могут быть реальными и мнимыми, ясно осознанными и смутно представляемыми, социально перспективными и бесперспективными, существующими и прогнозируемыми. Все они могут толкать изобретателя на успешные или безуспешные поиски технических решений, обеспечивающих удовлетворение этих потребностей.

Механизм появления и удовлетворения потребностей нельзя понимать только как выявление и удовлетворение нужды, достижение экономического эффекта или утилитарной полезности. А. Г. Драхман, изучавший творчество великих изобретателей античного мира — Ктесибия, Филона и Герона Александрийского, — пишет: «Если изобретательский гений находит новый источник сил природы для изучения, мне кажется естественным, что он будет изучать его до конца, независимо от практического значения его изобретений. Я не могу согласиться с тем, что лучше было бы изобретать катапульты, чем поющих дроздов, которые привели к созданию органа и потомком которых являются часы с кукушкой» [32].

Нередко изобретения создаются не с утилитарной целью, не из коммерческого расчета, а из-за самой потребности самовыражения в творческом труде, из-за «потребности изобретательства». По этой причине великие изобретатели, например Леонардо да Винчи, создали изобретения, опередившие утилитарные потребности своего времени на века.

Глубокое понимание сущности потребностей, их разновидностей, механизма взаимодействия, образования противоречий между потребностями и наличными средствами их удовлетворения, методов выявления, прогнозирования и удовлетворения чрезвычайно полезно для всех творцов новой техники, особенно для изобретателей. [Секреты изобретательства заключаются не только в искусстве найти решение изобре-



тательской задачи. Выявление зарождающихся общественных потребностей и новизна поставленных целей — наиболее характерная черта деятельности всех пионеров, первооткрывателей, великих изобретателей. ]

Проблемы потребностей с точки зрения методики изобретательства еще мало исследованы. Проведенный нами анализ опыта работы советских изобретателей позволяет сформулировать некоторые существенные для технического творчества положения.

— Основой выявления проблемной ситуации и правильной постановки изобретательской задачи является знание комплекса базальных потребностей, характерных для всех людей, четкое представление их иерархии, умение увидеть противоречия между базальными потребностями и наличными средствами их удовлетворения.

— В современных условиях главные задачи изобретателей состоят в поиске оптимальных средств для удовлетворения витальных потребностей и расширении номенклатуры технических средств, предназначенных для удовлетворения высших потребностей.

— Успешную работу изобретателей в значительной мере предопределяют умение и навыки анализа выявленных или прогнозируемых потребностей с точки зрения реальности, актуальности и социальной перспективности.

— Частные потребности в определенных известных технических средствах, например потребность в автомобилях, в наше время можно определить весьма точно. Эти сведения полезны для изобретателя, однако они одни не позволяют обнаружить новые возросшие потребности, например, в принципиально новых транспортных средствах. Зарождающиеся потребности можно обнаружить путем выявления недостатков технических объектов. Недостатки характеризуют как сами потребности, так и противоречия между потребностями и техническими средствами.

— Прогнозирование частных потребностей является естественной составной частью творческого процесса изобретателя и может в той или иной мере осуществляться на всех этапах творческого процесса. Наиболее

важно прогнозирование на этапе постановки задачи и на этапе реализации решения.

— Изобретателю важно также овладеть приемами дробления частных потребностей на субпотребности (с созданием отдельного технического объекта для удовлетворения каждой из них), интеграции и комбинирования потребностей (с последующим созданием универсальных агрегированных и комбинированных технических объектов).

— Анализ потребностей целесообразно осуществлять путем выявления из числа абсолютных потребностей актуальных, подлежащих удовлетворению в первую очередь. Данные анализа насущных актуальных потребностей следует верифицировать.

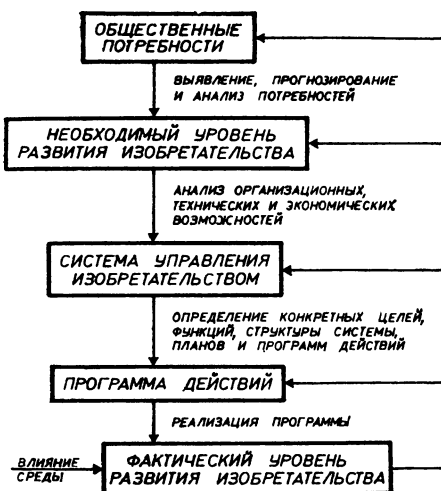
— Изучение механизма отмирания отдельных частных потребностей и возможностей возрождения их, использование этого механизма в каждом конкретном случае рассмотрения проблемной ситуации является залогом успешной работы изобретателя.

— После создания нового изобретения следует безотлагательно выяснить, какие новые потребности порождают его внедрение.

Простейшим подходом к плановому управлению изобретательством является использование темников для изобретателей и рационализаторов, однако темы, отобранные из них, подлежат обязательной проверке на новизну (многие проблемы, представленные в заводских темниках, уже решены), актуальность, отсутствие противоречия с общими потребностями и соответствие частным потребностям.

Принципиальная схема управления изобретательством показана на рис. 4. На современном этапе научно-технической революции немыслимо оптимальное развитие изобретательства ниже уровня объективных возможностей. К сожалению, так, пренебрегая изучением потребностей и технических возможностей, работают еще многие конструкторы и рационализаторы. Однако в большинстве случаев новаторы техники в той или иной мере используют дополнительную информацию. Это позволяет резко повысить научно-технический уровень решения технической задачи.

Оптимальному использованию информации мешают некоторые субъективные факторы и объективные



**Рис. 4.** Схема оптимального процесса управления изобретательством.

информационные барьеры (языковые, географические, ведомственные, исторические, политические, экономические, терминологические, резонансные — моральная готовность новатора воспринимать информацию, методологические — незнание источников и видов информации, невладение методикой поиска и обработки информации и др.). Многие из этих барьеров при умелом информационном обслуживании творческих разработок можно устранить или значительно уменьшить их вредное влияние.

Чрезмерное увлечение сбором информации приводит к неоправданной трате времени и средств. Необходимо уметь отделить существенную для решения конкретной задачи информацию от излишней, не увеличивающей возможности повышения научно-технического уровня решения. В некоторых научно-исследовательских организациях применяется прием сбора и переработки информации, в том числе явно излишней, для решения конкретно поставленных задач. Делается это с целью подготовки почвы для возникновения побочного эффекта — новых идей — в результате перехода количества в качество, с помощью ана-

лиза и синтеза малозначащих на первый взгляд данных. Такая переработка излишней информации может быть оправданной лишь в больших исследовательских коллективах с широким фронтом исследований. На работу отдельных изобретателей и малых изобретательских групп этот прием влияет отрицательно.

Оптимальной полнотой информации для решения конкретной технической задачи следует считать то ее количество, которое создает предпосылки для достижения решения на высшем в настоящее время уровне при максимальной разнице между экономической эффективностью от повышения полноты информации и стоимостью ее сбора и обработки.

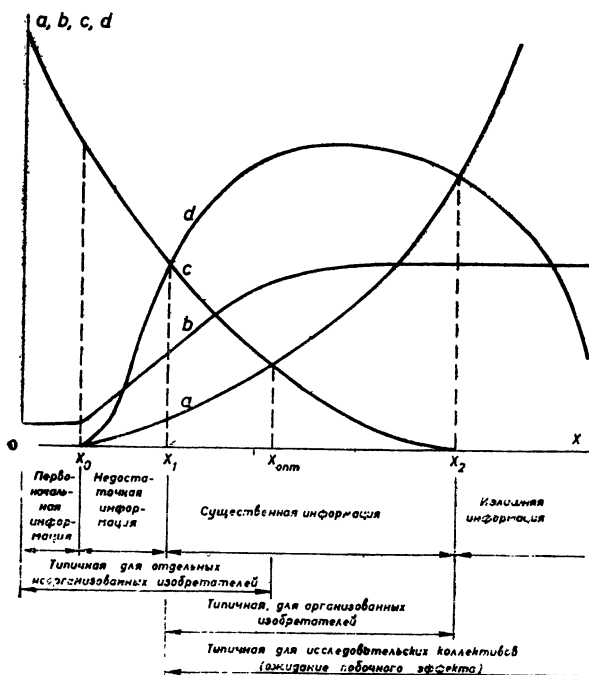


Рис. 5. Зависимость уровня решения задачи от степени полноты информации:

$x$  — степень полноты информации,  $a$  — стоимость сбора и обработки информации,  $b$  — научно-технический уровень решения задачи,  $c$  — потери из-за неполноты информации,  $d$  — экономический эффект увеличения полноты информации.

П

Известный в технике прием ориентации на лучшие мировые образцы является лишь одним из целесообразных мероприятий по повышению технического и качественного уровня продукции. Использование этого приема, однако, явно недостаточно, для того чтобы решить задачу опережения мирового технического уровня продукции. Такое опережение может быть достигнуто только с помощью планового создания изобретений, наиболее полно удовлетворяющих существующие и прогнозируемые общественные потребности. Это немыслимо без сбора, анализа и переработки информации об уровне новейших прогрессивных творческих разработок, о тенденциях развития определенной отрасли техники и конкретного технического объекта, о существующих и прогнозируемых общественных потребностях, новых научных достижениях и технических возможностях. Степень полноты информации, уровень решения задачи и технико-экономическая эффективность достигнутого решения взаимосвязаны (рис. 5).

Всегда существует определенная первоначальная информация, без которой вообще невозможно поставить изобретательскую задачу. На ее основе решаются многие технические задачи. Однако без сбора дополнительной информации и ее переработки научно-технический уровень решения этой задачи, как правило, низок. (На этом уровне разработаны многие рационализаторские предложения локального значения.)

## II. НАУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

### 1. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕОРИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

Научное управление процессом изобретательства немислимо без овладения теорией изобретательства и ее методологией. Методология теории изобретательства — это еще не установившаяся наука. Однако это обстоятельство не должно оправдывать пренебрежение разработанными рекомендациями, стратегическими и тактическими приемами, направленными на оптимизацию протекания творческого процесса изобретателя. «Если бы мы захотели ждать, — говорил К. Маркс, — пока материал будет готов в чистом виде для закона, то это значило бы приостановить до тех пор мыслящее исследование, и уже по одному этому мы никогда не получили бы закона» [3].

Основные предпосылки для развития и эффективности применения методологии теории изобретательства в настоящее время следующие:

— существование огромного фонда описаний изобретений (более 12 млн.), кропотливо собранных сведений об изобретениях, пока еще мало исследованного опыта великих изобретателей (более 5000 чертежей Леонардо да Винчи, 3400 записных книжек и 250 000 других документов Т. А. Эдисона и т. д.), позволяющие посредством ретроспективного анализа реконструировать историю создания изобретений и найти общие закономерности процесса изобретательства;

— около 20 тысяч публикаций, в той или иной мере относящихся к методологическим проблемам технического творчества в рамках разных наук (психологии, философии, истории техники, логики, кибернетики, бионики, информатики и т. д.), интеграция которых позволяет понять механизмы технического творчества;

— огромные масштабы развития технического творчества (только в СССР около 1500 творческих предложений в день), дающие возможность изучения реального творческого процесса;

— существование объективного закона диалектической детерминированности творческого процесса создания изобретений (на протяжении всей истории изобретательства наблюдаются факты создания повторных и одновременных изобретений, выполненных без контакта между авторами и свидетельствующие о наличии единых закономерностей творчества);

— конечность числа типов изобретательских задач (при существовании в каждом типе бесконечного числа конкретных задач), позволяющая создать типовые средства их решения;

— результаты массового обучения методике технического творчества в СССР и США за последние три десятилетия, доказавшие, что творческий потенциал 75—90% обучаемых после обучения повышается;

— бурное развитие наук о человеке, происходящее в последнее время и раскрывающее закономерности интеллектуальной деятельности человека.

Основные задачи методологии теории изобретательства можно охарактеризовать следующим образом:

— выявление диалектико-материалистического содержания теории изобретательства как науки, методологический анализ ее предмета и места в системе научного знания;

— методологический анализ внутренних процессов развития теории изобретательства;

— мировоззренческий, методологический, логико-гносеологический и социологический анализ основных идей, понятий, теорий и методов в этой области;

— обобщение опыта технического творчества, определение типовых проблемных ситуаций и выработка норм деятельности в этих ситуациях;

— разработка новых стратегических и тактических средств решения изобретательских задач, не имеющих пока ни норм, ни строгих правил, ни неоспоримого научного обоснования, например, на основе прогнозов и гипотез наук о человеке или определения возможных путей поиска новых идей.

**Современная методология теории изобретательства базируется на принципах:**

— познаваемости творческого процесса — в творческом процессе нет ничего столь сложного, что принципиально невозможно познать и сознательно использовать для стимулирования и оптимизации этого процесса;

— интеграции и систематизации знаний о творческом процессе — для углубленного познания творческого процесса следует использовать известные явления перехода количества в качество, обобщения, классификации;

— доступности — творчество имманентно присуще человеку, каждый человек обладает известным творческим потенциалом независимо от расы, нации, классовой принадлежности, пола и возраста;

— культивирования — способность к техническому творчеству развивается в трудовой деятельности, особенно ярко проявляется в интересной и любимой деятельности, а сами способности поддаются развитию и культивированию путем обучения;

— стимулирования творческой деятельности — творческие способности зависят от мотивов и ценностей; в обычных условиях способности к творчеству используются в незначительной степени, поэтому существует огромный запас возможностей повышения творческого потенциала;

— единства творческого процесса — процесс создания изобретения отдельным изобретателем принципиально аналогичен процессу создания изобретения малой изобретательской группой.

Важно определить место методологии теории технического творчества среди других наук и ее структуру (рис. 6). Процесс решения изобретательских задач нельзя рассматривать обособленно, отвлеченно от процесса мышления человека. Процесс мышления содержит самостоятельные и несамостоятельные, творческие и нетворческие, осознанно-логические и интуитивно-практические операции (рис. 7). Решение изобретательской задачи — это не только выполнение чисто творческих — интуитивных и систематических — операций. Даже у наиболее плодотворно работающих изобретателей в творческом процессе чисто творческие



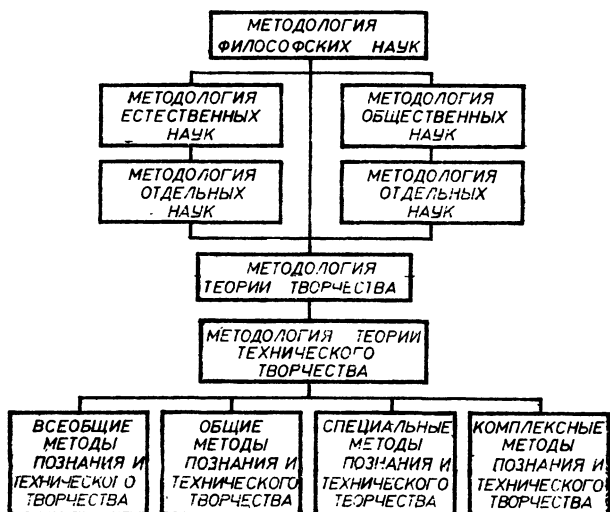


Рис. 6. Место методологии теории технического творчества среди других наук.

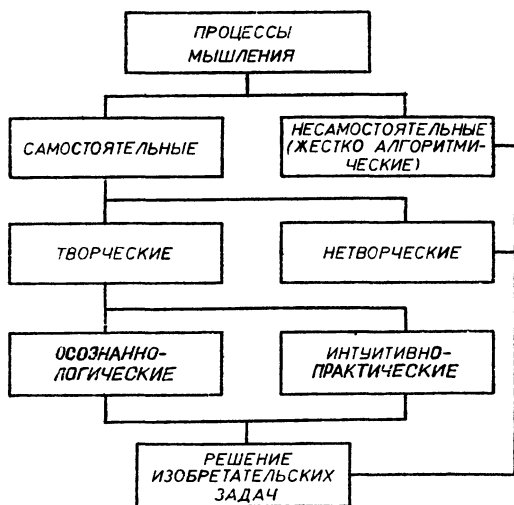


Рис. 7. Процессы мышления и решения изобретательских задач.

операции, как правило, никогда не занимают и половины времени и усилий. Нетворческие операции — необходимая составная часть творческого процесса изобретателя, подготавливающая исходный материал для подсознания, интуиции, догадки, возникновения новой идеи.

Процесс генерирования идеи зачастую является процессом выявления того, что в принципе было возможным, но ранее скрывалось за барьерами, порожаемыми многими объективными и субъективными факторами. Устранение этих барьеров — надежный ключ к оптимизации творческого процесса создания изобретений.

## 2. БАРЬЕРЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

Потенциальные возможности творчества человека, в том числе возможности решения изобретательских задач, огромны и обычно используются в незначительной степени. Успешному использованию скрытых возможностей творчества препятствуют такие объективные и субъективные барьеры, как психологические, функциональные, социологические, физиологические, информационные, а также барьеры физической среды.

К *психологическим барьерам* относятся лень, воображения, рутина, привычка, вера в авторитеты и неверие в собственные силы, боязнь риска, односторонность мышления, отсутствие юмора, недостаточная гибкость мышления, равнодушие и другие факторы, свидетельствующие о слабой мотивации и т. д.

В число *социологических барьеров* входит пренебрежительное или отрицательное отношение к изобретательству со стороны различных институтов, сословий, семьи, друзей, замкнутый образ жизни, явления бюрократизма, автократии, недальновидная техническая политика предприятий и организаций, концептуальные барьеры культуры, несовместимость членов творческих групп и т. д.

Ряд *физиологических барьеров* ограничивает возможности оптимальной реализации творческого процесса изобретателя. Это отсутствие нормальных усло-

вий для протекания физиологических процессов — недостаточность пищи, отдыха, сна, комфорта, слабое здоровье, несоблюдение гигиены интеллектуального труда, неумение использовать физиологические резервы организма и т. д.

К наиболее важным *информационным барьерам* изобретательства относятся исторические (доступность информации прямо пропорциональна ее старению в течение первых десяти лет и обратно пропорциональна — в более поздний период), географические (доступность информации прямо пропорциональна расстоянию от источника информации), ведомственные, резонансные (готовность к восприятию информации), политические, экономические, режимные (засекречивание), терминологические, языковые.

К барьерам изобретательства относятся также *неблагоприятные условия физической среды*, в которой работает изобретатель, в том числе условия его рабочего места, отсутствие необходимых для творческой работы технических средств, шум и т. д.

*Функциональными барьерами изобретательства* являются узкоспециализированный подход к решению изобретательских задач, неудачная постановка задачи, неумелый выбор стратегии и тактики решения, пренебрежительное отношение к методологии теории технического творчества, универсализм, узкорационалистический подход к решению задач и т. д.

Целесообразно провести анализ тормозящего влияния названных барьеров изобретательства в конкретных условиях. В условиях работы советских изобретателей можно устранить социологические и информационные барьеры путем рациональной научной организации труда, создания благоприятного микроклимата для творческой работы и улучшения информационного обслуживания изобретателей. Гораздо более сложной задачей является устранение психологических и функциональных барьеров изобретательства. Эта задача еще ждет решения, хотя существует множество частных советов и рекомендаций, проверенных в изобретательской практике и оказавшихся полезными.

Известны два основных подхода к генерированию изобретательских идей: систематическое мышле-

ние и интуитивный, или случайный, поиск, причем ведутся споры о преимуществах каждого из этих подходов.

Для изобретательской практики на современном этапе доказана полезность обоих подходов, и в обозримом будущем предполагается их дальнейшее развитие.

Систематическая эвристика, интеррогативная логика, кибернетика обладают огромными потенциальными эвристическими возможностями. Все дальше продвигается формализация механизма творческого процесса. Существуют уже проверенные в изобретательской практике эвристические алгоритмы, программы, стратегии, методы и приемы решения изобретательских задач [5, 21, 45]. Однако наиболее оригинальные изобретения до сих пор, как правило, создаются методом проб и ошибок, сознательным использованием случайностей, алогичными приемами. Например, как это ни парадоксально, но чтобы найти оригинальную идею решения конкретной изобретательской задачи, важнее думать не о ней, а о посторонних на первый взгляд вещах. Правда, впоследствии часто оказывается, что эти посторонние вещи и явления по своей внутренней структуре, а иногда по какому-то незначительному признаку в известной мере аналогичны конкретной изобретательской задаче. В других случаях к новой идее приводят ассоциации, метафоры, игры.

### **3. МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНОСТЕЙ**

Почти со всеми самыми известными изобретениями связаны легенды о счастливом случае, которому эти изобретения обязаны своим рождением. Так, по описанию Плиния, финикийские моряки укрыли во время шторма свой корабль с грузом соды в устье реки. Готовя пищу, они на песчаном берегу подложили куски соды под котел и развели под ним огонь. Сняв котел, они обнаружили на песке прозрачную массу и таким путем изобрели стекло. З. Янсен и А. Левенгук, независимо друг от друга, заметили, что через

осколок стекла предметы выглядят иначе, чем обычно, и изобрели микроскоп. Л. Гальвани случайно наблюдал конвульсии ножек препарированной лягушки и открыл принцип работы электрической батареи. А. Зенефельд, случайно положив на отсыревшую бумагу оселок для правки бритвы, заметил, что на бумаге отпечатался рисунок с оселка, и изобрел способ литографической печати. Ч. Макинтош случайно облил каучук нефтью и нашел способ изготовления водонепроницаемых плащей. Ч. Гудбир по рассеянности положил смесь каучука и серы на горячую плиту и открыл способ вулканизации. Ф. Лебон случайно бросил горсть древесных опилок в стоявший на огне стеклянный сосуд и изобрел лампу для газового освещения. Химик Э. Бенедиктус случайно выронил стеклянную колбу, загрязненную раствором коллодия, и, обнаружив, что колба не разбилась, изобрел небьющееся стекло. У. Г. Перкинс, пытаясь создать искусственный хинин, случайно изобрел анилиновые краски.

Аналогичных легенд множество. В основе некоторых из них подлинные факты, другие — просто выдумка биографов.} Некогда широкое распространение имела теория изобретательства, суть которой отражала формула: «случай — отец изобретения». Сейчас известно, что неверны как гиперболизация, так и полное отрицание роли случая. При решении изобретательской задачи в мозгу человека формируется модель решения. Восприятие случайных объектов и явлений часто позволяет мысленно анализировать эту модель и помочь решению изобретательской задачи. Однако случай помогает только тому, кто уже поставил перед собой изобретательскую задачу и только тогда, когда все силы ума мобилизованы на анализ модели решения. Не помогает случай тогда, когда круг интересов, интуиции и опыта человека узок. Использовать случайности в техническом творчестве можно и целесообразно, однако это требует серьезных творческих усилий по осмыслению непонятных случайных явлений, а также навыков анализа неожиданных ситуаций, умения оценивать случайные ассоциации.

Многие изобретатели успешно использовали в своем творчестве случайный поиск. Вполне понятно, что

метод хаотических, слепых проб и ошибок, не основанный на какой-либо концепции, малоэффективен. Более продуктивен случайный поиск на основе более или менее определенной концепции с поэтапной, обратной связью с результатами поиска. Однако и такие концепции зачастую недостаточно ясны, и главными факторами остаются время и число проб, а главным признаком — отсутствие знаний о средствах и методах регулирующих поиск решения изобретательской задачи. Т. А. Эдисон, широко использовавший этот метод, после 50 тысяч проб изобрел щелочный аккумулятор.

Изобретатели давно уже задумывались над возможностью сознательного создания и использования случайностей для генерирования изобретательских идей. Английский писатель Гораций Уолпол в 1754 году ввел по ассоциации с рассказом «Три принца из Серендипа» в английский язык слово *serendipity*, означающее способность в случайных явлениях увидеть полезное. (По рассказу три принца из Серендипа (древнее название острова Шри Ланка) в странствиях целенаправленно использовали случайные стечения обстоятельств и обладали «счастливой способностью обнаружить нечто ценное случайно, во время поисков чего-либо другого».) Нет сомнения, что для генерирования изобретательских идей успешно можно использовать анализ побочных, случайных результатов поиска, результаты случайных наблюдений и даже данные поисков на основе ложного предположения или предпосылки. Однако эти рекомендации, хотя и полезны, в основном рекомендуют пассивные действия: ждать случайных результатов наблюдений, ошибок.

В принципе, однако, случайный поиск может становиться активным. В кибернетике разработана теория случайного поиска. Одним из известных специалистов в этой области является рижский ученый, профессор Л. А. Растрингин [23]. Известна интересная и многообещающая попытка создать на основе его разработки эвристический алгоритм поиска решения конструкторских задач с помощью ЭВМ [21, 22].

### 3.1. МЕТОД ГИРЛЯНД СЛУЧАЙНОСТЕЙ И АССОЦИАЦИИ

изобретатели в своем творчестве всегда использовали случайные явления и ассоциации как источники «подсказки» для генерирования новой идеи. Однако эти подсказки они находили, как правило, неосознанно, без всякого систематического подхода.

Идея целеустремленного генерирования случайностей и ассоциаций привела к созданию нескольких методов сознательного использования случайностей. Одним из них является метод гирлянд случайностей и ассоциаций, отличающийся простотой применения, так как человек способен к практически неограниченному образованию ассоциаций. Метод позволяет быстро найти значительное количество подсказок для новых идей. Рассмотрим простой пример.

*Задача.* Предложить новые и оригинальные полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики.

Поиск идей для решения задачи осуществляется в несколько последовательно выполняемых шагов — с помощью метода гирлянд случайностей и ассоциаций.

*Первый шаг.* Определение синонимов объекта.

Синонимами объекта «стул» являются: кресло, табуретка, пуф. Составляем гирлянду синонимов: стул — кресло — табуретка — пуф.

*Второй шаг.* Произвольный выбор случайных объектов.

Совершенно случайно, например, открыв наугад энциклопедический словарь или любым другим приемом случайного выбора, отбираем несколько имен существительных, которые даже не обязательно должны обозначать технические объекты. Отобранные случайно слова образуют вторую гирлянду — гирлянду случайных объектов, например: электролампочка — решетка — карман — кольцо — цветок — пляж.

*Третий шаг.* Составление комбинаций из элементов гирлянды синонимов и элементов гирлянды случайных объектов.

Составляются комбинации из двух элементов путем попытки объединения каждого синонима рассматриваемого объекта с каждым случайным объектом.

Таким путем получаем: стул с электролампочкой, решетчатый стул, стул с карманами, стул для цветов, стул для пляжа, электрическое кресло, табуретка для цветов.

*Четвертый шаг.* Составление перечня признаков случайных объектов.

Определяются признаки случайно выбранных объектов. Необходимо стараться определить возможно большее количество признаков, однако в течение ограниченного времени, например, в течение 2—3 минут. При этом точность характеристики объекта этими признаками несущественна. Так, электролампочка может иметь признаки любой специальной электролампы (например, признак «фиолетовая», присущий электролампочке, предназначенной для облучения ультрафиолетовыми лучами). Успех поисков в значительной мере зависит от широты охвата признаков случайных объектов, поэтому целесообразно перечислять как основные, так и второстепенные, малозначительные признаки.

Для удобства целесообразно составлять таблицу признаков.

№ пп.	Наименование случайного объекта	Признаки объекта
1	2	3
1	Электролампочка	Стеклоянная, свето- и теплоизлучающая, электрическая, колбообразная, прозрачная, с цоколем, с электроконтактами, матовая, цветная.
2	Решетка	Металлическая, пластмассовая, плетеная, сварная, кованая, гибкая, жесткая, крупная, мелкая, с одинаковыми ячейками, с неодинаковыми ячейками, из разных по толщине, материалу элементов.
3	Карман	Передний, боковой, задний, наружный, внутренний, накладной, ложный, с молнией, для хранения документов, сигарет, зажигалки, носовых платков, денег, письменных принадлежностей, зеркала, карманного фонаря, карманного радиоприемника.



1	2	3
4	Кольцо	Металлическое, деревянное, пластмассовое, витое, сплошное, надувное, эмалированное, с гальваническим покрытием, с гербом, орнаментом, драгоценными камнями, часами, вделанным радиоприемником, для спортивных упражнений, кольцо Сатурна, с прорезью для кольцевания птиц.
5	Цветок	Одноцветный, многоцветный, душистый, колоколообразный, колбообразный, чашеобразный, пятнистый, автоматически поворачивающийся к солнцу, зонтичный, самораскрывающийся, полевой, горный, осенний, водяной, садовый, балконный, весенний, осенний, табачный, с шипами, васильковый, симметричный, нощецветный, тонколистный, лекарственный, волосистый, водяной.
6	Пляж	Морской, речной, солнечный, песчаный, галечный, гладкий, бугристый, узкий, широкий, длинный.

*Пятый шаг.* Генерирование идей путем поочередного присоединения к техническому объекту и его синонимам признаков случайно выбранных объектов.

Так, например, присоединяя к гирлянде синонимов «стул—кресло—табуретка—пуф» гирлянды признаков электролампочки, можно получить следующие соединения: стеклянный стул, теплоизлучающее кресло, колбообразный пуф, прозрачное кресло, табуретка с цоколем, стул с электроконтактами, матовое кресло, металлический стул, пластмассовый стул, плетеное кресло, кованая табуретка, гибкий пуф, разноцветный пуф, кресло с карманом для хранения сигарет и зажигалки, надувной пуф, эмалированная табуретка, пуф с орнаментом, кресло со встроенным радиоприемником, кресло с вделанными часами, колоколообразный пуф, кресло с зонтиком и т. д.

Аналогично образуется перечень новых конструкций, получаемых путем поочередного присоединения к гирлянде синонимов признаков других случайных объектов — решетки, кармана, кольца, цветка и пляжа.

### *Шестой шаг. Генерирование гирлянд ассоциаций.*

Поочередно из признаков случайных объектов, выявленных на четвертом шаге, генерируются гирлянды свободных ассоциаций. Для каждого из отдельных признаков они могут быть практически неограниченной длины, поэтому генерирование следует ограничить по времени или по количеству элементов гирлянды. Если генерирование гирлянд ассоциаций осуществляется коллективно, то каждый член коллектива занимается этим самостоятельно. Практика показывает, что гирлянды ассоциаций практически никогда не совпадают, хотя первые элементы иногда и бывают одинаковыми.

Рассмотрим, например, генерирование гирлянды ассоциаций по первому признаку случайного объекта «электrolампочка». Этим признаком является эпитет «стеклянная». Гирлянда ассоциаций создается путем постановки вопроса: что напоминает слово «стеклянная»? 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 ассоциации, 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, под которым отдыхают в летние солнечные дни. Солнце может нам напомнить эллиптические орбиты, по которым движутся планеты и летают космонавты, которых так любят дети. Дети посещают школы, имеющие свои кинопередвижки. Понятие передвижки может ассоциироваться с передвижением швейной машины на колесиках. Колесо изобретено в Индии, которая расположена далеко. Дальние расстояния быстрее всего преодолеваются на самолете. Самолетами управляют летчики, которые в случае аварий могут катапультироваться. Катапульты применяются для запуска летательных аппаратов в воздух с военных кораблей, охраняющих морские границы. На морских пляжах отдыхают отпускники и т. д.

Гирлянда ассоциаций в этом случае будет выглядеть следующим образом: стекло — волокно — вяза-

ние — бабушка — ревматизм — курорт — юг — жара — спасение — тень — зонтик — крыша — сад — беседка — лето — солнце — эллипс — орбита — планета — космонавт — дети — школа — кино — передвижка — швейная машина — колесо — Индия — самолет — летчик — авария — катапульта — летательный аппарат — воздух — военный корабль — море — граница — пляж — курорт — отпускник.

Аналогичным образом создается гирлянда ассоциаций по всем другим признакам электролампочки. Затем генерируются гирлянды ассоциаций по всем признакам других технических объектов, перечисленных в таблице четвертого шага. Количество элементов всех гирлянд может быть весьма внушительным. В таблице четвертого шага перечислено около ста признаков. Если по каждому признаку генерировать гирлянду, состоящую в среднем из сорока элементов, то общее количество элементов всех гирлянд достигнет 4000.

*Седьмой шаг.* Генерирование новых идей.

К элементам гирлянды синонимов технического объекта поочередно пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций.

Так, например, используя только первую гирлянду ассоциаций, можно получить следующие сочетания: стеклянный стул, кресло из стекловолокна, вязаный пуф, табуретка для бабушки, кресло для лечения ревматизма, курортное кресло, кресло от жары (или создающее жару), спасательный стул, кресло с зонтиком, кресло с крышей, садовый стул, табуретка для беседки, летний стул, солнечное кресло (для загара), кресло для отдыха, эллипсообразный пуф, стул для космонавта, детская табуретка, школьный стул, кресло для кинозала, кресло на колесиках, индийский пуф, самолетное кресло, кресло летчика, спасательный стул при авариях, катапультируемое кресло, кресло для летательных аппаратов, пуф, наполненный воздухом, корабельное кресло, кресло для пляжа и т. д.

Как мы видим, при генерировании этих сочетаний иногда образуются несовместимые или, на первый взгляд, лишенные рационального содержания сочетания слов.

*Восьмой шаг.* Выбор альтернативы.

На этом шаге решается вопрос: продолжать генерирование гирлянд ассоциаций или их уже достаточно для отбора полезных идей.

После предыдущего шага нам уже известно, есть ли среди сочетаний синонимов технического объекта с элементами гирлянд ассоциаций достаточное количество оригинальных и заманчивых идей. Если по предварительной оценке таких идей мало, можно продолжить создание гирлянд ассоциаций, начиная с какого-нибудь нового элемента гирлянд, созданных на шестом шаге, и действуя подобным же образом.

*Девятый шаг.* Оценка и выбор рациональных вариантов идей.

Генерирование новых вариантов решения задачи в предыдущих шагах, как правило, дает множество вариантов — сотни и тысячи. Среди множества нерациональных, тривиальных и даже нелепых идей, как правило, всегда найдутся оригинальные и рациональные. Если в течение короткого времени можно найти тысячи вариантов решения, то нас вполне удовлетворит положение, при котором хотя бы несколько вариантов будут рациональными. В практике обучения слушателей латвийских народных университетов технического творчества количество рациональных вариантов заметно колебалось в зависимости от вида задачи, навыков генерирования ассоциаций, а также от выбора случайных объектов. Однако процент рациональных решений среди всех вариантов всегда находился в пределах 2—50. Отметим любопытную закономерность: количество рациональных вариантов обратно пропорционально их оригинальности. Это свидетельствует о том, что высокий процент рациональных вариантов решений нельзя считать положительным явлением. Наилучшие результаты достигались при 10—15% рациональных идей.

Отбор рекомендуется производить в несколько этапов. Сперва вычеркиваются явно нерациональные варианты. Затем из общего количества отбираются наиболее оригинальные варианты сомнительной полезности. Это решения, которые привлекают своей неожиданностью, удивляют нас подходом, которому мы еще не встречали аналогии. На первый взгляд они кажутся бесполезными или малоперспективными в смысле

удовлетворения актуальных общественных потребностей. Список таких вариантов целесообразно изучать через некоторое время с привлечением экспертов или творческого коллектива.

В список рациональных решений включаются варианты, наилучшим образом отвечающие нашим конкретным целям, требованиям производства, возможностям и актуальным потребностям.

*Десятый шаг.* Отбор оптимального варианта.

Отбор оптимального варианта из рациональных осуществляется разными приемами оптимизации. Весьма простым и эффективным является метод экспертной оценки. При формировании группы экспертов целесообразно включить в ее состав конструкторов, технологов, экономистов, психологов, дизайнеров, коммерческих работников, представителей торговли и потребителей, а в ряде случаев и других специалистов — в области моды, стандартизации, информатики и т. д.

Анализ показывает, что найденные идеи разнообразны по своему существу и в данном случае могут быть классифицированы по предлагаемому изменению:

— функционального назначения объекта (кресло для лечения ревматизма, кресло для загорания и т. д.);

— конструкции объекта (кресло с зонтиком, кресло со встроенным радиоприемником и т. д.);

— технологии изготовления объекта (плетеное кресло, эмалированный стул и т. п.);

— материала (стеклянный стул, пластмассовое кресло и т. п.);

— формы объекта (чашеобразное кресло, эллипсообразный стул и т. п.);

— принципа действия (передвижной стул, катапультируемое кресло);

— внешнего вида и оформления (прозрачное кресло, разноцветный пuf и т. п.).

Идеи, классифицированные подобным образом, иногда целесообразно комбинировать, для того чтобы конкретизировать идею создания нового объекта. Так можно получить, например, идеи создания чашеобразного теплоизолирующего эмалированного металлического передвижного кресла для лечения ревматизма, эллипсообразного пластмассового кресла с зонтиком

(для пляжа), с карманами для сигарет и зажигалки, со встроенными часами и радиоприемником и т. д.

При комбинировании идеи следует учесть, что прием нельзя ограничивать механическим поиском комбинаций: любой из комбинируемых признаков свободно может быть заменен другим, более подходящим для конкретных условий. Такой замене подлежат в первую очередь признаки, целесообразность использования которых при заданных условиях вызывает сомнение. В некоторых случаях целесообразно выбрать не одно оптимальное, а небольшое количество (2—3) конкурирующих решений для предварительной разработки, по итогам которой принимается окончательное решение.

Рассматриваемый метод прост, эффективен и практически проверен в изобретательской практике. Однако диапазон его применения на данном этапе разработки сравнительно узок. Некоторые приемы, направленные на расширение диапазона возможного применения метода, разрабатываются в Рижской общественной лаборатории методики технического творчества республиканского совета ВОИР.

### 3.2. МЕТОД «СОВЕЩАНИЯ ПИРАТОВ»

Известна легенда о том, как корабль пиратов терпит крушение и команда, выброшенная на незнакомый, возможно, вражеский, берег, попадает в проблемную ситуацию. От правильного выбора дальнейших действий в условиях острого дефицита информации и ограниченного времени зависит жизнь пиратов. Признав необходимым провести коллективное обсуждение положения, капитан решает созвать совещание всей команды. Необходимо срочно найти оригинальные и эффективные идеи, для того чтобы сохранить команду, спасти поврежденное судно, выброшенное на мель.

Совещание пиратов проходит следующим образом. Выступают обязательно все пираты. Если кто-то не имеет серьезного предложения, он может бросить подходящую к ситуации шутку, пословицу, остроумно описать другую аналогичную ситуацию, дать положи-

нию меткую смешную характеристику, иносказательно, образно оценить его и т. д. Строго соблюдается очередность выступлений: первым свое предложение вносит юнга, затем матросы, боцман, офицеры (соответственно по рангам) и, наконец, капитан.

При повторном обсуждении допускается другая формулировка того же вопроса или выдвижение для обсуждения частного вопроса первоначальной проблемы.

Решение по обсуждаемой проблеме вправе принимать только капитан, который откладывает оценку идей до конца обсуждения. Капитан может поручить ведение совещания старшему офицеру, а сам только следить за его ходом, анализировать высказывания и принимать решения. Обычно никто не имеет право критиковать высказанные предложения, шутки, идеи. Вопросы задает только капитан, он же поощряет оригинальные высказывания. Если обсуждение проходит слишком серьезно или вяло, капитан может прервать обсуждение шуткой, анекдотом, поощряющим или уместным дополнительным вопросом. Он может предложить в течение некоторого времени (например, в течение 5 минут) высказывать только шуточные предложения.

Метод «совещания пиратов» можно использовать для поиска изобретательских идей в малом изобретательском коллективе. Творческая бригада, иногда дополненная приглашенными со стороны, ведет обсуждение проблемы в соответствии с изложенной процедурой. Желательно, чтобы приглашенные лица были знакомыми и чтобы они не были выше руководителя совещания по рангу. Желательно также, чтобы совещанием руководил тот участник, который среди членов группы пользуется наибольшим авторитетом, независимо от его служебного положения.

Руководитель определяет очередность выступлений и объявляет тему. Задача должна быть сформулирована без использования специальных терминов; начинать обсуждение зачастую целесообразно с рассмотрения приемов реализации физического принципа, лежащего в основе функции, выполняемой техническим объектом. Если, например, необходимо решить задачу создания новой конструкции холодильника,

электробритвы, ткацкого станка, то обсуждение можно начать с выявления соответственно способов охлаждения, разделения и объединения. После первого опроса членов совещания руководитель ставит новый вопрос, направленный на развертывание оригинальной идеи (если таковая была высказана при первом опросе) или на использование элементарных методов решения изобретательских задач — аналогии, инверсии, объединения, разделения, трансформации, транслокации, интенсификации и т. д. На каждый поставленный вопрос отвечают все участники совещания в очередности условно установленных руководителем рангов. Вопросы задает лишь руководитель совещания. Критика на этом этапе обсуждения запрещена. Однако, получив ответы на все вопросы, руководитель может отобрать несколько предложений для последующего этапа рассуждений, посвященного специальной критике и оценке. Предложения можно критиковать как в серьезной, так и в шуточной форме. На этапе критических замечаний запрещается любая защита предложения. Автор предложения в ходе критического обсуждения также должен высказать критические замечания по своему предложению. Общий итог критических замечаний подводит руководитель совещания.

Заключительным этапом работы совещания является защита критикованного предложения. На этом этапе критика снова запрещена, высказываться можно только в пользу предложения, однако можно и даже желательно предлагать идеи по его усовершенствованию, конкретизации. Можно также предложить новые области использования обсуждаемого предложения, варьировать, видоизменять, модифицировать идею предложения.

Оптимальная численность участников совещания — 5—8 человек, но не более 10. Если для обсуждения задачи привлекается коллектив, состоящий из большего числа людей, их следует разделить на несколько групп, проводящих обсуждение параллельно.

При обучении методике изобретательства слушателей латвийских народных университетов технического творчества хорошие результаты давало разделение обучаемой группы на четыре подгруппы, выполняющие



разные функции: а) группа генерирования идей, б) группа критической оценки идей, в) группа защиты критически рассмотренных идей и генерирования контридей и г) группа экспертов для подведения итогов. Группы работают последовательно и располагают результатами предшествовавшего обсуждения. Руководитель предыдущего обсуждения присутствует на последующем обсуждении без прав высказывания — ему могут быть заданы вопросы о предшествовавшем обсуждении.

### 3.3. МЕТОДИКА СИНЕКТИКИ

Основоположителем синектики как методики изобретательства является автор пятидесяти изобретений В. Дж. Гордон — личность весьма своеобразная. Он обладал неплохими знаниями в области истории, биохимии, физики, психологии, философии, которые изучал в Пенсильванском, Калифорнийском, Гарвардском и Бостонском университетах. Поведение его отличалось экстравагантностью, он щеголял рыжей бородкой и красными шароварами. Ознакомившись с основами биохимии, он, например, решил выращивать в Хемпшире беконных свиней, пользуясь только витаминами и гормонами. Осуществление идеи не дало ожидаемых результатов, но В. Дж. Гордон очень радовался полученному побочному эффекту: оказалось, что его питомцы — самые быстрые свиньи на всем юге США и способны прыгать на высоту до четырех футов. Этот «богохульный Дед-Мороз», как его называли коллеги, организовал в 1952 году при фирме «Артур Д. Литл» творческую группу изобретателей, в состав которой вошли биолог, архитектор, работавший авиационным инженером, дипломированный психолог, работавший кларнетистом в джазе, и дизайнер. К удивлению всех, группа предложила много технических решений на уровне изобретений. Следует отметить, однако, что первые разработки не отличались эффективной полезностью и лишь немногие из них были внедрены.

Некоторые из первых методических принципов Гордона не выдержали практической проверки. Свою концепцию после некоторой проверки он изложил

в монографии [35] и в 1960 году вместе с единомышленниками организовал специальную фирму по обучению творческому мышлению — «Синектикс инкорпорейтед». К 1970 году фирма обучила более 2000 человек. В настоящее время президентом является бывший помощник В. Дж. Гордона Джордж М. Принс [45]. В. Дж. Гордон с 1965 года больше не участвует в работе фирмы.

Слово «синектика» — неологизм, понимаемый как «объединение разнородных элементов». Теоретической основой синектики является утверждение, что творческий процесс познаваем и его описание может быть использовано для разработки методических указаний по оптимизации этого процесса. Творческий процесс отдельного лица аналогичен творческому процессу коллектива людей. Иррациональный момент в творческом процессе важнее рационального. Авторы методики считают, что, как правило, в латентном состоянии находится гораздо больше творческих способностей человека, чем это обычно предполагают. Эти способности можно актуализировать и стимулировать.

Первая группа синекторов была организована в Кембридже и состояла из разнородных специалистов. Профессор психологии Гарвардского университета Дж. Брунер рассказывает, что его пригласили для изучения психологических особенностей работы высокопродуктивной группы изобретателей в одной фирме промышленных консультаций. Это была странная группа: хотя она работала над проблемами, которые, строго говоря, можно назвать «техническими», в ее составе не было ни одного инженера. В течение года Брунер был членом этой группы, участвуя в конструировании защитной одежды для команд грузчиков на стартовых площадках ракет, где транспортируются опасные взрывчатые вещества. По мнению Дж. Брунера, этот опыт был поучительным в том смысле, что, несмотря на отсутствие у него интереса к защитной одежде, ракетам и взрывчатым веществам, он увлекся делом и действительно предложил несколько приемлемых идей и изобретений, относящихся к способам одевания, снятия и очистки защитной одежды грузчиков [30].

Методика синектики учитывает, что поспешность

сбора изобретательских идей без углубления в условия задачи нередко сводит групповые обсуждения к пустому обмену мнениями. Другой особенностью методики синектики можно считать стремление избежать самоудовлетворенности при появлении первой идеи, которая кажется блестящей и тормозит возникновение других идей:

Генерирование изобретательских идей осуществляется на сессиях синекторов. Интересной особенностью проведения таких сессий является концепция, что никто, кроме руководителя сессии, не должен быть посвящен в конкретные условия изобретательской задачи. Преждевременное четкое формулирование задачи влечет за собой затруднения в абстрагировании от привычного хода мышления и проторенных путей.

Сессии синекторов, как правило, начинаются не с точной постановки задачи, а с обсуждения некоторых признаков задачи, например, с рассмотрения общей функции, выполняемой создаваемым техническим объектом. Если, например, должна решаться проблема обеспечения большого города стоянками автомашин, дискуссия может быть начата с обсуждения вопросов хранения запасного оборудования. Обсуждение вначале охватывает широкий диапазон общих идей, которые постепенно конкретизируются вопросами руководителя сессии, умеющего направить обсуждение в желаемое русло.

Организация проведения сессии синекторов заимствована из арсенала методов мозговой атаки А. Ф. Осборна [43]. Сессии синекторов дают наилучшие результаты, когда численность участников равна 5—7.

Проведение сессий синекторов отличается от проведения сессий мозговой атаки использованием других приемов психологической настройки, применением некоторых видов аналогий и использованием так называемых операционных механизмов.

При решении изобретательских задач методика синектики рекомендует использовать «механизмы творчества». Часть этих механизмов авторы методики предлагают развивать обучением, развитие другой части не гарантируется. Первые называют «операционными механизмами», к ним причисляют прямую, личную и символическую аналогию. Такие явления, как

интуиция, вдохновение, абстрагирование от обычного контекста, свободное размышление, использование не относящихся к делу возможностей, применение метафор и элементов игры, считают «неоперационными механизмами», развитие которых не гарантируется обучением, хотя может оказать на их активизацию положительное влияние.

Содержание синектического процесса по мере развития методики неоднократно изменялось. В первоначальном варианте члены группы сперва обучались применению «механизмов творчества». Затем организовывались сессии синекторов. Подлинное содержание задачи было известно лишь руководителю сессии. Размышления синекторов начинались с обсуждения главного вопроса, поставленного в общей форме. Руководитель задавал наводящие вопросы.

Рассмотрим пример такой сессии синекторов.

Руководитель сессии решает, что физическая сущность процесса стрижки газонов состоит в разделении травы — отделении ее верхушки. Темой обсуждения он решает выдвинуть способ разделения. Участникам сессии ничего не говорится о стрижке газонов.

Уже на этом первоначальном этапе сессии руководитель мог бы направить дискуссию на специальную тему. Из принципа работы центри-

*Задача.* Найти новый эффективный принцип машинки для стрижки газонов (косилки).

*Руководитель.* Предметом обсуждения на нашей сессии является проблема разделения. Придумайте разные способы разделения вещей и материалов. Старайтесь проводить дискуссию свободно и непринужденно. Имеются ли вопросы? Нет? Тогда начнем.

*Билл.* Выделение соли из соляного раствора можно осуществлять с помощью ионов и посредством электролиза.

*Руководитель.* Вы предлагаете электрохимическую реакцию.

*Поль.* Можно применять также химическую реакцию.

*Альберт.* Сыпучие материалы различной величины можно разделять ситом.

*Джим.* Твердые частицы от жидкости можно отделить посредством центробежной силы.

*Руководитель.* Да, мы используем центрифугу, когда отделяем сливки от молока.

*Мэри.* Выход судна из дока также является видом разделения.

*Джим.* Равно как и отделение

фуги можно заимствовать идею использования быстро вращающегося перфорированного барабана для стрижки газонов. Быстро вращающийся барабан ассоциируется с электробритвой. Принцип лезвия, вращающегося внутри перфорированного кожуха, мог быть положен в основу потенциального решения задачи.

Здесь руководитель может усмотреть иное решение задачи о стрижке газонов. Ацетиленовая горелка позволяет применять пламя для сжигания верхушек травы. Можно применять также нагретую проволоку. Последняя будет обладать некоторыми преимуществами (малый вес аппаратуры, легкость перемещения, удобство обслуживания).

Эти слова позволяют усмотреть еще одно потенциальное решение задачи. Видимо, траву газонов можно обрабатывать химикатами, чтобы регулировать ее рост.

Сужение области поиска идей.

желтка от белка яйца во время приготовления кекса.

*Билл.* Расщепление атома.

*Альберт.* Разделение происходит, когда человек кидает мяч.

*Руководитель.* Каким образом происходит разделение, когда спортсмен кидает мяч? Сила приложена к...?

*Альберт.* Здесь действуют две силы. Сила земного притяжения и сила приложенного толчка. Если спортсмен не толкнет его рукой, мяч останется на месте.

*Билл.* Если снежный мяч долго держать в руке, он растает. Ведь это тоже разделение.

*Руководитель.* Это будет разделение посредством тепла и разности температур. Какие могут быть другие способы разделения теплом?

*Билл.* Сварочный аппарат разрезает металл на куски пламенем.

*Альберт.* Хирурги осуществляют разделение, например, когда удаляют аппендикс. Процессы разделения распространены в природе, например, отделение листьев от дерева.

*Джоан.* Деление клеток.

*Альберт.* У многих животных линяет шерсть. Мы отделяем устриц от раковин, когда их кушаем.

*Кейт.* Когда мы засыпаем, мы отделяем бодрствующее сознание от подсознания. Мы как бы отделяем себя от нормальной психической среды.

*Альберт.* Когда мы хмелеем, мы отделяем себя от реального мира.

*Джо.* То же самое происходит в случае применения наркотических веществ.

*Джим.* Одной из основных проблем в организации системы знаний является отделение одной части знаний от другой.

*Альберт.* Мы отделяем работу от игры.

*Руководитель.* Уточним нашу проблему. Требуется размышлять в понятиях физического разделения и отделения разных предметов и материалов.

*Джо.* Разрезание ножом.

*Джим.* Гильотинирование.

*Джо.* Инструмент для разделения должен быть острым и узким. Тупой инструмент не даст качественного разделения.

*Джин.* Удаление зуба зубным врачом.

*Билл.* Разделение выпариванием.

*Джован.* Длительное испарение может быть средством разделения.

*Джим.* Ампутация.

*Альберт.* Мы разделяем пищу, когда кушаем.

*Джим.* Отделение зерна от мякины веялкой.

*Поль.* Лесоруб отделяет дерево от корня.

*Джим.* Распиловку древесины осуществляют циркульной пилой.

Из этого сообщения руководитель может извлечь идею рассеивания срезанной травы в процессе стрижки газонов.

На основе принципа циркульной пилы может быть развита основная идея об аппарате для стрижки газонов, содержащем ротационное лезвие.

Как видно из приведенного протокола сессии синекторов, обсуждение дает серию идей, целесообразность применения которых должен определить руководитель.

Однако традиционная методика синектики за последние годы претерпела значительные изменения. Последователи В. Дж. Гордона разработали элементы и последовательность операции при осуществлении синектического процесса [45]. Структура современного синектического процесса показана в виде блок-схемы на рис. 8.

Процесс начинается с формулирования проблемы в общем виде. Затем эксперт поясняет проблемную ситуацию. Присутствующие в последнее время на сессиях синекторов эксперты — это специалисты в области обсуждаемых проблем. Эксперт должен быть подготовлен к обсуждению и ознакомиться с основами синектики. Он является помощником руководителя, может давать пояснения в области технической политики в данной отрасли, задавать наводящие вопросы. Главная задача эксперта — выявление полезных и конструктивных идей путем оперативного анализа высказываний.

Обычно на начальной стадии обсуждения проблемы участники стремятся найти решение проблемы сразу же, без соблюдения синектической процедуры. Стремление быстро получить решение, как правило, свидетельствует о неопытности изобретателя. Специалисты по синектике считают, что эти первые идеи зачастую тормозят творческое мышление участников. По этой причине путем анализа первых решений эксперт стремится показать их слабые стороны и разъяснить действительный характер проблем.

Шаг выявления «проблемы, как ее понимают» (ПКП — терминология синектики) заключается в формализации проблемы в том виде, как ее понимают участники сессии синекторов. Каждый участник, включая эксперта, обязан найти одну, и причем оригинально сформулированную, цель решения проблемы. Руководитель записывает эти цели на доске. С психо-

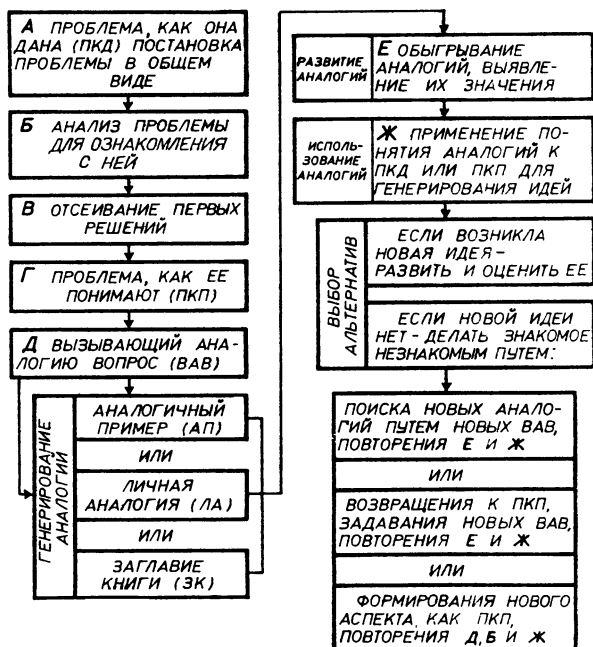


Рис. 8. Структурная схема синектического процесса.

логической точки зрения эта процедура облегчает понимание проблемы и способствует возникновению желания решить ее самому. По существу, в большинстве случаев этот шаг означает дробление проблемы на части.

В дальнейшем ходе эксперимента руководитель ставит вопросы, вызывающие аналогию (прецедент). Пример-прецедент основан на аналогичных фактах, явлениях, ситуациях. В процессе нахождения таких примеров современная методика синектики использует разные виды аналогии. В соответствии с первоначальной концепцией Гордона синекторы использовали четыре вида аналогий — личную (эмпатию), прямую, фантастическую и символическую. Фантастическую аналогию позднее перестали выделять, как не имеющую точно определяемых признаков. Прямая аналогия по мере накопления опыта применения методики превратилась в поиск аналогичных примеров в широком смысле, основанных на любом виде аналогии. Символическая аналогия, в свою очередь, приняла форму конкретного приема поиска названия книги, характеризующего в парадоксальной форме определенное понятие.

Поиски названия книги — это оригинальный прием поиска аналогий, предложенный методикой синектики. В практике сессий синекторов поиск оригинального названия книги понимают как в высшей степени сжатую формулировку смысла ключевого слова (часто в поэтической форме), выбранного при рассмотрении ПКП или связанного с предложенными аналогиями. Сперва руководитель сессии выбирает ключевое слово, затем предлагается выразить сущность этого слова в виде короткого определения, носящего парадоксальный характер и состоящего из существительного и прилагательного. Приведем примеры.

Ключевое слово	Название книги
Храповый механизм	Надежная прерывистость
Ядро атома	Энергичная незначительность
Мишень	Фокальное стремление
Раствор	Взвешенная неразбериха
Восприимчивость	Непроизвольная готовность
Кислота	Грязный агрессор
Пулеметная очередь	Объединенные перерывы



Танец  
Пламя  
Наждачный круг  
Прочность

Вертикальное склонение  
Видимая теплота  
Точная шероховатость  
Принудительная целостность

Этот прием требует наличия определенного навыка. По правилам синектики названия книг должны выбираться так, чтобы они: а) отражали сущность ключевого слова, б) содержали парадокс и в) были оригинальными. Такая задача не всегда легко решается даже тренированным коллективом (в приведенной таблице не все названия отвечают требованиям). Поэтому первые названия стараются улучшить, придав им большую оригинальность, парадоксальность, четкость определения. Пять — десять попыток, как правило, всегда дают искомый результат.

Личная аналогия (персональная аналогия, эмпатия) понимается как отождествление себя с техническим объектом (устройством, машиной, веществом). Применение личной аналогии имеет целью добиться лучшего понимания задачи, определения условий ее осуществления, выявления ряда факторов, связанных с решением задачи, но обычно ускользающих от внимания. В некоторых случаях прием позволяет найти принципиальное решение технической задачи на уровне изобретения.

Рассмотрим пример.

**Задача.** Предложить оригинальный механизм управления валом технического объекта, вращающимся с изменяемой скоростью  $V=400\text{—}4000$  об/мин при условии, что конец вала, с которого снимается мощность, должен вращаться с постоянной скоростью  $V=400$  об/мин.

Для наглядности задача излагалась графически. Членам группы предлагалось мысленно представить себе, что они находятся в «черном ящике» и там должны обеспечить при переменной скорости входного вала  $400\text{—}4000$  об/мин постоянную скорость  $V=400$  об/мин выходного вала.

Приведем протокольную запись размышлений синекторов.

А. Я в ящике. Хватаю входной вал одной рукой и выходной — другой. Когда чувствую, что входной вал вращается слишком быстро, я позволяю ему

проскальзывать, чтобы обеспечить постоянную скорость выходного вала.

**В.** Как ты определяешь скорость вращения валов?

**А.** Смотрю на часы и считаю.

**С.** Как ты там себя чувствуешь?

**А.** Мои руки чересчур нагреваются, по крайней мере, одна работающая как муфта скольжения.

**С и В.** Мы направляемся к тебе в ящик.

**В.** Я уже вижу себя сам там, но не могу ничего поделать. У меня нечем замерить количество оборотов вала и время. Я, пожалуй, в том же положении, что и **А.**

**С к Д.** Ну, а ты?

**Д.** Я в ящике. Пытаюсь быть регулятором. Если я хватаю входной вал руками, а на выходном валу есть диск, на который я могу нажать ногами, то я ставлю ступни на край этого диска. Я бы хотел, чтобы мои ступни уменьшились, когда скорость вращения входного вала увеличивается. Тогда уменьшилось бы трение, и я, держась за выходной вал, сохранял бы скорость его вращения постоянной. Если пропорционально увеличению скорости вращения входного вала мои ступни уменьшались бы, движущая сила оставалась бы одинаковой.

**С.** А как бы ты сделал, чтобы твои ступни становились меньше?

**А.** Лучше подскажи, как сохранить трение постоянным.

**Е.** Если бы каким-то образом ваши ступни сближались на диске по мере увеличения скорости вращения входного вала, то уменьшалось бы отношение плеч рычага.

**С.** Поскольку мы боремся с центробежной силой, целесообразно пренебречь законом Ньютона.

**Е.** Если бы иметь антиньютоновскую жидкость, т. е. жидкость, которая притягивалась бы к центру вместо того, чтобы отбрасываться от него.

**В.** Тогда у нас была бы антигравитационная машина.

**Е.** Прекрасно.

**А.** Единственный предмет, который мог бы приближаться к оси вращения — это нить или струна

с грузом на конце. Вы вращаете нить, и она наматывается на что-то, причем на любую часть своей длины.

*Е.* Представьте себе пучок, состоящий из множества резиновых лент. Чем быстрее движется вал, тем больше закручиваются резиновые ленты.

*С.* Но в таком случае твои ленты должны быть способны постоянно привязываться и отвязываться или расходиться и сходиться, не правда ли?

*Е.* Возможно, но это не муфты.

*В.* В какой же форме представить себе эту антиньютоновскую жидкость?

Основываясь на этом принципе, один из синекторов предложил конструктивное решение. Предложенный вариант был работоспособным, но пригодным лишь для чувствительного устройства малой мощности. Несколько позднее другой член группы предложил механический аналог жидкостного устройства (пучок велосипедных цепей), работающий по тому же принципу и оказавшийся высокоэффективным.

Опыт проведения сессии синекторов показывает, что для развития личной аналогии целесообразно последовательно использовать три приема: а) описание фактов воображаемого положения технического объекта от первого лица, б) описание эмоций и чувств, приписываемых объекту от первого лица и в) эмпатию, «отождествление» себя с техническим объектом, живание в его цели, функции, трудности.

Поиск нового подхода к решению задачи на основе использования оригинальных метафор, иносказаний, образов — наиболее сложная часть синектического процесса. Для облегчения его применяются разные приемы: сознательное использование случайностей путем генерирования ассоциаций, возвращение группы к анализу ранее высказанных идей, развитие метафор путем нахождения связей между рассматриваемыми элементами, статического или динамического объединения элементов, снятия ограничений, а также грубое нарушение обычных правил с последующим анализом возможности примирения этих нарушений с реальными условиями.

Если новые идеи найдены, их развивают и оценивают, если нет — необходимо возвратиться к началу синектического процесса, используя данные предыду-

щего обсуждения для иной формулировки задачи. Рассмотрим пример решения изобретательской задачи приемами современной синектики [45].

Задачу объявляет руководитель сессии синекторов.

Проблему формулирует эксперт.

Анализ осуществляют участники сессии совместно с экспертом.

Каждый участник сессии формирует свой подход к сущности проблемы, т. е. конкретную задачу или подзадачу.

Найти способ предсказания мест утечки было бы наиболее рациональным решением, однако руководитель группы предпочел вести поиск способом прямого действия. В дальнейшем сессия синекторов проходила следующим образом.

Руководитель решает начать обсуждение с прямой аналогии в области психологии.

*Задача.* Найти способ контроля шин на воздухопроницаемость.

*Проблема, как она дана (ПКД).* Предложить недорогой экспресс-метод обнаружения мест утечки воздуха в шинах автомобильного колеса на заключительном этапе выпуска продукции.

*Анализ.* У производителя автомобилей, на которых надеты бескамерные шины, возникли затруднения с обнаружением мест утечки воздуха. В некоторых шинах имеются не обнаруженные микропоры. После монтажа автомашины размещаются на стоянке всего в нескольких сантиметрах друг от друга, и если шина автомобиля сядет, ее осмотр и исправление затруднительны. Производитель ввел 100% контроль, однако для этого пришлось покрывать шины с помощью пульверизатора краской и ввести лучевой контроль. Места утечки обнаруживаются, но способ заметно увеличивает расходы по монтажу.

*Проблема, как ее понимают (ПКП).*

1. Как найти места утечки, используя их свойства?

2. Как предсказать возможное расположение мест утечки?

3. Как найти способ самоустранения утечки?

*Руководитель.* Отложим рассмотрение задачи. Предложите, пожалуйста, способы психологического самосовершенствования.

*Рон.* Забвение.

*Руководитель.* Да, уточните мысль.

*Рон.* Мне кажется, что способность

забывать страдания есть условие самозлечения.

*Руководитель.* Если я правильно понимаю, вы предпочитаете снять продолжительное расстройство путем забвения его причины?

*Рон.* Совершенно верно.

*Эксперт.* Предрассудок.

*Руководитель.* Верно, предрассудок тоже может быть способом самозлечения.

*Эксперт.* Предрассудок, видимо, направлен на повышение порога терпения или на преодоление страха, неуверенности, волнения. Однако я в этом не уверен.

*Руководитель.* Это не важно. Значит, вы предполагаете, что если я чувствую себя неловко в обществе негра, то чтобы освободить себя от неловкости, я создаю себе предрассудок?

*Эксперт.* Это близко к моему мнению, но вы можете создать у себя чувство неловкости и предрассудки еще до того, как вы действительно встретите негра.

*Руководитель.* Верно. Остановимся на идее предрассудка. Представьте себя в роли предрассудка. Как Дик?

*Дик.* Я чувствую себя непобедимым и в некоторой мере презираю личность, в которую я проник. Она никогда не оспаривает мои права, и в ее иерархии предрассудков я столь же важен, как невозможность выпрыгнуть из окна небоскреба.

*Руководитель.* Имеются у кого-нибудь другие ощущения?

*Алек.* Я весьма признателен своему хозяину: если бы он не поддерживал меня, я не мог бы существовать. Я пытаюсь служить ему и приходить ему на ум почаще, чтобы избавить его от неуверенности и страха.

*Рон.* Я честолюбив, и если я появился, я пытаюсь расти независимо от того, что предпринимает хозяин, я пытаюсь войти к нему в доверие. Если ему прижало пальцы в дверях автобуса, я говорю: смотри, это все из-за того, что негр по пути домой околдовал тебя.

Руководитель предлагает применить прием личной аналогии.

Описание фактического положения от первого лица в роли предрассудка.

Описание чувств и эмоций «от лица предрассудка».

Эмпатия — «вживание в цели предрассудка» и трудности, связанные с их достижением.

Руководитель предлагает применить прием поиска названия книги для понятия «предрассудок».

Руководитель направляет участников на обыгрывание, осмысливание аналогии, найденной в ходе обсуждения.

*Эксперт.* Мне становится дурно от насмешек. Человеку следует думать, что нет лучше предрассудков, чем я. Я за честную игру, и я непрерывно борюсь за внимание. Я всегда насто-роже.

*Руководитель.* Хорошо. Сейчас на основе обсуждения понятия предрассудка придумайте названия книг, содержащих сущность понятия в форме парадокса.

*Эксперт.* Импульсивное внимание.

*Рон.* Тревожное презрение.

*Эксперт.* Ненадежная непобедимость.

*Алек.* Зловредная благодарность.

*Руководитель.* Хорошо. Рассмотрим термин «тревожное презрение». Приведите примеры, поясняющие термин.

*Дик.* Езда на большой скорости. Мы обычно пренебрегаем законами, ограничивающими скорость езды, но это пренебрежение, по крайней мере у меня, связано с тревогой.

*Руководитель.* Да, я не боюсь ездить со скоростью 45 миль в час в зоне для 25 миль в час, но я представляю, что за мной следит инспектор и поэтому у меня в течение всего времени превышения скорости тревожное состояние. Вы это имели в виду?

*Дик.* Да.

*Алек.* Курение сигареты.

*Руководитель.* Да, поясните.

*Алек.* Я знаю, что это плохо, но продолжаю курить.

*Руководитель.* Вы считаете, что ваши действия заслуживают презрения, поэтому на душе у вас тревожно?

*Алек.* Да, это бестолково. Мы курим, чтобы избежать тревожного состояния, но само курение приносит нам новую тревогу.

*Руководитель.* Хорошо. Вернемся к анализу проблемы увеличения скорости. Что вам напоминает эта идея увеличения скорости?

*Рон.* Это увлекательно и возбуждает так же, как интересная женщина.

*Дик.* Да, особенно в моменты, когда мы не в силах контролировать свои действия.

*Эксперт.* Мне кажется, что не только мужчинам, но и женщинам, известно подобное чувство.

*Руководитель.* Поясните, пожалуйста.

*Эксперт.* Видимо, есть разница в степени рассудительности между водителем-мужчиной и водителем-женщиной.

*Алек.* Да, я наблюдал, что даже маленькие мальчики смотрят на мир более реалистически, чем девочки.

*Эксперт.* Верно, но мне кажется, что девушки внезапно становятся романтическими приблизительно в возрасте 25 лет.

*Дик.* По моему мнению, к этому времени женщины становятся как раз реалистичными.

*Руководитель.* Возможно, в этом есть доля правды. Но сейчас пора рассмотреть конкретную задачу. Как использовать идею об увеличении скорости для самоустранения или самонаправления мест утечки?

*Алек.* Если идею скорости использовать для заделки отверстий и пор?

*Руководитель.* Да, но как это сделать?

*Алек.* Зарядить пистолет и выстрелить в отверстие свинцом.

*Дик.* Мне приходит на ум легенда о голландском мальчике, пальцем заткнувшем отверстие в плотине и спасшем родной город от наводнения.

*Эксперт.* Мне нравится эта идея — ведь мы делали аналогично: струей pulverизатора закрывали отверстия, но только после того, как узнавали, где оно находится.

*Рон.* Можете ли вы выстрелить свинцом или чем-нибудь в том месте, где вы увидите, что через шину проходит струя от pulverизатора?

*Эксперт.* Мы об этом не думали, мы искали способ определения места утечки. Вообще, это хорошая идея, но свинец мне не нравится.

*Руководитель.* Почему?

Руководитель предлагает попытаться использовать высказанные мысли для решения ПКП.

*Эксперт.* Эти отверстия фактически очень малы, представляют собой поры. Нам пришлось бы использовать очень мелкий свинцовый порошок, который должен оставаться в таком виде до тех пор, пока не заполнит поры.

*Алек.* Нельзя ли применить два разных состава аналогично тому, как по-разному ведут себя водители мужчины и женщины?

*Эксперт.* Мне нравятся два компонента. Как, например, медленно действующий отвердитель и эпоксидная смола, но мы должны обеспечить, чтобы они действительно проникли сквозь поры.

*Дик.* Если применять «женский» и «мужской» компоненты каждый со своей стороны шины?

*Эксперт.* Вот это мысль! Два компонента эпоксидного клея можно подать пульверизаторами, один с внутренней, другой с наружной стороны; встречаясь, они должны реагировать друг с другом и закрывать отверстие.

Эта идея была использована для полной автоматизации процесса изготовления и контроля шин.

### 3.4. МЕТОД МУЗЕЙНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Метод музейного эксперимента предложен специалистами по синектике [45]. Эксперимент заключается в следующем. Группа посещает музей истории техники и осматривает натуральные экспонаты древних культур эскимосов, полинезийцев, американских индейцев, африканских народностей, скифов, кельтов и т. д. При этом изучаются технические объекты и отбирается тот из них, который производит наибольшее впечатление техническим совершенством и оригинальностью для своего времени. Этот объект и его принцип действия тщательно изучаются с точки зрения выполняемых им функций, принципа работы и структуры. После возвращения из музея делается попытка рекон-



струировать возможный ход мысли древнего изобретателя. Реконструкция осуществляется по схеме синектического процесса в письменном виде. Разрешается использовать только те понятия, термины и объекты, которые были известны во время создания изобретения.

В американской практике метод музейного эксперимента применяется лишь для обоснования концепций синектики. Однако метод музейного эксперимента может иметь более широкое значение. Следует учесть, что технический прогресс осуществляется по закону спиралеобразного развития. Однажды найденное техническое решение входит в золотой фонд технического творчества, к которому человек периодически возвращается на более высоком витке развития, в иных условиях, располагая уже другими техническими возможностями. По этой причине изучение истории создания древних изобретений нередко может способствовать созданию высокоэффективных современных изобретений. Это объясняется и другими причинами. Случается, что уже давно найденные в человеческой практике интересные способы и конструкции оказываются забытыми. Особенный интерес представляют такие древние изобретения, которые не получили широкого внедрения.

История изобретательства знает огромное количество примеров изобретений, созданных на основе древних технических решений. Громоотвод был известен в древнем Египте. В. Франклин только повторил это изобретение на несколько более высоком уровне. Задолго до того, как Ю. Вагнер фон Яуреги получил Нобелевскую премию за способ лечения сифилиса путем заражения малярией, восточноафриканские врачи направляли своих больных сифилисом в болота джунглей, чтобы излечить их, заразив лихорадкой. Греческий врач Филомен около 250 г. н. э. описал котел для варки пищи под давлением. Почти полторы тысячи лет спустя по этому принципу французский изобретатель Д. Папен создал паровую кастрюлю.

Музейный эксперимент можно проводить с разными экспонатами. Слушатели латвийских народных университетов технического творчества с успехом проводят такие эксперименты с натуральными экспонатами

Рижского этнографического музея под открытым небом. Перспективно также изучение археологических и палеонтологических находок, осмысление строения доисторических животных и растений как аналогий прототипов современных технических устройств.

#### **4. РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Как уже отмечалось, для решения изобретательских задач применяются традиционные рациональные приемы, использующие эвристические возможности логики, и подходы, базирующиеся на использовании интуиции, смекалки, фантазии, случайностей, абстрагирования от привычного хода мышления, нередко идущие вразрез с выводами формальной логики. Это деление, разумеется, условное. Практически любая стратегия и тактика решения задач не является ни чисто логической, систематической, стандартизированной, ни чисто эвристической, интуитивной, основанной на использовании случайностей. Говоря об одном или другом подходе, мы имеем в виду лишь преимущественное, основное его содержание.

Рациональный подход к решению изобретательских задач существует в изобретательской практике с древнейших времен. На современном уровне методологии теории изобретательства наибольший практический опыт накоплен в области решения конструкторско-изобретательских задач. Как известно, все изобретения условно разделяются на изобретения новых конструкций, новых способов и новых веществ. Первая группа наиболее велика. С точки зрения методологии различаются несколько видов конструирования технических объектов.

*Эмпирическое конструирование* основывается на использовании данных практического опыта, готовых решений, типовых конструкций. Этот вид конструирования, хотя и не лишен творческих элементов, однако редко дает результаты, отличающиеся существенной новизной и новым общественно полезным эффектом. Эмпирическое конструирование целесообразно при создании модификаций известных объектов, привязке

к конкретным условиям, комбинировании стандартных элементов. Однако, если оно принимается в качестве единственного метода, то порождает много морально устаревших конструкций, объектов, не отвечающих современному техническому уровню.

*Художественное конструирование* основано на концепции, что технические объекты должны создаваться человеком с учетом не только утилитарно-функциональных, но и эстетических требований. В художественном конструировании различают три основных направления: украшательское, функциональное и изобретательское. Украшательское, или оформительское, направление считает своей главной целью внешнюю красоту, придание техническому объекту вычурной внешней формы, отделку декоративными внешними элементами, роспись поверхности замысловатым орнаментом, украшение фигурной резьбой и т. п. Приверженцы этого направления считают, что красота и польза не взаимосвязаны, или утверждают, что наиболее красивый объект сам по себе и наиболее полезный. Основной тезис функционального конструирования заключается в том, что от техники требуется только полезность. Одни представители этого направления считают, что красота техническим объектам вообще не нужна, а другие утверждают, что наиболее полезная конструкция, наилучшим образом удовлетворяющая определенную частную общественную потребность, одновременно сама по себе является и наиболее красивой.

Практика технического творчества доказала, что одна только техническая целесообразность, функциональность не всегда определяет красоту технического объекта, а чисто внешнее украшательство превращает иногда прекрасное в безобразное. По этой причине в последнее время распространяется изобретательское направление художественного конструирования, требующее комплексного подхода к созданию и усовершенствованию технических объектов, как инженерного, так художественного. Комплексный подход, совместные усилия изобретателя, конструктора и художника, а в ряде случаев и специалистов в области психологии, анатомии, фармакологии, музыки, дают наиболее совершенные технические объекты.

*Рациональное техническое конструирование* направлено на поиск и отбор таких вариантов конструкций, которые наиболее целесообразны. Зачастую для этой цели используются математический аппарат и операции формальной логики.

Рациональное конструирование является прогрессивным видом решения конструкторских задач. Предполагается, что конструктору недостаточно одной инженерной эрудиции, он должен иметь понятие о логике и методике конструирования, знать критерии рациональности конструкций, понимать взаимосвязь между действующими на технические элементы силами и формой этих элементов, уметь устанавливать причинно-следственные связи между техническими объектами, видеть в частных явлениях общие закономерности и делать из этого соответствующие выводы.

Известно несколько методологических подходов к рациональному конструированию. В Англии трехнедельный курс рационального конструирования преподается в Бристольском доме инженера [40]. В США распространяется методика рационального конструирования Р. Дж. Мак-Крори [38]. В Рижском политехническом институте, в Латвийском межотраслевом институте повышения квалификации специалистов народного хозяйства, а также на факультете методики изобретательства Латвийского народного университета технического творчества в полиграфии преподаются основы методики рационального конструирования [26].

Современное рациональное конструирование, как правило, основывается на системном подходе и требует некоторой специальной подготовки. Человек редко подходит к проблеме систематически, с попыткой исчерпывающим образом перебрать все возможности, если только его специально этому не обучают.

В последнее время быстрое развитие получает системное решение конструкторско-изобретательских задач. Посредством системных исследований создана серия методик системного конструирования. К ним относится, например, методика систематизации конструирования, разработанная Фридрихом Ханзенем [28]. Он считает, что роль логики в творческом процессе конструирования может быть значительно

увеличена. Элементы предлагаемой методики конструирования, например анализ ошибок, сравнительные оценки, организующие понятия и основной принцип, совпадают с известными диалектическими принципами.

Методика инженерного проектирования систем Дж. Р. Диксона [32] отличается более универсальным подходом. К объектам системного проектирования автор методики причисляет как конструктивные решения технических систем, так и технологические процессы и вообще любые технические проблемы. Методика инженерного проектирования включает изобретательство, инженерный анализ и принятие решения. Изобретательство направлено на поиск возможных решений, инженерный анализ — на изучение одного из них, а принятие решения — на выбор оптимального варианта.

Известны попытки создания методики проектирования систем большого масштаба. Такие методики предназначены для создания современных сложных и высокоавтоматизированных технических систем. «Для сложных объектов и сложных задач должна быть развита методология со сложной структурой», — заявляет С. Л. Оптнер [20]. Проектирование и конструирование, как правило, осуществляются большими коллективами специалистов и при рациональном подходе дают комплексы изобретений. Процесс проектирования разделяется на стадии, причем каждая из них, как правило, требует нового состава проектировщиков, отличающихся профилем и квалификацией. В проектировании используются достижения многих дисциплин: теории вероятностей, математической статистики, теории игр, теории вычислительных машин, теории массового обслуживания, линейного и динамического программирования, теории моделирования, теории информации, теории надежности, технической психологии, кибернетики и т. д.

*Эвристическое конструирование* направлено на поиск оригинальных решений конструктивных задач на уровне изобретения. Эвристические средства конструирования условно можно подразделить на средства, применяемые при решении изобретательских задач человеком без помощи кибернетической

машины, и средства, используемые для их решения с помощью кибернетических машин. Известны действующие системы эвристических программ для решения конструкторско-изобретательских задач.

Одну из систем эвристических программ для решения конструкторско-изобретательских задач предложил И. Мюллер [41, 42]. Проверку ее на практике осуществляет Центральный институт сварочной техники в Галле (ГДР). Аналогичные испытания проводятся также в Высшей технической школе Ильменау и в Высшей технической школе Карл-Маркс-Штадта. Эвристический алгоритм для решения конструкторских задач И. Мюллера реализуется путем создания модели проблемной ситуации. Затем посредством анализа модели делается попытка найти методы и приемы решения проблемы, на основе чего составляется и реализуется план решения проблемы. Автор рекомендует свой алгоритм не только для решения конструктивных задач, но и для отбора оптимальных вариантов решений, создания обходных изобретений, составления различных инструкций и разработки стандартов.

Значительный интерес представляет эвристический алгоритм системного решения конструкторско-изобретательских задач, предложенный советским исследователем А. И. Половинкиным [21, 22]. Алгоритм проверен на практике и оказался полезным при решении конструкторско-изобретательских задач по усовершенствованию известных технических объектов. На этом алгоритме базируется обучение специалистов народного хозяйства методике изобретательства в Марийском общественном институте изобретательского творчества (Йошкар-Ола).

Несмотря на перспективность создания эвристических алгоритмов и программ для решения конструкторско-изобретательских задач на ЭВМ, вследствие трудности формализации известных эвристических приемов, необходимости накопления и обобщения опыта в этой области и т. п. в ближайшие годы отдельным изобретателям и небольшим конструкторским организациям придется ориентироваться на применение приемов систематической эвристики, предназначенных для использования человеком без помощи

ЭВМ, или применять ЭВМ лишь для выполнения ряда трудоемких нетворческих операций.

Рассмотрим вкратце некоторые методы и приемы последнего типа.

#### 4.1. МЕТОД «ЧЕРНОГО ЯЩИКА»

В кибернетике широко применяется понятие «черного ящика». Имеется в виду система, в которой внешнему наблюдателю доступны входные и выходные величины, а внутреннее устройство неизвестно. Сущность подхода заключается в том, что при решении задачи абстрагируются от поисков прямого определения внутренней структуры «черного ящика», недоступной для наблюдения и изучения, а выводы о поведении системы пытаются получить косвенным путем, наблюдая реакцию выходных величин на изменение входных.

Метод «черного ящика» успешно применяется для решения ряда изобретательских задач. Сперва определяются исходные данные (вход), желаемый конечный результат, достигаемый решением задач (выход). Далее целесообразно определить ограничения, налагаемые на решение задачи. Выдвижение слишком жестких ограничений в начальной фазе решения задачи иногда может оказать отрицательное влияние. Затем следует анализ выходов. Рассмотрим пример.

*Задача.* Разработать способ и конструкцию системы предупредительной сигнализации о возникновении пожара в здании.

*Исходные данные для постановки задачи:* входная величина — огонь; выходная величина — предупредительный сигнал о возникновении пожара.

*Ограничения:* сигнал должен быть получен на расстоянии 5 км от здания в течение нескольких секунд после возникновения пожара. Система должна действовать постоянно на протяжении 24 часов, обладать высокой надежностью, отличаться простотой обслуживания и быть пригодной для установки в уже построенных зданиях.

После определения исходных данных проводится тщательный анализ возможностей того, как входная величина (огонь) и ее энергетические преобразо-

вания могут наилучшим образом дать желаемую выходную величину (предупредительный сигнал). В ходе анализа удобнее всего составить серию вопросов, на которые даются ответы. В данном случае они могут формулироваться следующим образом.

а. Какие выходные величины порождает входная? Возникновение огня влечет за собой появление тепла, света, дыма, углекислого газа.

б. Можно ли какое-нибудь из перечисленных явлений непосредственно использовать как эффективный предупредительный сигнал?

Характерные признаки огня — свет, дым, тепло — могут непосредственно служить предупредительным сигналом, однако только после того, как огонь разгорится. На первых секундах после возникновения огня его признаки недостаточно заметны и, следовательно, непригодны в качестве непосредственного сигнала.

в. Какие физические и химические процессы связаны с возникновением тепла, света, дыма?

Составляется перечень физических и химических изменений, вызываемых теплом: расширение металлов, жидкостей и газов, плавление металлов, изменение разных химикатов и т. д. Появление света и дыма также связано с протеканием химических реакций и физических изменений, которые вносятся в список.

г. Какие из перечисленных изменений могут быть использованы для достижения желаемого выхода?

Анализом выявляется, что, например, сплавы с температурой плавления ниже точки кипения воды могут с успехом применяться для создания предупредительного сигнала о возникновении огня. Такие же предупредительные устройства могут быть основаны на принципе расширения металлов и жидкостей (например, на применении биметаллических пластин или термоактивного электрического контура). Искомой цели можно достигнуть также путем использования чувствительных к свету элементов селена и т. п. На появление дыма реагируют многие химические составы.

После определения вариантов, обеспечивающих получение необходимого выхода, они оцениваются с точки зрения технической и экономической целесообразности при строгом соблюдении необходимых ограни-



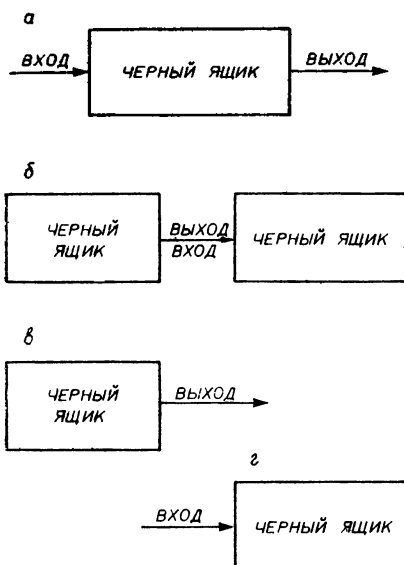


Рис. 9. Виды изобретательских задач.

чений. По результатам оценки вариантов выбирают оптимальный вариант. В некоторых случаях задачу решают, комбинируя несколько вариантов. Так, например, в рассматриваемом случае предупредительная система должна обладать высокой надежностью, которую можно достигнуть одновременным использованием нескольких приемов сигнализации.

Описанная схема решения изобретательских задач методом «черного ящика» пригодна лишь для решения задач определенного типа, когда известны внешние воздействия, существенно влияющие на состояние системы (входные величины), и воздействие системы на окружающую среду, ее поведение (выходные величины). Кроме того, требуется, чтобы изменение входных величин обязательно влекло за собой некоторое изменение выходных величин. Многие изобретательские задачи не удовлетворяют этим требованиям. Если основываться на модели «черного ящика», то все изобретательские задачи можно графически подразделить на четыре существенно различающихся вида (рис. 9).

Упрощенно можно представить, что каждая техническая задача состоит из трех компонентов: существующего положения, конечного результата и способа превращения первого во второй. Все эти три компонента могут быть известными, заданными или неизвестными. В случае, когда все три компонента известны, техническая задача является тривиальной, не изобретательской. Положение, когда все три компонента неизвестны, можно представить только теоретически, поскольку в этих условиях невозможно даже поставить задачу.

Если один или два из упомянутых компонентов неизвестны, то техническая задача является изобретательской.

Задачи, графическое изображение которых дается в форме традиционного «черного ящика», представляют собой вариант с известными двумя компонентами. Примерами могут служить, например, задачи: предложить способ резки стали бумагой или способ получения сыра из каменного угля. В этих задачах известны входы (бумага, каменный уголь) и выходы (разрезанная сталь, сыр), но неизвестен способ превращения («черный ящик») исходного положения в конечный результат. Встречаются и прямо противоположные изобретательские задачи. Например, где на практике применить электрогидравлический эффект? Что нового можно создать методом отдаленной гибридизации? Такие задачи графически изображаются двумя «черными ящиками», из которых один обозначает неизвестное начальное состояние (исходный материал), другой — неизвестный конечный результат (технический объект), соединенные известным способом воздействия, служащим для одного «черного ящика» выходом, для другого — входом.

Множество изобретательских задач может быть изображено в виде «черного ящика» с известным входом или выходом. К первым относятся, например, задачи: как использовать котельный шлак? Как использовать Голодную степь? Какие новые технические объекты можно получить из разных пластмассовых прутьев? Примерами изобретательских задач второго типа могут служить: из чего и как получить искусственный коньяк? Каким способом лечить рак?

Для решения задач упомянутых видов, помимо изображаемых в виде традиционного «черного ящика», трудно применить анализ изменения входных величин, так как выходы не детерминируются входами. Здесь необходимо использовать другие эвристические или систематические приемы (в частности, методы дивергенции действующих на вход факторов или выходных величин и состояний, поиск и анализ аналогов, методы инверсии, эмпатии и т. д.).

#### 4.2. МЕТОДИКА МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Методика морфологического подхода к решению разнообразных проблем разработана швейцарским ученым проф. Ф. Цвики [48]. По его мнению, морфологический подход представляет собой универсальную методику решения научных, организационных, технических и других проблем. Сущность морфологического подхода заключается главным образом в анализе структурных связей и взаимоотношений между предметами, явлениями и идеями, причем все возможные взаимоотношения выявляются вначале без определения их ценности. При морфологическом подходе ничто не признается невозможным, с помощью различных приемов стремятся избегать предубеждений, предрассудков, рутины.

Все проблемы, решаемые человеком, Ф. Цвики условно разделяет на три класса: а) проблемы, для решения которых достаточно использовать известные элементы в сравнительно небольшом количестве, б) проблемы, для решения которых необходимы не известные еще элементы, и в) проблемы больших чисел. Предлагаемый подход автор методики применял с успехом в своих астрономических исследованиях. Методика получила распространение также в качестве средства решения технических задач. По данным Ф. Цвики, более 70 крупных промышленных фирм применяют морфологический подход в техническом творчестве. Наиболее интенсивно и успешно он использовался фирмой «Аэроджет» при разработке систем реактивных двигателей.

Посредством применения методики морфологиче-

ского подхода Ф. Цвики создал серию оригинальных изобретений (патенты США № 426526, 2433943, 2811431, 2815271, 2821838, 2914913, 2974626, 3044252, 3044253, 3048007, 3121992, 3135205, 3137994, 3253511, патент Англии № 602807), в том числе баллистические устройства, оригинальные силовые установки, взрывчатые вещества, способ комбинированной фотографии.

Ф. Цвики считает, что идея морфологического подхода к решению задач в какой-то мере предугадана некоторыми его предшественниками — Т. Парацельсом (1493—1541), П. Л. Мопертюи (1698—1759), И. Я. Бахофеном (1815—1887) и Фритьофом Нансеном (1861—1930).

Морфологический подход заключается в комплексном применении следующих основных методов практического решения задачи: метода «морфологического ящика», метода систематического перекрытия поля поисков, метода сличения совершенного с дефектным, метода отрицания и конструирования, метода экстремальных показателей и метода генерализации.

Метод «морфологического ящика» наиболее распространен в практике решения задач. Процедура применения метода содержит пять последовательно выполняемых шагов:

- 1) точная формулировка изобретательской задачи;
- 2) определение и локализация всех возможных параметров, размеров и других характеристик объекта, процесса или проблемы;
- 3) создание модели («морфологического ящика» многомерной матрицы) для наглядного представления новых комбинаций характеристик (элементов технического объекта, параметров, процессов, идей);
- 4) анализ и оценка всех возможных комбинаций с точки зрения намеченной цели;
- 5) выбор лучших решений с точки зрения возможности и оптимальности осуществления.

Базируясь на своем опыте использования метода «морфологического ящика», Ф. Цвики утверждает, что метод облегчает систематизацию изобретательских задач и позволяет создавать изобретения и открытия методически, а не с помощью слепых проб. Метод также способствует развитию изобретательской интуиции.

Рассмотрим примеры применения метода.

*Задача.* Создать экономичную систему отопления городского жилого дома.

Переменные факторы, характеризующие системы отопления дома: источники и средства распространения тепла. Возможными источниками являются: газ, электричество, нефть, дрова, уголь, солнечная энергия, геотермальная энергия, энергия приливов и отливов, ядерное горючее, биологические источники тепла. Возможными средствами передачи можно считать: воздух, воду, пар, электропровода, керамические изделия, нефть и другие жидкости, биоорганизмы.

*Построение модели.* Поскольку систему отопления жилого дома характеризуют всего два переменных фактора, модель для выбора оптимальной системы можно построить в виде простой таблицы (двумерной матрицы), показанной ниже.

*Анализ и оценка рациональных вариантов.* Двумерная матрица содержит  $7 \times 11 = 77$  альтернативных вариантов, которые следует оценить с точки зрения полезности в конкретном случае. Перед рассмотрением вариантов целесообразно заранее исключить варианты, для осуществления которых в конкретных условиях совершенно отсутствуют технические возможности. Сперва определяется возможность использования в данных условиях переменных факторов. Так, например, если исключено использование атомной энергии (из-за отдаленности атомных энергетических установок), геотермальной энергии и энергии приливов (отдаленность от морей и океанов), то соответствующие графы и комбинации в таблице зачеркиваются как технически невозможные в данных условиях.

После предварительного сокращения количества вариантов производится их анализ и оценка. Для этой цели могут применяться любые известные методы, например, метод экспертных оценок. Главным критерием в этом случае является экономичность, поэтому следует провести приблизительные оценочные расчеты по укрупненным показателям. Особое внимание нужно обратить на полезность применения наиболее оригинальных комбинаций.

*Выбор оптимального варианта решения* осуществляется из числа вариантов, признанных рациональ-

Таблица 1

**Морфологическая таблица для решения задачи о выборе оптимальной системы**

Источники энергии	Средства распределения тепла						
	1. Воздух	2. Вода	3. Нефть	4. Пар	5. Керамика	6. Электропроводники	7. Биорганализмы
1. Газ	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Электричество	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Нефть	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Дрова	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Уголь	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Солнечная энергия	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Биоисточники энергии	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7
8. Ядерное горючее	8—1	8—2	8—3	8—4	8—5	8—6	8—7
9. Геотермальная энергия	9—1	9—2	9—3	9—4	9—5	9—6	9—7
10. Энергия ветра	10—1	10—2	10—3	10—4	10—5	10—6	10—7
11. Энергия морских приливов	11—1	11—2	11—3	11—4	11—5	11—6	11—7

ными на основе оценок альтернатив. В некоторых случаях выбор целесообразно производить в два приема. Вначале от двух до четырех вариантов отбирают для более тщательной предварительной разработки и расчетов. По результатам расчетов отбирают для использования один оптимальный вариант.

Однако существует немного технических задач и систем, определяемых всего двумя переменными факторами. Если переменных характеристик три, матрица строится в виде «морфологического ящика». Рассмотрим пример такой задачи.

**Формулировка задачи.** Предложить удобный новый тип тары молока для торговой сети.

**Переменные факторы,** характеризующие тару для молока: емкость, форма и материал тары.

Возможные емкости для розничной продажи молока: 5, 2, 0,5 и 0,25 л. Возможная форма тары: цилиндрическая, коническая, параллелепипедная, пирамидальная, круглая. Возможные материалы для изготовления тары: стекло, металл, бумага, целлофан, пластмасса, полимерная пленка.

**Построение модели.** Вид тары определяется тремя переменными факторами, поэтому модель задачи

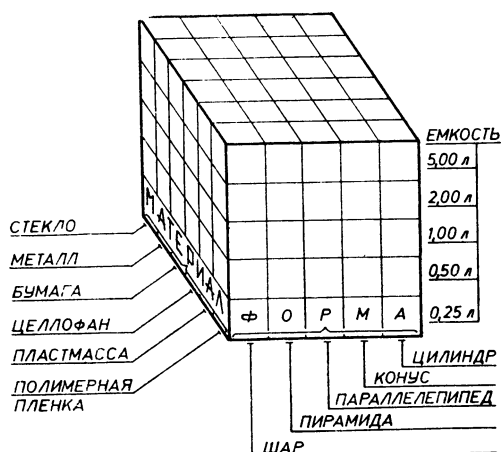


Рис. 10. «Морфологический ящик» решения задачи выбора молочной тары.

строится в виде трехмерной матрицы — «морфологического ящика» (рис. 10).

*Анализ и оценка комбинаций.* «Морфологический ящик» содержит  $5 \times 5 \times 6 = 150$  одинаковых кубиков, представляющих альтернативные варианты тары для молока. Каждый вариант оценивается в соответствии с выбранным единым критерием.

*Выбор оптимального варианта* осуществляется по наиболее высокому положительному показателю выбранного критерия.

Если переменных характеристик, определяющих систему, больше трех, применение метода «морфологического ящика» усложняется. В этих случаях автор метода предлагает строить матрицу следующего типа:

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$		
$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
$D_1$	$D_2$	$D_3$			
$E_1$	$E_2$				

Буквами  $A, B, C, D, E$  обозначаются переменные характеристики, индексами — отдельные возможные значения этих переменных. В приведенном примере, который является сравнительно простым, количество возможных альтернативных вариантов равно  $4 \times 5 \times 6 \times 3 \times 2 = 720$ . В изобретательской практике часто встречаются задачи, содержащие значительно большее количество альтернативных вариантов.

Используя возможности метода «морфологического ящика», Ф. Цвики создал несколько изобретений, основанных на существенно новых концепциях, например, «аэродакт» — разновидность прямоточного воздушно-реактивного двигателя, «аэропульс» — двигатель пульсирующего действия, получающий часть окислителя из окружающей атмосферы во время такта всасывания.

Выбор оптимального варианта удобно осуществлять в том случае, когда количество переменных характеристик невелико. Однако нередко встречаются изобретательские задачи, в которых количество альтернативных вариантов решения исчисляется десятками и сотнями тысяч. При решении таких задач даже использование ЭВМ зачастую не облегчает оценку эффективности отдельного варианта из-за трудностей



формализации критериев. В этих случаях можно рекомендовать следующие приемы, облегчающие выбор оптимального варианта:

- сокращение числа вариантов еще до составления многомерной матрицы путем уменьшения количества переменных характеристик за счет исключения маловероятных значений переменных;

- дробление многомерной матрицы на отдельные двумерные или трехмерные матрицы. Составляется, например, морфологическая таблица на первые две переменные характеристики, на вторые две характеристики, на третьи две переменных характеристики и т. д. Далее находят оптимальный вариант (или два—три варианта) по каждой таблице. Эти варианты, в свою очередь, комбинируются друг с другом. Можно применить также способ последовательного построения таблиц: сперва по двум наиболее важным переменным характеристикам, затем по их оптимальному варианту и следующей по важности переменной характеристике и т. д. Если итоговый вариант оказывается неудовлетворительным, изменяется порядок построения многомерных матриц;

- применение метода аппроксимации. Из сокращенной матрицы берется идеальный элемент, и образованные таким путем комбинации оптимизируются посредством замены элементов, которые нереальны или невыгодны.

Значение метода «морфологического ящика» в методике изобретательства не сводится к определению спектра возможных вариантов решения изобретательских задач некоторых типов. Применение его приучает к систематическому анализу задачи, позволяющему рассматривать все возможные комбинации переменных функциональных характеристик объекта. Кроме того, метод можно с успехом использовать для выявления проблемы, постановки изобретательской задачи, определения возможностей внедрения и распространения изобретения.

Метод «морфологического ящика» получил высокую оценку специалистов.

В. Гильде и К. Штарке приводят пример того, как с помощью метода «морфологического ящика» осуществляется поиск новой проблемы [13]. Известно, что

Таблица 2

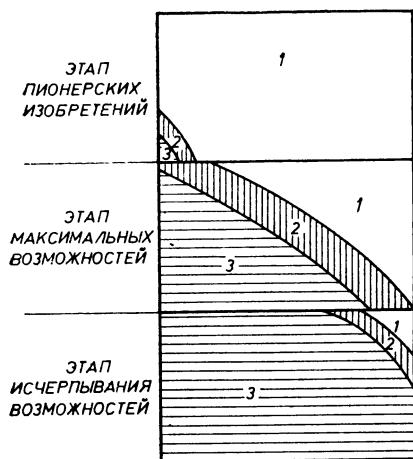
**Морфологическая таблица поиска новой проблемы  
в области сварки металла**

Источник энергии	Вид энергии		
	тепло	давление	тепло+давление
Кузнечный горн	Сварка плавлением	—	Горновая сварка
Электрическая дуга	Электродуговая сварка	—	—
Свет	Лазерная сварка	?	?
Трение	?	Сварка трением	?

сваркой называется соединение металлов воздействием: 1) тепла, 2) давления, 3) давления+тепла. Для осуществления процесса сварки необходим источник энергии, которым может быть кузнечный горн, электрическая дуга, свет, трение. Модель задачи можно построить в виде двумерной таблицы — матрицы.

Анализ таблицы свидетельствует о том, что кузнечный горн и электрическая дуга самостоятельно создавать давление для сварки не могут. Однако световое давление, возможно, удастся использовать для сдавливания в вакууме миниатюрных деталей. Объединение процессов действия лазерных лучей и давления в принципе позволяет получить существенно новый технологический процесс.

Р. Эйрес находит закономерности применения метода «морфологического ящика» для прогнозирования поля поисков решения и уменьшения неисследованного поля (*terra incognita*) [27]. По его мнению, после создания оригинального, пионерского изобретения последующие поиски возможностей его усовершенствования или решения аналогичных проблем будут основываться на освоенной части морфологической карты, т. е. решение целесообразно искать путем варьирования по одному параметров первоначальной конфигурации, оставляя при этом неизменными другие параметры. Естественный процесс нахождения варианта на поле решений морфологической карты



**Рис. 11.** Процесс постепенного истощения возможностей для изобретения в определенной области техники:

1 — неисследованное поле, 2 — активный периметр (область, в которой ведутся интенсивные исследования), 3 — исследованное поле.

подобен распространению пятна чернил (рис. 11). Варианты, которые уже известны, исследованы или использованы, а также те, которые по каким-либо причинам неосуществимы или бесполезны в данных условиях, составляют «освоенное поле» морфологической карты. Величина исследованного поля постепенно увеличивается, величина неисследованного поля — уменьшается.

### 4.3. СТРАТЕГИЯ СЕМИКРАТНОГО ПОИСКА

Стратегия семикратного поиска была разработана в 1964 году автором и используется при обучении новаторов производства методике изобретательства в латвийских народных университетах технического творчества.

Сущность стратегии заключается в последовательном системном многократном применении различных матриц  $7 \times 7$ , таблиц и других приемов.

Известно, что эффективному одновременному рассмотрению, сравнению, изучению человек может подвергнуть до семи предметов, элементов, понятий, идей. В этом смысле система, основанная на «магическом» числе 7, имеет значительные преимущества перед десятичной системой. Применение числа 7 вначале было задумано лишь как прием, облегчающий анализ данных путем одновременного совокупного рассмотрения. Однако практическое использование стратегии скоро убедительно показало, что матрицы и таблицы  $7 \times 7$  более удобны для применения по сравнению с десятичными и другими аналогичными. Выявилось, что в ряде случаев именно возможность одновременного совокупного рассмотрения идей, понятий, отношений, характеристик облегчает генерирование новых изобретательских идей. Применение таблиц, содержащих две—три графы по горизонтали и вертикали, редко активизирует мышление, а применение громоздких таблиц с множеством данных убивает творчество, превращает человека в механического оператора. Многоаспектность разработанных семеричных таблиц  $7 \times 7$  также способствует активизации мышления.

Стратегию семкратного поиска обозначают условным знаком  $\boxed{7}$  («семь в квадрате»). В стратегии, кроме таблиц, используются и другие графические средства: графы, диаграммы, схемы и т. п.

Стратегия рекомендует условно разделить творческий процесс на семь стадий.

1 стадия. Анализ проблемной ситуации, общественных потребностей.

2 стадия. Анализ функций аналогов и прототипа. Выявление оптимальных условий потребления и эксплуатации. Определение актуальных и главной функций.

3 стадия. Постановка задачи. Формулировка задачи в общем виде, определение требуемого уровня решения и уровня качества технического объекта.

4 стадия. Генерирование изобретательских идей, направленных на лучшее выполнение объектом его функционального назначения. Выбор и использование эвристических средств.

5 стадия. Конкретизация идей (структура, конструкция, форма, материал, операции и их последовательность).

6 стадия. Оценка альтернативы и выбор рациональных вариантов решения, отбор оптимального варианта.

7 стадия. Упрощение, развитие и реализация решения.

Рассмотрим некоторые практические приемы, применяемые на разных стадиях процесса создания нового технического объекта.

### Семь ключевых вопросов

Постановка семи ключевых вопросов применяется для выявления проблемы и формулирования изобретательской задачи. Однако ее можно с успехом использовать при анализе любой проблемной ситуации (в науке, управлении, литературе и т. д.).

Римский ритор Квинтиллиан в I в. до н. э. определил семь вопросов, на которые необходимо ответить, чтобы информация о событии, явлении, процессе, задаче была полной. Вопросы Квинтиллиана следующие: кто? (quis?), что? (quid?), где? (ubi?), чем? (quibus auxiliis?), зачем? (cur?), как? (quomodo?), когда? (quando?).

Перечисленные ключевые вопросы направлены на получение информации соответственно о субъекте,

Кто?	СУБЪЕКТ	1								
Что?	ОБЪЕКТ	2	1-2							
Где?	МЕСТО	3		1-3						
Чем?	СРЕДСТВА	4		2-3	1-4					
Зачем?	ЦЕЛЬ	5		2-4	1-5					
Как?	МЕТОД	6		3-4	2-5	1-6				
Когда?	ВРЕМЯ	7		3-5	2-6	1-7				
				4-5	3-6	2-7				
				4-6	3-7					
				5-6	4-7					
					5-7					
					6-7					

Рис. 12. Матрица взаимодействия ключевых вопросов.

объекте, месте, средствах, цели, методах и времени, относящихся к рассматриваемому явлению или событию.

Эти вопросы оказались полезными и при постановке изобретательской задачи, которая, как правило, осуществляется в условиях дефицита информации, когда из имеющихся данных желательно получить наибольшую пользу путем их многоаспектного рассмотрения. Оказалось, что комбинирование вопросов может дать большее количество информации, чем прямые ответы на семь вопросов Квинтиллиана. Для облегчения системной постановки комбинированных вопросов строится таблица взаимодействия ключевых вопросов (рис. 12).

Каждый ромбик представляет комбинацию из двух вопросов (например, ромбик 1 — 4 содержит вопрос «кто — чем?», ромбик 2 — 3 «что — где?», ромбик 6 — 7 вопрос «как — когда?» и т. д.). Эти вопросы в полном виде соответственно означают, кто и какие средства использует для решения изобретательской задачи, какой объект и где должен быть создан, каким методом и когда целесообразно решать задачу и т. д. Ответы на вопросы выписываются на отдельном листе и используются для постановки и классификации задачи.

Во многих случаях, особенно в сложной проблемной ситуации, недостаточно в общей форме задать 21 комбинированный вопрос. Поэтому для четкого изучения проблемной ситуации рекомендуется построить развернутую таблицу взаимодействия элементов. На рис. 13 показан пример такой таблицы комбинированных вопросов для выявления проблемной ситуации при разработке новой конструкции холодильника. Как видно из матрицы, каждый вопрос конкретизирован. Вопрос «кто?» подразумевает изобретателя, конструктора, дизайнера, стандартизатора, производителя, потребителя и коммерческого работника, вопрос «зачем?» указывает на потребности, цели, функции, технический, экономический эффект, эргономические и эстетические показатели, уровень качества изделия и т. д.

Рациональные комбинации вопросов для наглядности отмечаются штриховкой соответствующего

кто ?	ИЗОБРЕТАТЕЛЬ	1
	КОНСТРУКТОР	
	ДИЗАЙНЕР	
	СТАНДАРТИЗАТОР	
	ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	
	ПОТРЕБИТЕЛЬ	
что ?	ТОРГОВЛЯ	2
	ОТКРЫТИЕ	
	КОНСТРУКЦИЯ	
	СПОСОБ	
	ВЕЩЕСТВО	
	ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ	
где ?	ТОВАРНЫЙ ЗНАК	3
	К Н О У — Н О У	
	МЕСТО РАЗРАБОТКИ	
	МЕСТО ИСПЫТАНИЙ	
	МЕСТО ПРОИЗВОДСТВА	
	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	
чем ?	ДИСЛОКАЦИЯ СИСТЕМЫ	4
	МЕСТО РЕАЛИЗАЦИИ	
	МЕСТО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	
	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА	
	НАУЧНЫЕ СРЕДСТВА	
	МЕТОДОЛОГИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА	
зачем ?	ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА	5
	ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА	
	ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА	
	ПРОПАГАНДА, РЕКЛАМА	
	ПОТРЕБНОСТИ	
	ЦЕЛИ	
как ?	ФУНКЦИИ	6
	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ	
	ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ	
	ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	
	ИНТЕГРАЛЬНОЕ КАЧЕСТВО	
	СТРАТЕГИЯ ПОИСКА	
когда ?	ТАКТИКА ПОИСКА	7
	ПРОГРАММА ПОИСКА	
	МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ	
	МЕТОДЫ ДИЗАЙНА	
	МЕТОДЫ ВЕРИФИКАЦИИ	
	МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ	
	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ	
	СРОК ВНЕДРЕНИЯ	
	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ	
	ДОЛГОВЕЧНОСТЬ	
	ГАРАНТИЙНЫЙ СРОК	
	СРОК МОРАЛЬНОГО УСТАРЕВАНИЯ	
	РЕМОНТНЫЙ ЦИКЛ	

Рис. 13. Расширенная матрица взаимодействия ключевых вопросов.

ромбика, а ответы выписываются на отдельном листе. Ответы на столь широко поставленные вопросы могут быть использованы не только для постановки задачи — они могут пригодиться в течение всего творческого процесса. По этой причине перечень ответов на комбинации вопросов сохраняется и дополняется по мере поступления в дальнейшем дополнительной информации.

Таблица 3

**Выявление вида функции на основе анализа базальных общественных потребностей**

Базальные общественные потребности	Функции						
	1. Энергетическая	2. Транспортная	3. Технологическая	4. Информационная	5. Контрольная	6. Управляющая	7. Мыслительная
1. Органические	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Безопасности (или приключений)	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Самовыражения в труде, творчестве	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Признания	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Общения	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Социального благополучия	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Моральных ценностей	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7



## Анализ функции объекта

Анализ функции технического объекта основывается на выявлении общественных потребностей, на определении вида функций, необходимых для удовлетворения потребностей, на анализе функций известных прототипов и их функциональной недостаточности.

Вид функций, удовлетворяющих общественные потребности, выявляется с помощью табл. 3.

После выявления вида функции и базальных общественных потребностей в ряде случаев оказывается полезным построить матрицу зависимости частных потребностей (основывающихся на определенном виде базальных потребностей) от конкретных функций определенного вида (энергетических, информационных и т. п.). Однако в большинстве случаев до нахождения вариантов решения задачи достаточно определить только главную функцию будущего технического объекта в предположении, что осуществление этой функции соответствует общественным потребностям.

На основе анализа функций и ответов, полученных на семь ключевых вопросов, формулируется изобретательская задача, как правило, в общем виде, без специфических терминов. Ограничения накладываются лишь позднее, при анализе вариантов решения.

Анализ функций применяется не только при постановке задачи, но также в процессе поисков, конкретизации решения, выбора оптимального варианта и его осуществления.

Методика анализа функций предполагает последовательное выполнение ряда операций (см. табл. на с. 97).

На стадии функционального анализа проблемной ситуации выявляется и осмысливается проблема. Предполагается, что функции технического объекта являются первичными и определяют структуру, форму и материал технического объекта. На этой стадии важно проанализировать базальные и частные общественные потребности. Это предупреждает попытки решать задачи, удовлетворяющие лишь мнимые общественные потребности. В изобретательстве известен прием дробления общественных потребностей на субпотребности с последующим созданием специального

Стадия процесса функционального анализа	Основные вопросы
1	2
1. Анализ проблемной ситуации	1.1. Какую базальную общественную потребность должен удовлетворить технический объект? 1.2. Какой главной функцией (энергетической, транспортной, технологической, информационной, управляющей, мыслительной) должен обладать технический объект для того, чтобы удовлетворять базальную общественную потребность? 1.3. Какие частные общественные потребности выдвигаются жизнью: а) сейчас, б) на основе данных краткосрочного прогноза? 1.4. Удовлетворение каких частных общественных потребностей наиболее актуально? 1.5. Нельзя ли ликвидировать проблемную ситуацию решением задачи, направленным на устранение причины ее возникновения?
2. Анализ функций аналогов и прототипа	2.1. Какие виды принципиального решения аналогичных задач известны? 2.2. Какие необходимые функции аналогами: а) выполняются, б) не выполняются, в) выполняются неудовлетворительно? 2.3. Какая функция является главной? 2.4. Как построены аналоги (прототип), выполняющие главную функцию? 2.5. Каковы причины неудовлетворительного выполнения главной функции?
3. Формулировка изобретательской задачи	3.1. Как формулируется изобретательская задача: а) для обеспечения оптимального выполнения главной функции, б) для обеспечения наибольшего количества функций? 3.2. Выполнение каких качественных показателей является: а) идеальным, б) минимальным. Какой уровень качества объекта должен быть, достигнут (табл. 4)?

1	2
<p>4. Генерирование идей, направленных на лучшее выполнение объектом его функционального назначения</p>	<p>3.3. Как определяет главная функция структуру, форму и материал будущего изделия?</p> <p>4.1. Какие тактические средства целесообразно применить для улучшения функциональных показателей объекта (табл. 5)?</p> <p>4.2. Как улучшить выполнение функций методами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) аналогии (табл. 6);</li> <li>б) инверсии (табл. 7);</li> <li>в) объединения (табл. 8);</li> <li>г) расчленения (табл. 9);</li> <li>д) трансформации (табл. 10);</li> <li>е) транслокации (табл. 11);</li> <li>ж) интенсификации (табл. 12)?</li> </ul> <p>4.3. Какие конкретные методы из упомянутых в п. 4.2. групп целесообразно применять для поиска решения?</p> <p>4.4. Каким методом наиболее целесообразно преобразовать усовершенствованный объект для улучшения конкретных функциональных показателей (табл. 13)?</p> <p>4.5. Как упростить найденные идеи?</p>
<p>5. Конкретизация идеи</p>	<p>5.1. Какие ограничения необходимо ввести для оценки альтернатив решения?</p> <p>5.2. Какова иерархия критериев оценки по их весомости в зависимости от выполняемых функций?</p> <p>5.3. Как оцениваются альтернативные варианты решения с точки зрения наилучшего выполнения функционального назначения?</p>
<p>6. Оценка альтернатив и выбор рациональных и оптимального вариантов</p> <p>7. Упрощение и реализация объекта</p>	<p>6.1. Какие из альтернативных вариантов являются рациональными?</p> <p>6.2. Какой из рациональных вариантов является оптимальным?</p> <p>7.1. Как улучшить техническое решение применением упрощенного приема удовлетворения функций?</p> <p>7.2. Место и условия реализации?</p> <p>7.3. Какие общественные потребности еще требуют функционального удовлетворения?</p>

Таблица 4

**Определение оптимального уровня решения задачи  
и основных качественных показателей технического объекта**

Уровень качества техники	Показатели качества						
	1. Назначения функциональные	2. Надежности и долговечности	3. Технологические	4. Эргономические	5. Эстетические	6. Экономические	7. Патентно-правовые
1. Высший народнохозяйственный уровень освоенной техники	1—1	1—2	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6
2. Перспективный народнохозяйственный уровень техники	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Экономически оптимальный уровень техники	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Высший мировой уровень освоенной техники	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Высший мировой уровень творческих разработок	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Перспективный мировой уровень творческих разработок	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Оптимальный уровень рассматриваемой разработки	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 5

**Выбор тактических средств решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функция объекта	Тактические средства поиска решения						
	1. Аналогия	2. Инверсия	3. Объедине- ние	4. Расчлене- ние	5. Трансфор- мация	6. Трансло- кация	7. Интенси- фикация
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информацион- ная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 6

**Выбор методов аналогии для решения задачи  
усовершенствования функций объекта**

Функция объекта	Методы аналогии						
	1. Имитация, моделирование	2. Псевдоморфизация	3. Технический эквивалент	4. Масштабное копирование	5. Каузальная аналогия	6. Функциональная аналогия	7. Аналогия с природой
	1	2	3	4	5	6	7
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информационная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 7

**Выбор методов инверсии для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функция объекта	Методы инверсии						
	1. Точки зрения	2. Тактиче-ских средств поиска	3. Структуры и расположе-ния	4. Функции и поведения	5. Формы и внешнего вида	6. Принципа работы	7. Материалов и вещей
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информацион-ная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 8

**Выбор методов объединения для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функция объекта	Методы объединения						
	1. Комплекса тактических средств поиска	2. Интегра- ции	3. Агглютина- ции (времен- ного присое- динения)	4. Синтеза	5. Дублиро- вания	6. Мульти- пликации	7. Агрегати- рования
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информацион- ная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7



Таблица 9

**Выбор методов расчленения для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функция объекта	Методы расчленения						
	1. Дробления потребностей, функции, спе- циализации	2. Анализа	3. Дезинте- грации	4. Локализа- ции, изолиро- вания, экра- низации	5. Автономи- зации	6. Редукции, элиминации	7. Секциони- рования
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информацион- ная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 10

**Выбор методов трансформации для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функции	Методы трансформации						
	1. Исследования, оценки и рационального подбора формы	2. Антропотехники, хнротехники	3. Приспособления к материалу, среде	4. Изменения стиливых трафаретов	5. Изменения степени динамизации формы	6. Изменения пропорций, симметрии, масштаба	7. Изменения фактуры, текстуры
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информационная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 11

**Выбор методов транслокации для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функции	Методы транслокации						
	1. Пермута- ции	2. Трансдук- ции	3. Эквипотен- циального переноса	4. Трансму- тации	5. Транспо- зиции	6. Перехода в другое измерение	7. Локальной концентрации
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информацион- ная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 12

**Выбор методов интенсификации для решения задачи  
совершенствования функций объекта**

Функции	Методы интенсификации						
	1. Экстремальных параметров, гиперболизации	2. Концентрации, компактности, обогащения	3. Местного качества, аккумуляции	4. Мобильности, развертывания, выдвигания	5. Универсализации, специализации	6. Изменения процессов во времени, импульсации	7. Изменения среды, катализации
1. Энергетическая	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Транспортная	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологическая	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Информационная	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Контрольная	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Управляющая	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Мыслительная	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

Таблица 13

## Выбор принципа и вида преобразования технического объекта

Вид преобразования	Принцип преобразования						
	1. Механический	2. Магнитный	3. Гидравлический	4. Пневматический	5. Электрический	6. Химический	7. Биологический
1. Функциональное	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Структурное	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Трансформация	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Кинематическое	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Динамическое	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Пространственное	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Во времени	8—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

технического объекта особого функционального назначения для удовлетворения каждой субпотребности. Путем дробления потребности, например, в одежде вместо одежды универсального назначения появились разные виды специальной одежды: домашняя, рабочая, спортивная, купальная, вечерняя, спальная, туристская и т. д. Такое дробление естественно в условиях непрерывного роста общественных потребностей, однако иногда этот прием используется исключительно в погоне за прибылью, в чисто меркантильных целях. Неоправданное применение приема свидетельствует о неумении изобретателя выявлять действительно актуальные общественные потребности и правильно определять функциональное назначение объекта.

На второй стадии осуществляется анализ функций известных аналогичных технических объектов, определяется степень удовлетворения главной функции существующими объектами. Зачастую известные технические объекты выполняют свое функциональное назначение не наилучшим образом. В особенности это относится к объектам, созданным в процессе дробления потребностей на субпотребности. Так, например, столовый нож, созданный в процессе удовлетворения субпотребности резания пищевых продуктов на тарелке, на протяжении многих лет сохранял старую форму ножа общего назначения. Только в последнее время методом функционального анализа было выявлено, что форма его неудобна — края тарелки мешают рациональному его применению и он режет лишь небольшой частью. Изменение формы лезвия позволило улучшить функциональные показатели столового ножа (рис. 14).

На третьей стадии происходит постановка изобретательской задачи на основе выявления оптимальных условий потребления и эксплуатации, качественных, в первую очередь, функциональных требований



Рис. 14.  
Рациональная конструкция столового ножа.

к техническому объекту в системе «человек—техника—среда». Первоначально целесообразно формулировать изобретательскую задачу в общем виде как задачу удовлетворения главной актуальной функции.

Четвертая стадия — наиболее ответственная. На ней генерируются изобретательские идеи. Практика показала, что для улучшения функциональных характеристик технического объекта могут быть использованы почти все известные рациональные и эвристические методы решения изобретательских задач. Для выбора метода удобно использовать таблицы 7×7.

При выборе средств решения задачи в первую очередь, как правило, выбирается группа методов решения задачи, а затем — конкретные методы из данной группы. Целесообразно также использовать приемы преобразования вариантов усовершенствования технического объекта с целью улучшить его функциональ-

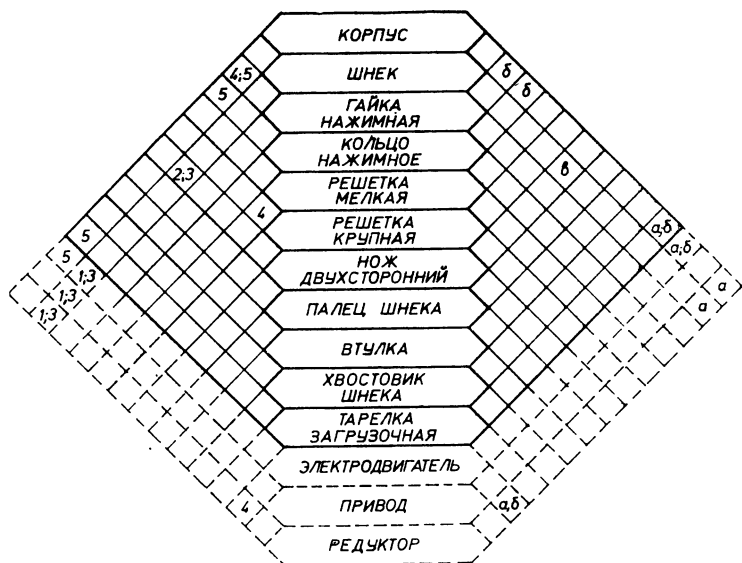


Рис. 15. Выбор принципов и методов преобразования мясорубки.

Принципы: 1 — универсализация, 2 — интенсификация, 3 — электрификация, 4 — унификация, 5 — изящество. Методы: а — объединение, б — трансформация, в — дублирование.

ные показатели. Такой прием в виде попытки преобразования прототипа часто используется в начальной стадии поиска решения. Для преобразования можно использовать таблицу (см., например, рис. 15).

На пятой стадии накладываются ограничения на достигнутые решения. На этой же стадии видоизменяются варианты решений с целью приспособить их к требованиям лимитов и ограничений.

На двух последних стадиях разработки решения производится оценка вариантов, выбираются рациональные варианты, определяется оптимальный, принимаются попытки усовершенствовать, упростить решение.

### Греко-латинские квадраты

В соответствии со стратегией семикратного поиска для решения ряда задач рекомендуется применять греко-латинские квадраты седьмого порядка. Сущность этих квадратов описал Л. Эйлер (1707—1783) в своем исследовании о магических квадратах. Сейчас их принято называть латинскими квадратами, поскольку Л. Эйлер обозначил клетки квадратов латинскими буквами вместо употреблявшихся в то время греческих букв.

Рассмотрим простой пример такого квадрата (рис. 16). Шестнадцать клеток левого квадрата обозначены латинскими буквами таким образом, что

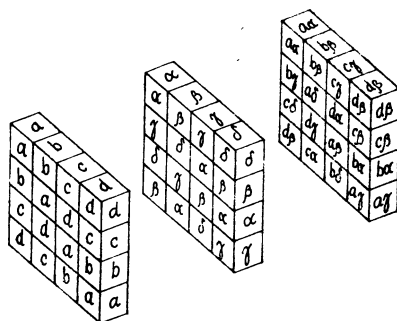


Рис. 16. Греко-латинский квадрат четвертого порядка.



в каждом столбце и в каждой строке буквы не повторяются. В центре рисунка имеется другой квадрат, в клетки которого вписаны греческие буквы, расположенные по тому же принципу. Если левый квадрат наложить на средний, как показано на правой части рисунка, то каждая латинская буква появляется только один раз в паре с каждой греческой буквой. Два или несколько латинских квадратов, которые можно скомбинировать друг с другом таким образом, называют взаимно ортогональными, а полученный комбинированный квадрат — греко-латинским.

Полный набор взаимно ортогональных квадратов  $n$ -го порядка равен в общем случае  $n-1$ . Например, полный набор латинского квадрата второго порядка состоит из него самого, полный набор квадратов третьего порядка состоит из двух взаимно ортогональных квадратов. Полный набор квадратов четвертого порядка — три квадрата, полный набор пятого порядка — четыре квадрата. Следует отметить, что не существует полного набора шестого порядка и нельзя даже построить ни одной взаимно ортогональной пары.

Применение в технике взаимно ортогональных квадратов седьмого порядка (рис. 17) первым, видимо, предложил профессор генетики Кембриджского университета Р. Фишер в начале 20-х годов нашего века. Задача Р. Фишера формулировалась следующим образом.

Выяснить с минимальной затратой средств и времени, как влияет на рост пшеницы семь различных удобрений, учитывая, что плодородие различных участков почвы неодинаково и неизвестна закономерность его изменения. Как поставить эксперимент для исследования всех семи удобрений, исключая всякую неоднозначность, порождаемую изменением состава почвы?

Для решения задачи квадратное пшеничное поле разделяется на клетки ( $7 \times 7$ ) и вносятся удобрения по схеме любого из шести известных взаимно ортогональных квадратов, выбранных случайным образом. Несложная статистическая обработка результатов позволяет исключить всякие отклонения, связанные с изменением плодородия почвы. Можно поставить эксперимент и так, чтобы учесть сорт пшеницы. Для

этого используют греко-латинский квадрат, т. е. два взаимно ортогональных латинских квадрата. Семь сортов пшеницы в таком случае надо посеять в соответствии с расположением букв греческого алфавита, а семь разных удобрений распределить в соответствии с порядком латинского алфавита. Результаты требуют простейшей статистической обработки. В таких случаях греко-латинский квадрат является схемой эксперимента. Его строки соответствуют одной, столбцы — второй, латинские буквы — третьей, а греческие буквы — четвертой переменной. Если переменных больше, на греко-латинский квадрат накладывается третий, а при необходимости — четвертый и последующие ортогональные им квадраты до полного набора.

Метод взаимно ортогональных квадратов можно широко использовать при поиске решения многих изобретательских задач. Один из способов его применения заключается в следующем. Сперва строятся взаимно ортогональные квадраты (таблицы  $7 \times 7$ )

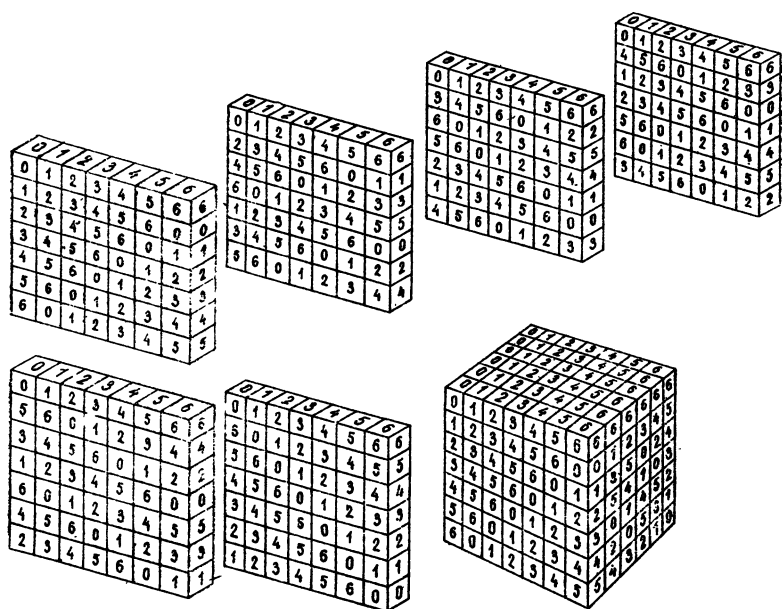


Рис. 17. Полный набор взаимно ортогональных латинских квадратов седьмого порядка.

факторов, определяющих технический объект, например, квадраты функций, структур, форм, материалов, параметров и т. д. По каждому из квадратов производится выбор рациональных факторов, которые отмечаются, например, цветным кружком. Затем ортогональные квадраты накладывают друг на друга. Рациональными являются комбинации, включающие только отмеченные факторы. Этот способ гарантирует, что будут рассмотрены все возможные варианты, автоматически сокращает число рассматриваемых вариантов, значительно облегчает выбор оптимального варианта из числа рациональных.

### **Тактика семикратного поиска решения.**

В формулировке изобретательской задачи могут содержаться не только требования лучшего функционального удовлетворения общественных потребностей. Существует и множество других, самых разнообразных требований, предъявляемых к современным техническим объектам. Все они могут быть условно объединены в следующие группы: функциональные, надежности и долговечности, технологические, эргономические, эстетические, экономические и патентно-правовые.

Отдельные специалисты по методике технического творчества считают, что при постановке и решении задачи изобретатель не должен думать о красоте будущего технического объекта, его экономических, эргономических, социальных показателях. Известны попытки составить список требований, которые должны учитываться конструктором при решении задач технического конструирования. Одних только технических требований, по мнению разных исследователей, насчитывается от 18 до 800.

В наше время, когда во всех промышленно развитых странах мира исключительно остро стоит проблема повышения качества изделий как совокупности свойств, удовлетворяющих общественные потребности, нельзя ориентироваться исключительно на выполнение технических требований, предъявляемых к продукции. Практика создания новых технических средств пока-

зала, что нередко перед изобретателем ставится задача удовлетворить наравне с техническими требованиями, а иногда и в первую очередь, экономические, эргономические, социальные и эстетические требования. От этого зависит правильность постановки изобретательской задачи и решение ее на высоком научно-техническом уровне. Если проектно-конструкторская организация создает незначительное количество изобретений, то это свидетельствует в первую очередь об изъянах в постановке задач.

Четкое определение показателей уровня качества объекта облегчает выбор средств решения задачи. Практически такой выбор можно осуществить с помощью матрицы  $7 \times 7$  (табл. 14).

По матрице определяется, какие группы методов решения (анalogии, инверсии, объединения и т. д.) наиболее целесообразно использовать для улучшения показателей назначения (функциональных), надежности, технологичности и др. Такое определение, однако, пригодно лишь для выбора направления поисков. Если необходимо, например, улучшить функциональные показатели или создать новый технический объект для выполнения новых специальных функций, соответствующих возросшим частным общественным потребностям, то для этой цели могут быть пригодны методы аналогий, инверсии, объединения, расчленения, трансформации, транслокации и интенсификации. Однако каждая из этих групп содержит несколько практических методов с различными эвристическими возможностями. Для выбора конкретных методов в данной проблемной ситуации целесообразно использовать конкретизирующие матрицы  $7 \times 7$ .

Конкретизирующие матрицы строятся и по всем другим показателям уровня качества, перечисленным в табл. 14, и по конкретным группам методов поиска решения изобретательских задач. Для поиска решения конкретной задачи, содержащей одну проблему, обычно применяется от 1 до 6 матриц.

Приведем пример такой матрицы. Предположим, что в соответствии с формулировкой технической задачи требуется улучшить эргономические показатели технического объекта, а предварительный анализ показал, что для этой цели можно использовать методы

Таблица 14

**Выбор группы тактических средств поиска решения  
в зависимости от показателей качества объекта**

Группа показателей качества создавае- мого объекта	Практические средства поиска решения						
	1. Аналогия	2. Инверсия	3. Объединение	4. Расчленение	5. Трансформация	6. Транслокация	7. Интенсификация
1. Функциональные	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Надежности и долговечности	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Технологические	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Эргономические	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Эстетические	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Экономические	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Патентно-правовые	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

**Выбор методов транслокации для совершенствования  
эргономических показателей объекта**

Группа эргономических показателей	Виды транслокации						
	1. Пермутация	2. Транспозиция	3. Трансдукция	4. Эквивалентность	5. Локальная концентрация	6. Трансмутация	7. Переход в другое измерение
1. Антропометрические	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Гигиенические	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Физиологические, психофизиологические	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Психологические	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Эвтифронические <sup>1</sup>	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Техники безопасности	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Удобств коммуникации	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7

<sup>1</sup> Эвтифроника — наука о защите человека от вредных воздействий техники.

транслокации. В табл. 15 перечислены основные эргономические показатели (антропометрические, гигиенические, физиологические, психофизиологические, эвтифронические, техники безопасности и удобств коммуникаций). Улучшение их принципиально можно осуществить разными приемами транслокации технического объекта и его элементов. При пермутации элементы технического объекта (деталь, узел, механизм, агрегат) переставляются с одного места на другое в пределах того же технического объекта. При транспозиции элементы технического объекта меняют местами или переставляют в другом порядке. Прием трансдукции осуществляется перенесением технического элемента с одного объекта на другой. Прием эквипотенциальности рекомендует перенести технический объект или элемент в другую область с одновременным изменением его функций. В ряде случаев целесообразно использовать приемы трансмутации, перехода в другое измерение и локальной концентрации.

Некоторые специфические конструктивные задачи усовершенствования известных объектов можно решать приемом преобразования сразу после постановки с помощью матрицы, приведенной в табл. 16. Анализом задачи определяется вид преобразования (функциональное, структурное, формы, кинематическое, в пространстве и во времени), затем определяется его принцип. При выборе принципа следует сперва определить, какие из известных принципов преобразования (механический, магнитный, гидравлический, электрический, химический, биологический) уже применены при решении. Выявленные принципы преобразования исследуются с определением их недостатков. Перечень недостатков может служить основой для формулировки изобретательской задачи. В первую очередь, однако, целесообразно обратить особое внимание на принципы преобразования, не использованные еще при решении данной задачи, и попытаться найти решение с их помощью. В случае удачи решение, как правило, обладает высокой степенью оригинальности и патентоспособности.

Средства решения технической задачи выбираются методом линейного перечня, матричным методом, методом иерархического дерева, методом звездной

Таблица 16

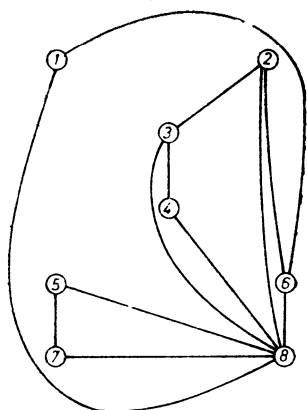
**Выбор принципа преобразования автоматической посудомоечной  
машины с целью совершенствования ее функциональных  
характеристик**

Функциональный показатель	Вид преобразования						
	1. Механический	2. Магнитный	3. Гидравлический	4. Пневматический	5. Электрический	6. Химический	7. Биологический
1. Качество мойки	1—1	1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7
2. Эффективность сушки	2—1	2—2	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7
3. Удельная мощность	3—1	3—2	3—3	3—4	3—5	3—6	3—7
4. Удельный расход воды	4—1	4—2	4—3	4—4	4—5	4—6	4—7
5. Продолжительность цикла	5—1	5—2	5—3	5—4	5—5	5—6	5—7
6. Время подготовки машины к работе	6—1	6—2	6—3	6—4	6—5	6—6	6—7
7. Время приведения машины в исходное состояние	7—1	7—2	7—3	7—4	7—5	7—6	7—7



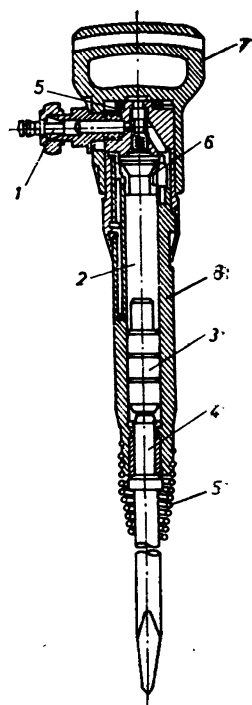
системы [4, 5]. Можно также использовать для этой цели матрицы  $7 \times 7$ . В этом случае по каждой из групп показателей определяется наиболее подходящая группа эвристических методов поиска, группа прямо противоположных методов и группа, наименее перспективная. Так, например, для улучшения показателей надежности и долговечности гидролокатора могут быть выбраны методы аналогии (с живой природой) или противоположные методы инверсии и методы интенсификации как наименее сильные для решения этой задачи в обычном представлении. Из практики известно, что применение наиболее сильных методов чаще позволяет найти решение, которое, в свою очередь, чаще бывает тривиальным. Наименее сильные методы, не типичные для решения аналогичных задач, значительно реже позволяют найти решение, но в случае удачи эти решения отличаются оригинальностью. Прямо противоположными методами решения условно можно считать аналогию и инверсию, объединение и расчленение, трансформацию и изменение размеров без изменения формы, транслокацию и изменение среды без изменения расположения технического объекта или его элементов, интенсификацию и уменьшение напряженности. Для определенного класса задач применение методов, прямо противоположных типичным, — практически проверенный и эффективный прием абстрагирования от рутины и привычного хода мыслей.

Однако упомянутые соображения сами по себе часто еще не позволяют точно выбрать метод решения. Дело в том, что качественных показателей в одной группе может быть несколько и каждая группа методов решения содержит несколько методов. Для уточнения снова применяется матрица  $7 \times 7$ . Предположим, например, что ставится задача улучшения эргономических показателей объекта и для ее решения наиболее сильными в конкретных условиях являются методы транслокации. Определяется наиболее сильный метод этой группы, прямо противоположный ему и наименее вероятный. Затем устанавливается очередность эргономических показателей по степени их важности и очередность попыток решения их тремя выбранными методами.



*Рис. 20.* Граф взаимодействия пневматического отбойного молотка:

1 — штуцер, 2 — цилиндр, 3 — поршень, 4 — пика, 5 — пружины, 6 — воздухораспределительное устройство, 7 — рукоятка, 8 — корпус.



*Рис. 21.* Пневматический отбойный молоток. Обозначения см. на рис. 20.

При решении сложных задач (содержащих ряд подзадач), а также задач, требующих высшего возможного уровня решения, для выбора средств целесообразно использовать взаимно ортогональные квадраты седьмого порядка. Может быть построено несколько разновидностей таких квадратов с учетом особенностей поиска решения задач в разных областях техники.

Найдя принципиальное решение, его следует превратить в конкретную схему. Уже на этом этапе, до создания рабочих чертежей, конкретную схему следует рассматривать с точки зрения возможности упрощения принципа действия, структуры, сокращения элементов, а также упрощения и увеличения эффективности взаимодействия элементов технического объекта. Для последней цели можно использовать матрицы

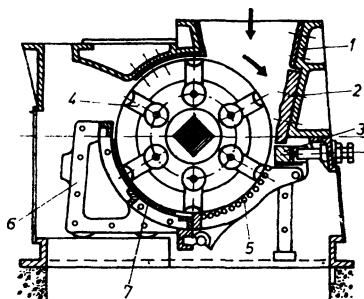
и графы. Например, в задаче об усовершенствовании молотковой дробилки (рис. 18) элементы объекта (рис. 19) могут взаимно изменять свои отношения, если их объединить, увеличить, уменьшить, трансформировать, переставить в другое место, поменять местами, исключить или изменить степень их динамичности. С помощью таблицы определяются возможные изменения взаимодействия. По каждому из видов взаимодействия может быть найдено несколько альтернативных вариантов решения. Эти варианты решений нуждаются в оценке. Сперва осуществляют балльную оценку, затем проверяют совместимость элементов в вариантах, получивших наиболее высокую балльную оценку. В случае их несовместимости решение замещается следующим по величине балльной оценки. Таким путем получают оптимальный комплекс взаимодействия элементов всей системы.

Задачу определения возможностей изменения взаимодействия и оценки вариантов в ряде случаев удобно решить с помощью графов взаимодействия и оценочных таблиц. Граф взаимодействия показан на рис. 20 на примере изучения возможности взаимодействия элементов пневматического отбойного молотка (рис. 21). Элементы, связанные взаимоотношением, соединяются линиями связей. Существующие связи можно преобразовать путем объединения, изменения размеров, трансформации, перестановки, исключения

Таблица 17

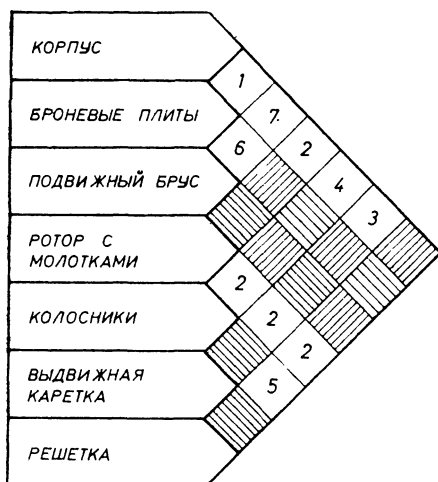
Таблица оценки альтернативных вариантов решения

Элементы объекта	Оценка альтернативных вариантов решения			Рациональный вариант	Оценка совместимости	Оптимальный комплекс вариантов
	А	В	С			
1—5	5	—	—	А	Да	А
1—6	3	5	4	В	Да	В
1—8	3	4	5	С	Нет	В
2—3	4	5	—	В	Нет	А
2—6	5	4	3	А	Да	А
2—8	4	3	5	С	Да	С
3—4	5	4	—	А	Да	А
3—8	3	5	4	В	Да	В
4—8	5	4	3	А	Нет	В



**Рис. 18.** Молотковая дробилка:

1 — корпус, 2 — броневые плиты, 3 — подвижный брус, 4 — ротор с молотками, 5 — колосники, 6 — выдвигная каретка, 7 — решетка.



**Рис. 19.** Матрица взаимодействия молотковой дробилки.

Примененные методы преобразования:  
 1 — объединение, 2 — увеличение, уменьшение, 3 — трансформация, 4 — перестановка, 5 — обращение (инверсия), 6 — отделение (исключение), 7 — динамизация. Варианты преобразования подвергаются оценке с целью выбора оптимального.

или динамизации частей. Составляется таблица найденных вариантов изменений, используемая для оценки вариантов. Для элементов пневматического отбойного молотка таблица может иметь, например, вид, изображаемый табл. 17.

### **Оценка и выбор оптимального варианта решения**

Перед оценкой и выбором оптимального в конкретных условиях варианта решения целесообразно еще раз рассмотреть неудачные пробы, отвергнутые в процессе поиска идеи, с целью найти в них рациональное зерно. Как правило, имея уже несколько найденных вариантов решений, изобретатель способен по-иному оценить неудачные пробы, извлечь из них пользу, превратить одну из них в оригинальный вариант решения.

Варианты решений, эффективность которых наиболее близка к максимально возможной в данных условиях, принято называть рациональными, или целесообразными. Вариант решения, обеспечивающий наилучшую эффективность, называют оптимальным.

Если вариантов очень много (а такие случаи при решении технических задач часты), оценить каждый из них практически не представляется возможным, нужно найти такие способы отбора вариантов, которые обеспечили бы исключение заведомо нерациональных решений. Проблема, следовательно, заключается в том, как из множества найденных вариантов решений отобрать рациональные и как из сравнительно небольшого числа рациональных вариантов выбрать наилучший.

Процедура выбора оптимального варианта может состоять из следующих этапов:

- перечисление (желательно с одновременной классификацией) альтернативных решений технической задачи;
- формирование критерия оценки альтернативных решений;
- выбор эталона сравнения;
- сравнительная оценка альтернативных решений и отбор рациональных решений;
- выбор оптимального варианта.

Альтернативные решения можно перечислить путем составления ведомости вариантов. Однако, если это возможно, то полезно составить матрицу, предложенную Ф. Цвики и содержащую все возможные комбинации значений организующих понятий (групп показателей, параметров, свойств) рассматриваемого объекта.

Различные варианты решений можно оценивать либо по совокупности показателей, характеризующих уровень качества решения (технического объекта), либо по специально сформированному критерию. Варианты решения изобретательских задач зачастую оценивает сам изобретатель на основе опыта, интуиции и частичного анализа отдельных, главных, по его мнению, показателей. Такие оценки в одних случаях правильны, в других — ошибочны, однако не поддаются проверке. Полезность отбора варианта решения изобретательской задачи, как правило, необходимо доказать, поэтому целесообразно применять методы оценки, отличающиеся объективной обоснованностью и возможностью проверки результатов.

Рассмотрим некоторые наиболее известные способы формирования критерия оценки решений на основе нескольких, в том числе противоречивых, показателей.

Критерий отношения желательных и нежелательных показателей выражается формулой:

$$K = \frac{z_1}{z_2}, \quad (2)$$

где  $K$  — критерий;

$z_1$  — показатель, характеризующий свойства, совершенствование которых полезно;

$z_2$  — показатель, значение которого желательно уменьшить.

Критерий не отражает соответствия частных вариантов решений общей цели. Одно и то же его значение может быть получено при различных значениях  $z_1$  и  $z_2$ .

Аналогичным и простым критерием является критерий оценки по баллам. Каждый показатель свойств решения (изделия) оценивают в зависимости от его приближения к идеальному баллами: 4 («отлично»), 3 («хорошо»), 2 («достаточно»), 1 («удовлетвори-

тельно»), 0 («неудовлетворительно»). Критерий выражается формулой:

$$K = \frac{z}{z_1} = \frac{\sum_i^n z_{oi}}{4n}, \quad (3)$$

где  $n$  — количество показателей;  
 $z_o$  — числовое значение оценки отдельного показателя;  
 $z = \sum_i^n z_{oi}$  — общее числовое значение оценки всех показателей;  
 $z_1 = 4n$  — общее числовое значение оценки идеального варианта;  
 $K$  — критерий; во всех случаях  $0 < K < 1$ . Критерий не учитывает весомость отдельных показателей.

Иногда для сравнения вариантов с противоречивыми показателями применяют критерий в виде разности:

$$W_0 = z_i - z. \quad (4)$$

Этот критерий обладает теми же недостатками, что и первый.

Составной, или обобщенный, критерий выражают в виде суммы:

$$K_0 = k_1 z_1 + k_2 z_2 + \dots + k_n z_n, \quad (5)$$

где  $z_1, z_2, \dots, z_n$  — показатели, характеризующие степень достижения различных целей;

$k_1, k_2, \dots, k_n$  — коэффициенты весомости (относительной важности) показателей.

Значительным недостатком этого критерия является субъективность его определения (например, путем экспертной оценки). В ряде случаев оптимальными по этому критерию признаются варианты, использование которых нецелесообразно.

Известен также способ определения критерия по формуле:

$$K_0 = \sqrt[n]{a_1^{k_1} a_2^{k_2} \dots a_n^{k_n}}, \quad (6)$$

где  $K_0$  — критерий;  
 $a_1, a_2, \dots, a_n$  — показатели;  
 $k_1, k_2, \dots, k_n$  — коэффициенты весомости показателя;  

$$z = k_1 + k_2 + \dots + k_n.$$

Недостатком критерия является условность определения весомости показателей и его абстрактный характер.

Применяются и другие формулы для нахождения критерия оценки, однако безупречного способа пока не найдено.

Один из удобных практических приемов наглядного представления результатов оценки уровня качества изделия — это построение круговой диаграммы качества (рис. 22). Радиус круга делится на пять частей, соответствующих количеству баллов оценки показателей. Окружность делится на столько одинаковых частей, сколько показателей качества выбрано для оценки изделия. На радиусах, образующих секторы, откладываются величины показателей качества. Идеальное изделие имеет высокие показатели, образующие контур круга.

Совершенная система оценки новых решений изобретательских задач еще не создана. В. Гилман [24] приводит оценки полезности применения холестерина в течение 20 лет, данные Американским национальным институтом здоровья:

- до 1946 г. — холестерол — хорошее средство,
- 1947 г. — холестерол вызывает атеросклероз,
- 1948 г. — холестерол является причиной сердечных заболеваний,
- 1950 г. — холестерол — губительная отравка,
- 1954 г. — холестерол — губителен, но и целебен,
- 1958 г. — холестерол возбуждает, но при отсутствии тренировки является губительным,
- 1959 г. — холестерол не является губительным, но и не излечивает,
- 1960 г. — холестерол, вероятно, не является вредным,
- 1962 г. — холестерол не очень помогает, другие средства более вредны,



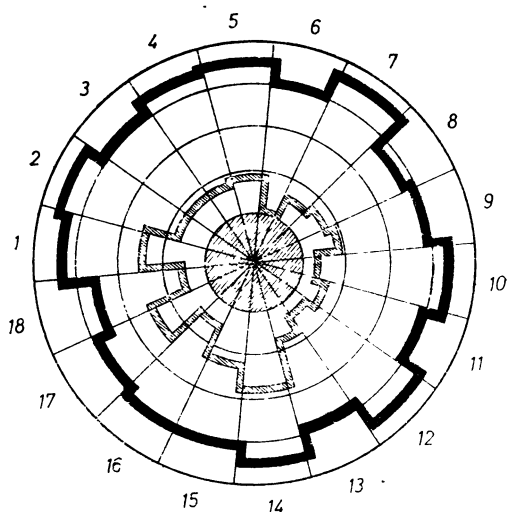


Рис. 22. Сравнительная диаграмма качества бытовой электрической стиральной машины. Сплошной линией отмечены показатели модели А (эталона сравнения), заштрихованной — модели Б. Каждый сектор круга соответствует определенному показателю:

1 — отстирываемость, 2 — потеря прочности, 3 — отжим, 4 — отполаскиваемость, 5 — время подготовки машины к работе, 6 — время обработки белья, 7 — время приведения машины в исходное состояние, 8 — вероятность безотказной работы за срок гарантии, 9 — уровень шума, 10 — вибрационная скорость, 11 — внешний вид, 12 — отделка, 13 — окраска, 14 — себестоимость, 15 — розничная цена, 16 — удельные эксплуатационные расходы, 17 — коэффициент применяемости, 18 — безопасность работы.

1963 г. — холестерол — неплохое средство для лечения расстройств гормональной функции,

1965 г. — холестерол оклеветали,

1966 г. — холестерол является хорошим лечебным средством.

Изобретатель сам должен быть строгим судьей своего изобретения. Один из эффективных видов оценки — выявление ошибок достигнутого решения. Следует учесть, что ошибки всегда влияют на судьбу изобретения и чем позднее их выявляют, тем труднее их исправить.

Наиболее распространены следующие виды ошибок изобретателей:

- неправильная постановка задачи из-за ошибочного определения цели;

- ошибочное определение функционального назначения технического объекта вследствие незнания частных общественных потребностей и степени их роста;

- включение в объект излишних и сложных элементов;

- ошибки технологического характера, затрудняющие или делающие невозможным изготовление объекта;

- конструктивные ошибки из-за неправильно определенных условий работы объекта, а также в результате ошибочных расчетов на прочность, на соблюдение правил выбора параметров, режима работы и т. п.;

- ошибки в выборе материала вследствие недостаточного изучения его характеристик;

- ошибки в подсчете эффективности производства и в эксплуатации объекта;

- ошибочная оценка психологической, социальной и эргономической сторон вопроса;

- неправильная оценка установившихся традиций, культурных потребностей;

- ошибки эстетического порядка;

- необоснованное использование уникальных элементов из-за пренебрежительного отношения к стандартизованным и унифицированным элементам;

- ошибки юридического порядка — нарушение авторских прав, пренебрежительное отношение к оформлению прав на техническое решение и промышленный образец.

Внедряется не каждое изобретение, а только лучшие, наиболее полезные из решений, обладающие мировой новизной. Так, на конструкции авторучек и карандашей в мире выдано около 30 тысяч патентов. Разумеется, что выпускать такое разнообразие конструкций нецелесообразно. В период с 1867 по 1964 год во всем мире было разработано 256 оригинальных конструкций пишущих машин. Широкое распространение получили лишь 27 конструкций, на основе которых в настоящее время выпускается

17 моделей стандартных стационарных и 38 моделей портативных машин.

Изобретатель, опередивший своей технической мыслью других, должен непрерывно работать над усовершенствованием изобретения. Первый самолет братьев Райт, созданный после трех лет упорного труда, 17 декабря 1903 года продержался в воздухе 12 секунд и пролетел около 40 метров. При езде на первом велосипеде К. Ф. Дреза нужно было непрерывно отталкиваться ногами. Первый автомобиль Г. Даймлера представлял собой карету без оглобелей и с установленным двигателем внутреннего сгорания. Первые успехи часто открывают путь к дальнейшим поискам, к новым изобретениям.

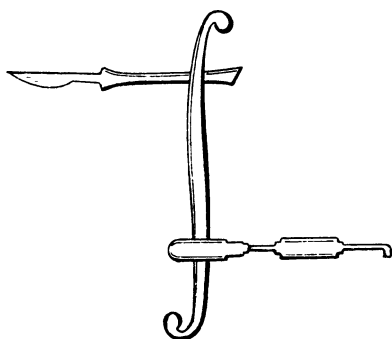
## 5. О БИОЭВОЛЮЦИИ И ТЕХНОЭВОЛЮЦИИ

Специалисты по бионике избрали своей эмблемой скальпель и паяльник, соединенные знаком интеграла (рис. 23), а своим девизом: «Живые прототипы — ключ к новой технике». Бионика изучает приемы, к которым прибегает природа для решения различных задач с целью воплощения их в виде технических объектов.

Зачастую задач бионики считают лишь перенесение в технику лучших творений природы — конструкций, структур, свойств и отношений живых объектов, процессов и явлений. Однако бионика может иметь огромное значение и для понимания самого творческого процесса, для развития методологии теории изобретательства. Человек, несомненно, может использовать методы природы, найденные путем выявления объективных закономерностей творчества, базирующиеся на общности свойств, сил и законов природы.

Польский писатель и ученый С. Лем разделяет весь комплекс явлений эволюции в мире на биологическую эволюцию и технологическую эволюцию. Конструктором биоэволюции является природа, конструктором техноэволюции — человек. Классификацию С. Лема можно принять со следующей поправкой: конструкторами биоэволюции являются природа и человек, конструкторами техноэволюции — человек. Деятельность

человека не ограничивается преобразованием неорганической части природы, а распространяется также на биологические конструкции и процессы природы. Уже К. Маркс отметил, что животные и растения, которых обыкновенно считают продуктами природы, в действительности в своих современных формах



*Рис. 23. Эмблема бионики.*

являются и продуктами видоизменений, совершавшихся на протяжении многих поколений при посредстве человеческого труда. Вполне естественно в этой связи, что советское патентное законодательство признает изобретениями создание новых пород животных и домашних птиц, новых сортов растений, новых пород тутового и дубового шелкопряда.

В своем творчестве человек учится у природы. Природные аналогии все шире используются для создания технических объектов, о чем свидетельствуют бурное развитие и успехи технической бионики. Однако еще более важной задачей является выяснение методов творчества природы и возможностей использования этих методов в изобретательстве человека.

Для методики изобретательства особенно важны следующие аспекты проблем биоэволюции:

— выявление стратегии, тактики и методов «био-конструирования», а также возможностей их использования в техническом творчестве (человека, человека в содружестве с кибернетическими устройствами);

— применение методики «биоконструирования» в сознательном создании новых пород животных и разновидностей растений по замыслу человека;

— применение методики «биоконструирования» для создания систем «симбиоза» технических устройств и живых организмов.

Возможно ли усмотреть в действиях великого биоконструктора — Природы — определенную методику? Возможно и целесообразно ли применять эту методику в техническом творчестве человека?

Разумеется, методику творчества природы нельзя рассматривать упрощенно как сознательные действия некоего одушевленного субъекта. Человек может лишь открывать объективно существующие закономерности биоэволюции, пытаясь перенести их в свою практику. Этот факт имеет огромное методологическое значение, так как позволяет успешно использовать результаты познания для оптимизации творческого процесса человека как в области технического, так и в области биоконструирования.

Рассмотрим некоторые явные аналогии между методами биоэволюции и технологического творчества человека.

Создавая биоконструкции, природа применяет методы дифференциации структур и функций, позволяющие получить новый эффект путем усложнения организации, увеличения количества разнородных частей — клеток, тканей, органов, а также путем уменьшения числа функций с одновременной интенсификацией оставшихся.

В техническом творчестве человека методы дифференциации и специализации настолько известны и широко применимы, что не требуют иллюстраций.

На многих этапах биоэволюции применялись методы интеграции, осуществляемые, например, путем усложнения, объединения (синтезогенеза) и мультипликации однородных элементов — клеток, сегментов тела. Методы интеграции широко применяются в техническом творчестве человека, таковы агрегатирование, мультипликация рабочих органов технических объектов (многошпиндельные, многолезцовые станки, многодисковые культиваторы).

Известно, например, что благодаря гиперболизации размеров древнейшая лошадь (*Hyracotherium*), которая была не больше современной кошки, достигла современных размеров. Нередко такая гиперболизация биоорганизмов не повышала степень целесообразности организации системы и выживаемость биоконструкции. Такие биоконструкции, как олени-великаны эпохи плейстоцена (*B. Megaceros hibernicas*) с четырехметровым размахом рогов, огромные улитки (*Ammonoides*) диаметром более 2,5 м, вымерли. Аналогичные явления известны и в технике. Создавались огромные корабли, дирижабли и шагающие экскаваторы. Однако самый большой корабль древности «Александрия» Гиерона Сиракузского (268—214 гг. до н. э.) оказался практически непригодным, самый большой парусный корабль всех времен «Томас В. Лаусон» затонул в 1907 году. Самый большой корабль XV века «Петер фон Данциг» оказался нерентабельным. Самый большой некогда корабль «Грейт Истерн» сто лет простоял в порту и в 1889 году был продан на металлолом. Использование метода гиперболизации размеров как в природе, так и в технике является признаком того, что возможности усовершенствования старой конструкции исчерпаны и пора применить новый принцип.

Влияние излишней гиперболизации и специализации в природе компенсируется методом редукции, осуществляемым благодаря увеличению компактности биоконструкций, сокращению и отмиранию лишних частей и органов, приспособлению к внешней среде. Методы редукции широко применяются и в техническом творчестве, когда сокращается число элементов технического объекта в связи с изменением функций и параметров, упрощением принципа действия.

В природе известны также методы концентрации и локализации функции в небольшом числе сильно развитых структур, что приводило к централизации аппаратов управления биоконструкциями (мозг, ганглии). Иногда развитие приводило к применению метода звездной системы, в соответствии с которым на один орган возлагается прямая стимуляция нескольких других органов или функций.

В эволюции органов управления живых организмов

действовал метод кортиколизации функций путем сосредоточения всей информации в центральном аппарате с выдачей оттуда распоряжений. В техническом творчестве также применяются методы концентрации материальных элементов и функций, локальной концентрации сил и процессов, централизации аппаратов управления с помощью кибернетических устройств, хранящих в памяти информацию и выдающих ее по требованию.

Бесперебойное действие биоконструкций обеспечивается благодаря методу резервирования, повторного обеспечения функций. Метод резервирования широко известен также в техническом творчестве и успешно применяется для повышения надежности технических объектов. Уже А. К. Тимирязев отметил, что в умственном творчестве человека и в бессознательном творчестве природы применяется метод избыточного создания новых форм, позволяющий произвести жесткий отбор [25]. Действительно, избыточная автопродукция природы — залог естественного отбора, а появление избыточных конкурирующих изобретений, решающих одну и ту же задачу, дает возможность осуществить отбор оптимальных изобретений для внедрения в различных условиях производства.

Природа использовала как методы инактивации (образование цист, брони и других защитных приспособлений, развитие анабиоза), так и методы активной компенсации нежелательных факторов путем развития полового процесса, защиты эмбриона, активации ферментов, терморегуляции, изменения поведения. Аналогично человек в техническом творчестве использует методы инактивации, осуществляемые приемами изолирования, инкапсуляции, экранирования, применения перегородок для защиты от воздействия вредной среды. В технике широко известны также методы механической, гидравлической, пневматической, оптической и акустической компенсации для уравнивания нежелательных факторов.

Определенная независимость организма от воздействующих на него факторов среды обеспечивается благодаря применению гомеостатических аппаратов, которые автоматически поддерживают норму путем непрерывного возврата к ней. Выживаемость особи

в процессе биоэволюции часто повышается с помощью совершенствования способа и форм отражения внешнего мира, развития способностей условнорефлекторного отражения, усовершенствования высшей нервной деятельности. Последние два метода используются и человеком при создании технических объектов, в особенности в последнее время в связи с развитием кибернетики.

Среди природных методов известны и весьма сложные, как, например, метод изменения среды в соответствии с потребностями вида, появившийся на определенной ступени развития высшей нервной деятельности и высших форм отражения. Методы эвристического изменения среды, в которой действует технический объект, путем изменения агрегатного состояния среды, изменения параметров среды, состава и контингентов среды, изменения сил, действующих в среде, и применения изменчивой среды известны и в техническом творчестве.

Методика биоэволюции природы еще недостаточно изучена и неудовлетворительно используется человеком в его творчестве, хотя известны многие попытки их осмысливания. Целесообразно овладеть навыками применения в техническом творчестве методов относительной автоматизации отдельных процессов и структур, стабилизации путем положительной или отрицательной обратной связи, двойного контроля функций по примеру антагонистической регуляции вегетативной нервной системы, метода адаптивной перестройки организации, осуществляемого посредством медленного преобразования организации, метода модифицирования всей структуры в целом в соответствии с особенностями новых элементов.

Распространенное мнение, будто биоэволюция осуществлялась исключительно методом слепых проб и ошибок, чересчур упрощает понятие об этом процессе. Так же, как это происходит в природе, в изобретательстве успешно применяются методы дифференциации, специализации, интеграции, редукции, концентрации, локализации, резервирования, компенсации, обратной связи, скрещивания, мультипликации и др.

Вскрытые закономерности и познанные методы должны использоваться вдумчиво, с учетом различий



в целях, возможностях, материалах, условиях человека и природы.

Использование метода биоэволюции имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, методические приемы природы развивались и прошли практическую проверку на протяжении миллионов лет, достигнув определенного совершенства. Они содержат огромное количество проверенных операций, которые в очень малой степени используются человеком. Методы природы, как правило, универсальны, применимы в широкой области, представляют интерес не только с технической, но и с художественной точки зрения, позволяют познать сам творческий процесс изобретателя.

С другой стороны, использование методов природы часто требует длительного времени, что сужает область их использования человеком. Биологические организмы эволюционируют посредством суммирования изменений, каждое из которых полезно в отдельности. Многие пути, которые использует человек, в природе невозможны. Природа не могла, например, создать новые сорта растений методом отдаленной половой гибридизации, созданным И. В. Мичуриным, поскольку для этого временно пришлось бы поддерживать низкоурожайные промежуточные виды родственного разведения.

### III. ОБУЧЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВУ

#### 1. ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ

Первые школы изобретателей, видимо, создал Архимед, его ученик Ктесибий Александрийский и ученик последнего Герон Александрийский. Эти великие изобретатели античности уже в некоторой мере пользовались методикой технического творчества.

Первые учебники по техническому творчеству появились в средние века и были сводами правил чисто эмпирических методов действия. К таким учебникам можно причислить «Записку о разных искусствах» Теофиля, «Технические разработки и наставления» М. Вертло, сборник «Секреты магистра Алексиса». Однако в эпоху Возрождения появляется уже стремление обосновать технологические рецепты и приемы производства теоретическими принципами, научно обоснованными методами поиска решения задачи. Такой подход можно обнаружить в трудах Леонардо да Винчи, Агриколы, Парацельса, Галилея и др.

Последние три десятилетия отличаются распространением массового обучения изобретательству. В США в настоящее время на обучение техническому творчеству ежегодно затрачивается 6,5 млн. долларов [44]. Существуют специальные фирмы, занимающиеся исключительно обучением творчеству. В части из них обучение направлено на повышение творческих способностей управляющего персонала при решении производственных задач, в других — на обучение самих творцов новой техники.

Первого вида обучение осуществляет фирма «Кепнер, Трегоу энд Ассошиэйтс», обучившая уже к 1965 году 15 000 управляющих. Сущность обучения заключается в освоении 14 концепций анализа проблем и принятия решения, разработанных психологом Чарльзом Кепнером и социологом Бенджаменом Трегоу [37]. Обучае-

мые управляющие разделяются на четыре группы в зависимости от должностного ранга. Численность одной группы — около 15 человек. Программа рассчитана на шесть месяцев очно-заочного обучения. Обучение начинается вводной сессией, длящейся пять дней. При поступлении обучаемые получают инструктивные материалы для предварительного ознакомления. На следующее утро вся группа прослушивает вводную лекцию и получает задание. Каждую задачу решает группа в составе 3—4 человек. Каждый обучаемый живет в отдельном номере и имеет прямую телефонную связь с другими членами группы. Группа может собираться по желанию в номере одного из ее членов.

Членам группы предлагается вообразить, что они являются управляющими воображаемой фирмы «Апекс» и должны найти решение конкретной проблемы. После решения и обсуждения тренировочных задач в течение недели обучаемые возвращаются на свои места работы и пытаются решать конкретные реальные задачи на местах. В течение шести месяцев они вызываются ежемесячно на 1—1,5-дневные консультационные сессии, получают ежемесячные письменные консультации. Курс обучения заканчивается подготовкой отчета о результатах обучения.

Своеобразный метод обучения техническому творчеству ввел в Массачусетском технологическом институте проф. Дж. Арнольд. В целях абстрагирования от привычных представлений, нейтрализации инерционности мышления он предложил решать изобретательские задачи для условий воображаемой планеты Арктур IV [29].

Предполагается, что планета Арктур IV находится на расстоянии 32 световых лет от Земли. Атмосфера планеты состоит из метана и болотного газа. На планете много морей с жидким аммиаком. Средняя годовая температура на поверхности планеты колеблется от  $-43$  до  $-151^{\circ}\text{C}$ . На Арктуре IV живут разумные существа типа людей, называемые метанианами. Тело их покрыто перьями. Они имеют две ноги, клюв и три глаза, из которых один способен видеть в X-лучах. Их детеныши развиваются из яиц и достигают зрелого возраста в течение одного года. Год на Арктуре равен 50 годам на Земле. Метаниане имеют хрупкий скелет,

их пульс достигает всего 5 ударов в минуту. Поскольку метаниане имеют по три пальца на руке, они разработали систему счисления, базовым числом которой является число 3, а не 10.

Вместе со своими студентами Дж. Арнольд создал предметы культуры и цивилизации воображаемых метаниан, описал их способы труда. Среди разработанных технических устройств — различное оборудование, применяемое в условиях слабых грунтов, копалка для овощей, транспортное средство «эггомобиль» яйцевидной формы с пропеллером. При создании такого транспортного средства учитывались как соображения психологического характера (метаниане развиваются из яиц), так и требования максимальных удобств при перемещении по слабому грунту и сведения к минимуму возможности аварий. Изучение возможности применения на Арктуре IV электродрели показало, что дрель, вес которой в земных условиях равен 2,5—3 кг, в условиях воображаемой планеты будет весить около 30 кг и поэтому неудобна в эксплуатации. Было предложено отделить электромотор от дрели, создав стационарный мотор, гибко соединенный с дрелью. Были разработаны также специальные приспособления, обеспечивающие безопасность работы с учетом медленной реакции метаниан. Форма ручки приспособлена к особенностям строения рук метаниан, дрель приводится в действие только при одновременном нажатии обеими руками двух пусковых кнопок.

Практика применения метода показала, насколько существенно в процессе обучения и творчества умение переключиться на совершенно новые условия, в которых традиционные способы решения задач уже неприменимы. Тренировка с помощью изложенного метода приучает к творческому мышлению, к поискам нетривиальных путей решения любой задачи. Пройшедшие тренировку студенты в значительно меньшей мере связаны психологической инерцией мышления, а это — одно из главных предварительных условий разработки изобретений. Кроме того, метод приучает решать задачи с учетом целей, функций, условий среды.

Большую популярность в обучении техническому творчеству в США приобрела фирма «Синектикс»,

обучившая за 1960—1970 гг. более 2000 человек. Процесс и программы обучения техническому творчеству фирмой неоднократно усовершенствовались. В настоящее время фирма проводит обучение изобретательству по различным стандартным программам кратковременного обучения:

а) пятидневный или трехдневный курс творческого решения задач методикой синектики включает освоение приемов конструктивного взаимодействия технических элементов и изучение процесса создания метафор;

б) семинары творческих лабораторий синекторов длительностью 1—1,5 дня посвящаются практике применения методики синектики;

в) заключительный курс творческого решения задач проводится через год после прохождения первого обучения. Он посвящается методике руководства сессиями синекторов, практической отработке приемов, оказанию методической помощи в решении вопросов, выдвинутых в течение истекшего года, и ознакомлению с новыми разработками и новым опытом использования методики синектики;

г) специальный трехдневный курс для студентов высших учебных заведений, предназначенный для оказания помощи в творческой работе по соответствующему профилю. Обучение проводится на протяжении одной недели;

д) творческая работа в лаборатории для административного персонала в течение трех дней, посвященных изучению основ методики синектики, организации производства, теории управления.

Фирма проводит также консультации по практическому применению отдельных методических рекомендаций, по тренировочному решению задач, выпускает периодический технический бюллетень «Синектикон», комплекты наглядных пособий, описания тренировочных задач.

По мнению В. Дж. Гордона, сессии синекторов должны проводиться без перерывов, чтобы не нарушалась целостность мышления, необходимая для творчества, не рассеивалась накопленная в начальной стадии энергия воображения. Однако сессии синекторов

иногда могут длиться три часа и более, что, естественно, утомляет участников. Для снятия усталости рекомендуются оригинальная шутка, юмор, цепь свободных шуточных ассоциаций.

В нашей стране на целесообразность и необходимость обучения изобретательству одним из первых указал латышский ученый, академик Российской академии наук П. И. Вальден. Уже в 1918 году он писал, что ближайшими задачами государства и общественных организаций является пробуждение воли к творчеству, объединение творческих сил и направление творческой активности в сторону наибольшего экономического эффекта.

Массовое обучение изобретательству в нашей стране наиболее развито в Латвийской ССР. Начало его было положено в 1958 году, когда теория изобретательства и методика технического творчества были включены в программу обучения слушателей Латвийского народного университета технического творчества.

Необходимость обучения творчеству, воспитания творческих людей, столь остро необходимых в современных условиях, отмечают многие советские специалисты. М. Лаврентьев пришел к выводу, что студентов в первую очередь необходимо обучать самостоятельному решению творческих задач. «Гораздо важнее научить их думать, изобретать, ставить опыты, научить напрягать все силы для решения трудной задачи, чем формально дать студентам сведения, которые они немедленно забудут» [16].

Однако в настоящее время и в нашей стране, и за рубежом государственные системы обучения в недостаточной мере направлены на подготовку творческих личностей.

Традиционная школа и традиционное обучение оказались неспособными обеспечить оптимальное развитие творческого мышления. Весьма точно об этом говорит советский ученый П. Я. Гальперин: «Наблюдая за решением задач «на соображение», мы были удивлены крайней беспорядочностью и непродуктивностью мыслительной деятельности, и не только у школьников и студентов, но и даже у выдающихся представителей науки, когда они решали задачи не из своей области, но не требовавших специальных знаний. По меткому

выражению одной сотрудницы, обычная картина решения таких задач носит характер «броуновского движения мысли» — случайных толчков в разных направлениях, с многочисленными возвращениями к тому же действию, без выхода за границы узенького «пятачка». А между тем систематическое применение элементарного анализа буквально в несколько шагов приводит к ясному и однозначному решению. Выходит так, что и задача представлялась «задачей на соображение» только потому, что мышление было недисциплинированным, «малограмотным» [14].

А. Н. Несмеянов утверждает, что «главная цель образования — это тренировка мозга на все более и более творческой постановке и решении вопросов» [19]. Для практического осуществления этой цели необходимо создание специальных школ изобретательского искусства, специальных высших учебных заведений и факультетов при технических вузах для подготовки специалистов по теории и методике технического творчества [15]. Известно, что во многих высших технических учебных заведениях США в течение более чем двадцати лет преподается курс творческого мышления. В нашей стране такое обучение введено в некоторых высших учебных заведениях Риги, Новосибирска и Киева.

Интересный и полезный опыт обучения творчеству в нашей стране накоплен в латвийских и ленинградских народных университетах технического творчества. В Латвийской ССР плодотворно работают 15 отраслевых университетов технического творчества, обучающих слушателей методам генерирования изобретательских идей, методам решения изобретательских задач, рекомендациям по организации творческого процесса изобретателя.

## **2. ПРАВИЛА И ПРИНЦИПЫ ОБУЧЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВУ**

Методика технического творчества в последние годы развивается очень быстро. Однако методика преподавания этого предмета, обучение методам, правилам, принципам, технике и стратегии решения изобретательских задач, разработана еще слабо.

Процесс обучения, как и процесс познания, начинается с живого созерцания, за ним следует формирование общих представлений, и, наконец, сложившиеся абстракции получают обоснование в дальнейшей учебе и общественной практике.

Обучение практическому решению задач должно базироваться на общих дидактических принципах и методах, которые, однако, следует применять вдумчиво, в специфической форме.

Основные правила обучения изобретательству следующие:

- обучать методам раскрытия процесса технического творчества, а не освоению его результатов;
- проводить обучение с учетом закономерностей игры, любопытства, воображения;
- обучать на уровне последних достижений науки и техники;
- обеспечить многообразие форм обучения, исключаяющее монотонность занятий.

Обучение приносит успех лишь при условии соблюдения основных принципов обучения методике изобретательства.

*Принцип дискретной обратной связи* в обучении методике изобретательства требует реализации замкнутой цепи взаимодействия преподавателя, обучаемого и методики изобретательства (рис. 24). Меха-

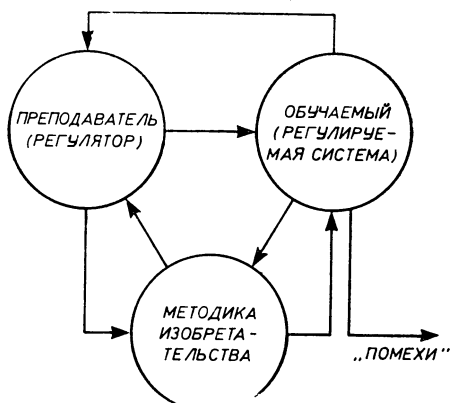


Рис. 24. Принцип обратной связи при обучении изобретательству.



низм обратной связи между обучаемым и преподавателем обеспечивает выполнение последовательных операций — целенаправленное поведение слушателя при минимуме ошибок («помех») в усвоении слушателем рекомендаций преподавателя. Обратная связь при обучении методике изобретательства может осуществляться как с обучаемым (внутренняя обратная связь), так и с преподавателем (внешняя обратная связь). Однако ее нельзя отождествлять с подкреплением, понимаемым как воздействие, приводящее к закреплению выполняемого интеллектуального действия или навыка.

Принцип дискретной обратной связи в обучении коренным образом отличается от принципа «черного ящика», применяемого при обучении по традиционным программам в высшей и средней школе. В них предусмотрена лишь передача учебного материала в определенной последовательности и оценка правильности ответа. Психическая деятельность, ее структура, элементы, их взаимная связь и взаимодействие при этом не контролируются. При обучении методике изобретательства менее важна правильная внешняя реакция, а в гораздо большей степени — изменение структуры психической деятельности и дополнение ее новыми элементами.

*Принцип идейности и научности* требует обучать методике технического творчества на высоком идейном и научном уровне, в полном соответствии с истинами, законами, правилами и методами, установленными наукой. Обучение должно базироваться на всеобщем диалектико-материалистическом методе, вскрывающем закономерности всякого творческого мышления и являющемся основой для развития общих и частных методов технического творчества. Обучение методике изобретательства должно быть направлено на проникновение в суть изучаемых вопросов, при этом должно учитываться, что техника и изобретательство развиваются в соответствии с объективными закономерностями, что творческий процесс изобретателя познаваем и результаты этого познания могут быть использованы для стимулирования творческого процесса.

Особое внимание при обучении должно обращаться на применение четкой, научно обоснованной термино-

логии. Преподавателю следует избегать профанации преподаваемой дисциплины, преувеличения ее возможностей, использования легковесных эффектов, расширения чуждых науке идей.

*Принцип единства теории и практики обучения* означает, что обучение методике изобретательства необходимо проводить с учетом соотношения и взаимодействия теоретических и практических достижений. Обучение должно базироваться на обобщенном, систематизированном практическом опыте работы изобретателей и рационализаторов. Теоретические выкладки желательно подтверждать примерами из истории изобретательства и достижений современных изобретателей и закреплять практическим решением тренировочных задач. Однако последние не должны быть вымышленными, их следует выбирать из числа реальных задач, выдвинутых актуальными общественными потребностями. Американский специалист в области методики технического творчества Дж. Р. Диксон констатирует: «Изучение большого числа идей без полной связи с реальной действительностью способствует бесплодности. По этой причине лучше решать задачи, взятые из реальной жизни, чем задачи из учебника» [32].

В соответствии с *принципом свободы мышления* в процессе обучения не следует накладывать ограничения на ход мыслей обучаемого и обеспечивать возможные условия для свободы мышления, работы воображения, для сомнений. Обучаемый не должен преклоняться перед авторитетами, единственный авторитет — это великие законы природы. Поэтому критической проверке следует подвергать все, что вызывает сомнение.

*Принцип целенаправленности* выдвигает требование, чтобы свобода мышления не понималась как беспорядочность мышления. Методика изобретательства призвана обучать навыкам использования в техническом творчестве случайностей, однако она должна отучать обучаемых от хаотических поисков решения изобретательской задачи. Случайности следует использовать целенаправленно, а не в виде беспорядочных переходов от одной мысли к другой.

*Принцип систематичности и последовательности*

*обучения* соблюдается путем четкого планирования обучения в учебных программах и планах лекций, практических занятий, обеспечивающих усвоение логических связей материала, его расположение в оптимальной последовательности. Обычная последовательность изложения темы в процессе обучения методике изобретательства следующая: назначение и важность темы, основные понятия и термины, их взаимосвязь и отношение к ранее усвоенным знаниям, теория, практические примеры, решение тренировочных задач из практики.

*Принцип доступности и посильности* требует, чтобы преподаватель четко знал уровень прежней подготовки слушателей, учитывал в процессе преподавания их способности и интересы. На каждом этапе обучения уровень теоретического изложения должен быть оптимальным. Доступность изложения значительно повышается благодаря применению ярких, запоминающихся и целенаправленных практических примеров, которые должны подбираться, как правило, из знакомых областей.

Принцип доступности и посильности базируется на соблюдении известных дидактических правил: от простого к сложному, от известного к неизвестному, от легкого к трудному.

*Принцип комплексности обучения* основан на требовании, чтобы методика изобретательства преподавалась как комплексная научная дисциплина, использующая интегрированные данные философии, психологии, истории, логики, эвристики, кибернетики и других наук. Методика изобретательства создается путем интеграции многих наук, а изобретательские задачи, как правило, решаются интеграцией дифференцированного знания.

*Принцип прочного усвоения* означает, что преподавание должно обеспечивать полное и прочное овладение пройденным материалом, рассмотренными принципами, закономерностями, методами всеми слушателями. Для соблюдения принципа необходимо использовать все возможные средства — систему домашних заданий, дополнительную литературу, индивидуальные консультации, коллоквиумы, обмен мнениями, встречи со знатными изобретателями и т. п.

В отдельных случаях в установленном правилами порядке можно сократить объем обучения или продлить цикл, но недопустимо проводить обучение поверхностно, без прочного усвоения.

Требования *принципа высокого уровня трудности* сводятся к тому, что перед обучаемым должны ставиться задачи, решение которых связано с напряжением всех интеллектуальных способностей. Если уровень сложности решаемых технических задач должен в процессе обучения непрерывно повышаться, то уровень трудности должен поддерживаться предельно высоким. Обучение изобретательству — это не традиционная школа, которую удовлетворяют освоение учащимися определенного количества фактов. По этой причине в процессе обучения методике технического творчества недопустимо применение тренировочных задач, которые могут быть известны некоторым учащимся или просто тривиальны.

Принцип высокого уровня трудности невозможно соблюдать, не зная уровень общей и специальной подготовки обучаемых, направленность их интересов, опыт творческой деятельности.

*Принцип сознательности и активности* в обучении требует, чтобы целеустремленно использовались все возможные средства и методы, направленные на ясное понимание цели обучения, пробуждения интереса к обучению, сознательного отношения к занятиям и личной активности обучаемых.

Цели обучения и важность их достижения должны быть разъяснены, в обучаемом важно пробудить интерес к творческой деятельности и к овладению ее навыками, причем существенным условием является непринужденная обстановка, свободный обмен мнениями. Преподавателю следует принять все меры к пробуждению активности обучаемых, найти к ним психологически правильный подход.

*Принцип наглядности обучения* опирается на утверждение, что обучение не должно быть отвлекающим, в процессе его должны использоваться наглядные учебные пособия. Соблюдение этого принципа в значительной мере помогает учащимся осмысливать учебный материал. В процессе преподавания методики изобретательства должны использоваться не только

настенные наглядные пособия (чертежи, таблицы, графики, фотоснимки и т. д.) или объемные пособия (натуральные образцы, модели, макеты и муляж), но и новые технические средства — учебные кинофильмы, звукотехническая аппаратура, телевидение и обучающие машины.

Различные наглядные средства нужно применять вдумчиво, в соответствии с их назначением и дидактической ценностью, а также с конкретной целью и типом занятий.

*Принцип воспитания в коллективе* весьма важен для обучения и воспитания изобретателей в современных условиях. Принцип базируется на замечании К. Маркса о том, что изобретение всегда является не только достижением одного лица, а суммой творческих достижений предшественников и современников. С другой стороны, в современных условиях большинство изобретательских задач, особенно создание новых сложных технических систем, непосильно одному специалисту в определенной области, независимо от уровня его общей и профессиональной подготовки. Приобретение навыков коллективного творчества, освоение методов группового решения изобретательских задач исключительно важно в подготовке и воспитании современного изобретателя.

Обучение изобретательству проводится под непосредственным или опосредованным руководством преподавателя. Различают прямое и не прямое непосредственное руководство преподавателя. В соответствии с первым, преподаватель использует метод вопросов и ответов, консультации, исправление ошибок, подсказки, оказывает обучаемым помощь в абстрагировании от привычного хода мыслей, а также при необходимости показывает вариант возможного решения задачи. При не прямом непосредственном руководстве преподаватель делает ссылки на аналогичные решения задач другими изобретателями, бывшими слушателями курса, предлагает литературу о творческом процессе и опыте работы изобретателей. При опосредованном руководстве преподаватель проводит общие консультации; работая с одним слушателем, обращает внимание всей группы на ту или иную методическую работу, направляет творческое мышление обучаемой

группы; на примере решения задачи показывает возможности использования творческих приемов в более общем случае.

Преподаватель должен помнить, что цель обучения изобретательству — не передача фактов и знаний, а культивирование творческих способностей. Если обучаемые, усвоив важные и ценные факты, все же не способны самостоятельно разработать творческие предложения по усовершенствованию или по созданию новых технических объектов, это означает, что преподаватель работал впустую и не достиг главной цели. Обучение, не учитывающее основополагающего значения этого принципа, нередко приносит больше вреда, чем пользы.

Преподавателю важно иметь представление о закономерностях творчества, психологических механизмах творчества, знать историю изобретательства и его методики и свободно ориентироваться в логике, эвристике, проектировании и конструировании, патентоведении и в одной из областей техники. Он не должен навязывать свое мнение, свои методы, искусственно направлять слушателей на определенное решение задачи — необходимо поощрять любую оригинальную мысль, помочь слушателям самим делать обобщения, выводы, заключения. Все действия преподавателя должны быть направлены на воспитание в слушателях уверенности в том, что они сами могут решать серьезные творческие задачи, что существуют задачи, которые именно они призваны решить.

### **3. МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

Обучение изобретательству предполагает использование всеобщего диалектического метода в качестве логики и теории познания и творчества. На этой основе должно обеспечиваться усвоение обучаемыми общих и частных методов практического решения изобретательских задач с целью формирования и культивирования творческих способностей и оптимизации творческого процесса. Методы обучения должны обеспечить:

— полное усвоение слушателями предлагаемых

творческих приемов, закономерностей, правил и практических навыков;

— последовательное, твердое и сознательное усвоение научно обоснованных закономерностей развития техники и технического творчества;

— развитие творческих способностей слушателей;

— развитие чувства коллективизма и навыков коллективного творчества.

Каждый метод обучения методике изобретательства обладает специфическими особенностями. Классификация этих методов еще почти не разработана. Однако для практических целей можно использовать общую классификацию методов обучения, принятую в советской дидактике. Упрощенно различают группы: а) концептуальных и б) тренировочных методов обучения изобретательству. (Разделение методов на группы является условным и имеет целью облегчить их рассмотрение. На практике лишь в единстве их применения осуществляется оптимальный процесс обучения.)

В число концептуальных методов обучения изобретательству входят известные в педагогике метод вопросов и ответов Сократа, лекционный метод, демонстрационно-иллюстративный метод, метод индивидуальных консультаций и исторический метод. Это — основные методы обучения изобретательству, однако высокая эффективность достигается лишь при их комплексном применении с тренировочными методами. Наибольшее распространение в педагогической практике в настоящее время получили следующие тренировочные методы: метод проблемных ситуаций, метод письменных работ, метод экспериментальных упражнений, методы воспитания творческих способностей.

*Метод вопросов и ответов Сократа* является эвристическим и предполагает, что обучение происходит в форме диалога, причем преподаватель задает обучаемому целенаправленные вопросы.

Сократ признавал диалог единственно правильным методом обучения и познания истины, утверждая, что искусные вопросы, обращенные к собеседнику, возбуждают дремлющие в нем способности и знания. Ставя обучаемым вопросы, Сократ добивался, чтобы они сами приходили к правильным выводам. Он при-

бегал как к положительной, так и отрицательной (иронической) форме суждений. Таким образом, процесс обучения приобретал исследовательский, поисковый характер.

Метод вопросов и ответов Сократа принципиально отличается от катехизического метода обучения, применявшегося в средние века и заключавшегося в механическом зазубривании заранее составленных вопросов и ответов на них.

Применение метода вопросов и ответов Сократа в обучении методике изобретательства требует от преподавателя не только знания основ интеррогативной логики, но и высокого мастерства преподавания. Вопросы преподавателя должны:

- соответствовать конкретной задаче беседы, специфике учебного материала и уровню подготовленности обучаемых;
- стимулировать и организовать внимание обучаемых, активизировать их мышление, развивать творческие способности и инициативу;
- быть четко сформулированными, задаваться с соответствующей интонацией и подчеркиванием сути вопроса;
- представлять для обучаемых посильную трудность;

Сперва ставится фронтальный вопрос, а потом вызывается определенный обучаемый. Опросом следует охватить возможно большее число обучаемых, добиваясь, чтобы вся группа активно участвовала в разрешении учебной задачи.

*Лекционный метод* относится к группе методов обучения, предполагающих устную форму изложения учебного материала.

Успешное обучение на основе лекционного метода возможно при условии, что лекции проводятся на современном уровне знания. Специфика обучения методике изобретательства требует умелого использования лекционного метода, как правило, наряду с другими методами обучения. Лекции должны быть построены так, чтобы обучаемые легко могли выделить главное от второстепенного. Материал должен излагаться в логической последовательности, по узловым вопросам желательны обобщения, а в заключение



должны формулироваться общие выводы и практические рекомендации. Преподавателю методики изобретательства следует каждый раз обогащать лекцию новыми фактами и практическими примерами, никогда не повторяя их.

*Демонстрационно-иллюстративный метод* предполагает изучение творческого процесса изобретателя путем широкого использования разнообразных наглядных пособий.

Будучи не вполне самостоятельным, метод, как правило, используется совместно с другими методами обучения — лекционным, методом вопросов и ответов и т. д. Однако это несколько не уменьшает его ценность.

В процессе обучения преподаватель должен умело выбирать наглядные пособия, разъяснять общую тему и конкретный смысл предлагаемого материала. К анализу иллюстрационного материала целесообразно привлекать обучаемых. Преподаватель может демонстрировать материалы о конкретных творческих процессах из истории изобретательства с соответствующим разъяснением, а затем на учебных и иллюстрационных материалах, отражающих современные задачи, проводить анализ с участием обучаемых. В процессе анализа преподаватель, используя систему вопросов и ответов, обязан добиться активности обучаемых и убедиться в усвоении ими темы.

*Метод индивидуальных консультаций* заключается в оказании помощи в соответствии с индивидуальными способностями обучаемого. Используя метод, необходимо всегда помнить, что к обучаемым предъявляются одинаковые требования, но индивидуальная помощь должна быть дифференцированной. Естественно, что преподаватель должен обращать больше внимания на тех обучаемых, которые из-за своих психических особенностей или недостаточной подготовки хуже усваивают предмет. Первые неудачи некоторых обучаемых на начальной стадии обучения нельзя квалифицировать как отсутствие у них творческих способностей. Практика показала, что зачастую именно эти отстающие в начале обучения, благодаря волевым усилиям, целеустремленности и вдумчивому подходу к предмету, становятся наиболее продуктивными изобретате-

лями. Преподаватель всегда должен доверять потенциальным творческим способностям обучаемого, и поэтому следует избегать навязчивого стремления привить обучаемому свой образ мыслей, стараться развивать активность мышления обучаемого.

*Исторический метод* базируется на реконструировании процесса создания изобретений в прошлом, обобщении исторического опыта и использовании его для решения типовых изобретательских задач. Хотя в большинстве случаев из-за недостатка данных не удается восстановить вполне достоверную психологическую картину процесса создания изобретений прошлого, правдоподобные рассуждения, как правило, всегда являются источником полезных идей, которые можно использовать для решения современных технических задач.

Исторический метод обучения доказал свою высокую эффективность на практике. Он приучает анализировать историю возникновения и решения конкретных задач в прошлом, рассматривает ход развития задачи и изменения условий, общественных потребностей и ограничений.

При изучении истории возникновения и решения задачи недостаточно ознакомиться с выдающимися изобретениями в этой области. Более эффективные результаты достигаются путем изучения и анализа успешно внедренных изобретений прошлого, изобретений и разработок, которые никогда не были внедрены, безуспешных поисков, не давших решения задачи.

Метод позволяет использовать обширную фактическую информацию, обеспечивает правильную постановку задачи, раскрывает процесс ее развития, позволяет определить тенденции развития конкретного технического объекта и облегчает решение задачи посредством антиципации или прогнозирования.

*Метод проблемных ситуаций* в обучении методике изобретательства заключается в том, что вместо лекции и учебников применяется решение дискуссионным путем проблемных специфических ситуаций.

Проблемные ситуации выбираются преподавателем в соответствии с областью интересов обучаемых. При этом важно подчеркнуть, что рассматриваемая проблемная ситуация и устранение ее противоречий — не-

самоцель, подлинная цель — обучение мышлению в условиях проблемной ситуации.

Метод проблемных ситуаций включает следующие операции:

- выдвижение проблемной ситуации, определение главного вопроса и второстепенных вопросов;

- выбор направления, области и темы обсуждения;

- отождествление себя с лицом, заинтересованным в решении проблемной ситуации — управляющим предприятием, потребителем, заказчиком и т. д.;

- дискуссию с целью анализа ситуации, выявления возможностей решения задачи традиционными средствами и их комбинацией оценки возможностей;

- рассмотрение задачи с точки зрения возможности ее решения типовыми изобретательскими методами, генерирование идей;

- оценку альтернативных вариантов и выбор оптимального;

- определение возможности использовать ход рассуждений в конкретной задаче для решения аналогичных задач, методологическое обобщение опыта применения.

В процессе рассмотрения проблемной ситуации могут успешно использоваться модели, графы, схемы. В ходе дискуссии преподаватель может делать шуточные и другие эмоциональные отступления и замечания, помогающие абстрагироваться от привычного мышления, уменьшающие инертность и скованность.

*Метод письменных работ* предполагает применение системы текущих и контрольных письменных заданий по программе обучения.

В обучении методике изобретательства применяются три основных вида письменных работ:

- а) конспектирование в сжатом виде основного материала. В обучении методике изобретательства конспектирование обязательно используется при рассмотрении материалов, по которым недоступна печатная информация, при разработке решений творческих задач;

- б) выполнение письменных упражнений — решение головоломок, шарад, задач на конструирование, на формулировку проблемы, на анализ информации, обход патентов и т. д.;

в) дипломное проектирование, заключающееся в разработке итогового творческого предложения по окончании курса обучения. (Подобные итоговые дипломные работы разрабатываются слушателями всех пятнадцати латвийских народных университетов технического творчества.) Основным критерием оценки этих работ является элемент самостоятельного творчества.

*Метод практических упражнений, или тренировок,* направлен на закрепление учебного материала путем повторного творческого выполнения одного и того же процесса. Упражнения — древнейший путь обучения. Однако применение метода не должно превращаться в дрессировку, механическое зазубривание материала, — в этом случае он не принесет пользы. Метод практических упражнений должен способствовать развитию инициативы обучаемых, раскрытию их творческих способностей, закреплению навыков творческого мышления и генерированию новых идей. Упражнения, кроме того, должны приучить обучаемых к борьбе с трудностями, активному действию, развивать уверенность в собственных потенциальных творческих возможностях, смелость в выборе трудной задачи.

Упражнения могут быть индивидуальными и фронтальными — предназначенными для выполнения всей группой обучаемых. В процессе упражнений особое внимание обращается на тех обучаемых, которые хуже справляются с учебным материалом.

*Метод развития отдельных творческих способностей* помогает устранить психологические, информационные и другие барьеры творчества, преодолеть инерцию мышления. Известны методы развития интереса к творчеству, комбинационной способности, творческого воображения, способностей суждения, использования побочных результатов поиска, абстрагирования от привычного хода мыслей и т. д. Среди методов этого типа в зарубежной практике пользуется популярностью упомянутый метод решения изобретательских задач в условиях воображаемой планеты Арктур IV, разработанный Дж. Арнольдом.

Как уже отмечалось, многие изобретательские задачи можно решать с помощью различных методов эвристического комбинирования. Творческий процесс

создания изобретений не может быть сведен только к процессу комбинирования. Однако нельзя отрицать большого значения развития комбинационных способностей. Для их развития полезны упражнения в решении шарад, различных головоломок, конструктивных задач. Шарады берут свое начало от древней письменности ацтеков и в обучении методике изобретательства применяются при тренировке комбинационных способностей начинающих новаторов техники.

Серьезную роль в тренировке творческих способностей играют различного рода головоломки. Известный советский психолог С. Л. Рубинштейн писал: «Задачи-головоломки в известном отношении особенно близки к так называемым творческим задачам и вместе с тем существенно от них отличны. Сходство заключается в том, что в задачах-головоломках, так же как и в творческих задачах, существенные условия, ведущие к решению, прикрыты, как бы замаскированы привходящими обстоятельствами, толкающими мысль в ненадлежащем направлении; для решения как творческих задач, так и задач-головоломок требуется прежде всего осуществляемая анализом (опосредованным синтезом) демаскировка существенных для задачи условий и абстракция от привходящих обстоятельств, которые, заслоняя, маскируя их, толкают мысль в ненадлежащем направлении» [24]. Различие между творческими задачами и задачами-головоломками С. Л. Рубинштейн видит в том, что первые возникают естественно, вторые создаются для забавы.

Преподаватель методики изобретательства должен располагать набором целенаправленных и интересных задач-головоломок. Их решение можно использовать как подсказку при выборе метода решения и нахождения принципа решения изобретательской задачи.

Для новаторов техники всегда представляют интерес конструкционные головоломки, требующие для решения смекалки, умения абстрагироваться от привычного взгляда на вещи, пространственного воображения. Важнейшая способность новатора техники — это развитое пространственное воображение, которое следует развивать решением тренировочных задач постепенно возрастающей сложности.

В практике обучения методике изобретательства

используется множество различных приемов развития отдельных творческих способностей. Так, например, для развития способности абстрагироваться от обычного хода мышления используются приемы генерирования изобретательской идеи путем сознательного использования случайностей, опроса мнений совершенно неосведомленных людей, группового обсуждения задачи в условиях лимитированного времени, поиска заведомо фантастических аналогий из области экономики, химии и др., отождествления себя с техническим объектом, решение задачи без учета затрат, предельной гиперболизации или миниатюризации технического объекта, выдвижения гипотез о том, как решалась бы аналогичная задача на заре изобретательства, как она будет решаться через 50 лет.

#### **4. ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ**

В практике обучения изобретательству за последние тридцать лет накоплен значительный опыт, который, однако, еще недостаточно изучен и обобщен. Несмотря на то, что обучение методике изобретательства носит массовый характер и существуют координационные центры обучения, преподавание отдельных дисциплин ведется по разным программам, в различном объеме, с разной целью. Программы обучения методике изобретательства, как правило, недостаточно широко публикуются. По мере накопления опыта обучения, а также специализации для конкретных целей происходит непрерывный процесс изменения программ.

Программы обучения, применяемые в СССР, направлены на преподавание методики технического творчества и связанных с ней дисциплин, изучение которых полезно изобретателям, рационализаторам, конструкторам и другим новаторам техники. Аналогичное направление развивается в ЧССР и в ГДР. Программы обучения, используемые в США, предназначены для развития творческого мышления в более широком смысле этого понятия и представляют собой попытку сформировать единый подход к решению организационных, научных и технических задач. Такие дисциплины, как, например, методика творческого

технического конструирования, методика художественного конструирования, методика создания обходных изобретений, как правило, не включаются в программы обучения творческому мышлению.

Другим различием программ обучения изобретательству в США и СССР является то, что первые из них направлены на обучение сугубо групповому творчеству. Большинство слушателей, прошедших обучение, не в состоянии заниматься творчеством вне группы, занятой той же проблемой, и без руководителя, который ведет сессию коллективного обсуждения проблемы.

В последнее время в нашей стране на различных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и проектно-конструкторских организациях создается множество программ обучения методике изобретательства, в известной мере учитывающих опыт и конкретные задачи упомянутых организаций. Однако эти программы нередко страдают существенными недостатками. Поэтому целесообразно сформулировать основные правила разработки эффективных программ обучения.

Анализ данных мирового опыта показывает, что к программам обучения методике технического творчества должны предъявляться требования:

а) соответствия народнохозяйственным задачам, актуальности, наличия необходимых общих исходных данных, сближающих программы обучения с практической работой изобретателя;

б) согласования целей и задач обучения с конкретными условиями обучения, приспособляемости программ к уровню образования, интересам, склонностям, специальности и другим особенностям обучаемых;

в) раскрытия причинной зависимости между реальными потребностями общества, его современными идейными и социальными устремлениями и творчеством изобретателя;

г) систематического обновления с учетом общего научно-технического прогресса и развития соответствующей отрасли техники;

д) обеспечения возможности проведения достаточ-

ного количества практических занятий с каждым обучаемым;

е) соответствия научно обоснованным дидактическим принципам обучения изобретательству;

ж) соответствия планируемому уровню обучения.

В практике обучения методике изобретательства различают следующие четыре уровня обучения, из которых следует исходить при составлении или выборе программы обучения.

Уровень выявления проблем методики изобретательства характеризуется усвоением сущности, роли, значения и современного состояния методики изобретательства, осознанием необходимости изучения основ методики изобретательства для практической творческой деятельности в области техники. Этот уровень достигается обзорными лекциями, встречами с известными изобретателями, краткосрочными курсами и семинарами по пропаганде методики изобретательства и ее использованию в отдельных случаях.

Уровень воспроизведения отдельных этапов типового творческого процесса изобретателя характеризуется копированием изученных на аналоге действий по отдельным шагам или этапам творческого процесса, например, по постановке задачи, генерированию изобретательской идеи, сбору и анализу информации. Достигается обучением по программам, дифференцирующим отдельные этапы творческого процесса или отдельные методы изобретательства.

Уровень умения приложить основные методы и рекомендации методики изобретательства к знакомым объектам и ситуациям характеризуется овладением типовыми методами решения изобретательских задач в типовых ситуациях. Для достижения этого уровня необходимо прохождение полного курса обучения методике изобретательства по расширенной программе активизации и стимулирования творческого процесса.

Уровень творческого использования методики изобретательства характеризуется использованием ее в незнакомой ситуации, освоением трансформации и инверсии методов решения



задач, созданием собственных методов творчества. Этот уровень достигается решением практических задач на основе освоенной методики, творческим подходом к ней, повторным обучением для устранения барьеров творчества.

В нашей стране применяется несколько разновидностей программ обучения изобретательству.

Программы пропедевтики и пропаганды технического творчества предусматривают 4—12-часовое обучение с целью привлечь к техническому творчеству широкие массы трудящихся, ознакомить их с основами или отдельными находками методики изобретательства и заинтересовать слушателей в дальнейшем углубленном самостоятельном изучении предмета.

Программа обучения методике технического творчества, принятая для общественных институтов патентоведения, руководимых Центральным Советом ВОИР, предусматривает 12-часовое обучение. Ее особенностью является направленность на подготовку патентоведа, способного оказать существенную помощь изобретателю в оптимизации всех этапов творческого процесса создания изобретения.

Программа обучения методам решения изобретательских задач, утвержденная Центральным Советом ВОИР и принятая для всех общественных университетов технического творчества страны и курсов изобретателей, организуемых ВОИР, рассчитана на 36 учебных часов, из которых 12 отводятся на практические занятия (решение тренировочных изобретательских задач).

В программе предусматривается изучение основ организации изобретательского труда, объективных закономерностей развития техники и технического творчества, всеобщего марксистско-диалектического метода, общих и частных методов технического творчества, элементов и структуры творческого процесса. Несколько занятий отведено на рассмотрение основных законов логики и их использование в решении изобретательских задач, особое внимание обращается на освоение методов установления причинной связи явлений.

В цикле лекций и практических занятий рассматриваются: структура рациональной системы решения изобретательских задач, условия возникновения новых технических задач, постановка изобретательской задачи, уровня решения изобретательских задач, творческое использование информации. Обращается внимание на приемы преодоления психологических барьеров творчества, применение табличной стратегии решения изобретательских задач с использованием набора типовых приемов.

Обучение завершается изучением методов самостоятельной творческой подготовки изобретателя, приемов накопления творческих идей, развития воображения и других личных качеств изобретателя.

Программа обучения методике технического творчества, утвержденная обществом «Знание» Украинской ССР и принятая для всех народных университетов технического творчества Украинской ССР. Она рассчитана на двухгодичное обучение в объеме 100 учебных часов, из которых 64 часа отводится на лекционные и 36 часов — на практические занятия по решению изобретательских задач.

Программа знакомит слушателей с феноменом творчества, особенностями научно-технического творчества, проблемами общественных потребностей, ценностей, оценок, мотивов. Рассматриваются творческий процесс, его структура, механизмы, возможности активизации мышления, стимулирования и оптимизации творческого процесса изобретателя. Основное внимание в программе уделено изучению разных стратегий и тактических средств решения изобретательских задач. Подробно рассматриваются методы эвристической аналогии, инверсии, эвристического комплекса, расчленения и редукции, изменения, преобразования, комбинирования. В программу входит также изучение методики создания обходных изобретений, исторического опыта применения методики изобретательства на практике.

Программа обучения методике технического творчества Латвийского народного университета технического творчества работников полиграфии является

наиболее обширной программой такого рода не только в нашей стране, но и за рубежом [10, 11]. Предусмотренное общее количество учебных часов — 400, в том числе 220 часов отводится на лекции и практические занятия, остальные — для самостоятельной работы слушателей.

Подход к обучению методике технического творчества по этой программе принципиально отличается от такового по другим программам. Программа охватывает не только методику изобретательства, но и методику рационального технического конструирования, художественного конструирования, управления творческим процессом изобретателя и другие дисциплины, что обеспечивает комплексный методологический подход к техническому творчеству.

Основные темы программы следующие:

- философские и психологические теории творчества. Модели творчества. Типологическая схема мыслительных процессов изобретателя. Закономерности развития техники и технического творчества. Факторы развития изобретательства. Индивидуальный и социальный фон;

- этапы развития методики изобретательства. Современное состояние методики изобретательства. Центры разработки и распространения методики изобретательства;

- основные понятия и определение методики технического творчества. Типовые методы и требования к ним;

- творческий процесс изобретателя и его структура. Возможности управления творческим процессом. Недооценка и гиперболизация возможностей. Тактика поиска. Программы поиска. Изобретательские задачи, их виды и структура. Методы выбора средств решения изобретательских задач;

- классификация методов изобретательства по разным принципам. Всеобщий марксистско-диалектический метод, общие и частные методы. Методы эвристической аналогии. Методы эвристического комплекса. Методы эвристического разделения и редукции. Методы эвристического комбинирования. Комплексные и специальные методы решения изобретательских задач. Методы преодоления психологических барьеров.

Генерирование идей. Методы создания обходных изобретений;

— исторический опыт решения изобретательских задач, выводы и рекомендации;

— тренировочное решение изобретательских задач.

В процессе обучения методике рационального конструирования рассматриваются проблемы конструирования, процесс рационального конструирования, генерирование, оценка и отбор конструктивных вариантов, конкретные приемы рационального конструирования. Обучение завершается решением тренировочных задач.

Курс методики художественного конструирования содержит основы технической эстетики, эргономики, научные основы художественного конструирования, практические методы художественного конструирования, методику коллективного творчества изобретателя, конструктора и дизайнера и решение тренировочных задач.

В плане обучения методике управления качеством продукции предусмотрено освоение научных основ этого процесса: методов оценки качества продукции, оптимизации качества продукции, прогнозирования качества продукции, использования стандартизации для повышения качества продукции и т. д.

В курсе по управлению изобретательством изучают основы и методы управления изобретательством, методику обучения изобретательству.

Программы курсов патентоведения и информатики принципиально не отличаются от известных программ, однако преподавание ведется применительно к специфическим задачам изобретателя.

Практика показала, что создание новой техники на уровне изобретений, превышающих по своему научно-техническому уровню известные научно-технические достижения, зависит от множества факторов и требует, как правило, координированной работы изобретателей, конструкторов, дизайнеров, стандартизаторов, патентоведов и технологов производства. Комплексное обучение специалистов народного хозяйства повышает их творческий потенциал, раскрывает всю структуру процесса создания нового изделия, позволяет творчески решать проблемы опережения уровня мировой техники.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Первоначальный вариант статьи «Очередные задачи советской власти». — Полн. собр. соч. Изд. 5-е, т. 36, с. 127—164.
2. Маркс К. Капитал, т. 3. М., Госполитиздат, 1970. 1083 с.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 20. Изд. 2-е, с. 526—557.
4. Буш Г. О развитии теории изобретательства. — В кн.: Проблемы патентного обучения. Материалы научной сессии, г. Рига, декабрь 1967 г. Рига, ЛатИНТИ, 1967, с. 35—42.
5. Буш Г. Методы технического творчества. Рига, «Лиесма», 1972. 98 с.
6. Буш Г. Тайны изобретательства. Рига, «Лиесма», 1973. 96 с.
7. Буш Г. Творческий процесс создания изобретения. — В кн.: Первый сибирский симпозиум по техническому творчеству, 20—21 сентября 1972 г. Тезисы докладов. Новосибирск, Сибирское отд. АН СССР, 1972, с. 43—45.
8. Буш Г. Качество, творчество, стандарт. Рига, «Лиесма», 1968. 60 с.
9. Буш Г. Архимед не восклицал «Эврика!». — «Изобретатель и рационализатор», 1968, № 12, с. 26—28.
10. Буш Г. Патенты Зингера — легенды и факты. — «Изобретатель и рационализатор», 1971, № 11, с. 32—35.
11. Буш Г. О некоторых принципах разработки учебных программ. — В кн.: Проблемы развития народных университетов в свете решений XXIV съезда КПСС. Материалы второй всесоюзной научно-методической конференции, 11—13 января 1972 г., вып. 2. М., «Знание», 1972, с. 72—73.
12. Буш Г. О программах обучения методике технического творчества. — В кн.: Учебные планы, программы и педагогический опыт обучения методике технического творчества. Методические материалы. Под ред. Г. Буша. Рига, ЛРС ВОИР, 1971, с. 26—54.
13. Гильде В., Штарке К.-Д. Нужны идеи. М., «Мир», 1973. 64 с.
14. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение в поэтапном формировании умственных действий. — В кн.: Исследования мышления в советской психологии. М., «Наука», 1966, с. 236—277.
15. Дмитриев Ю. А. Некоторые социологические проблемы исследования технического творчества изобретателей и рационализаторов. Автореф. дисс. на соискание степени кандидата философских наук. Л., 1967. 16 с. ЛГУ им. Д. Д. Жданова.

16. Лаврентьев М. Кадры — большой науке. — «Известия», 1962, 17 окт.
17. Миндлин Я. З. Логика конструирования. М., «Машиностроение», 1969. 123 с.
18. Миллер Д. А., Галантер Е., Прибрам К. Планы и структура поведения. М., «Прогресс», 1965. 238 с.
19. Несмеянов А. Н. Знать — это значит победить. — В кн.: Наука и молодежь. М., Изд-во АН СССР, 1958. 425 с.
20. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., «Советское радио», 1967. 216 с.
21. Половинкин А. И. О месте задачи автоматизации изобретательского творчества в проблеме создания искусственного творческого разума. — В кн.: Эвристика и искусственный интеллект. Труды семинара, вып. 1. Киев, АН УССР, 1969. 71 с.
22. Половинкин А. И. Алгоритмы поиска глобального экстремума при проектировании инженерных конструкций. — «Автоматика и вычислительная техника», 1970, № 2, с. 31—37.
23. Расстригин Л. А. Случайный поиск с линейной тактикой. Рига, «Зинатне», 1971. 192 с.
24. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. М., Изд-во АН СССР, 1958. 147 с.
25. Тимирязев А. К. Творчество человека и творчество природы. — Сочинения, т. 3. М., Сельхозгиз, 1937. 451 с.
26. Учебный план повышения квалификации руководителей конструкторских подразделений и инженеров-конструкторов по разделу «Современные принципы рационального конструирования нестандартного оборудования». — В кн.: Сборник примерных учебных планов кафедр технического факультета. Рига, МИПКС НХ ЛССР, 1970, с. 21—24.
27. Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., «Мир», 1971. 296 с.
28. Ханзен Ф. Основы общей методики конструирования. Л., «Машиностроение», 1969. 166 с.
29. Arnold J. E. Creativity in engineering. — In: Creativity: an examination of the creativity process. N. Y., Hastings House, 1959, p. 68—84.
30. Bruner J. S. On knowing. Cambridge, Belknap Press, 1962. 214 p.
31. Burlingame R. Inventors behind the inventor. N. Y., Harcourt Brace World, 1947. 254 p.
32. Dixon J. R. Design engineering: inventiveness, analysis and decision making. N. Y., Mc Graw Hill Book Co., 1966. 440 p.
33. Drachman A. G. Ktesibios, Philon and Heron. Copenhagen, Ejnar Munksgaard, 1948. 230 p.
34. Gilman W. Science: USA. N. Y., Viking Press, 1965. 499 p.
35. Gordon W. J. J. Synectics: the development of creative imagination. N. Y., Harper, 1961.
36. Jewkes J., Sawers D., Stillerman R. The sources of invention. London, Macmillan and Co., 1960. 428 p.
37. Kepner Ch. H., Tregoc B. B. The rational manager. A systematic approach to problem solving and decision making. N. Y., Mc Graw-Hill Book Co., 1965. 275 p.

38. *McCrorry R. J.* The design method in practice. — In: The design method. London, Butterworths, 1966, p. 11—18.
39. *Maslow A. H.* Motivation and personality. N. Y., Harper and Brothers, 1954. 190 p.
40. *Matchett E., Briggs A. H.* Practical design based on method. In: The design method. London, Butterworths, 1966, p. 183—199.
41. *Müller J.* Grundlagen der systematischen Heuristik. Berlin, Dietz, 1970. 180 S.
42. *Müller J.* Operationen und Verfahren des problemlösenden Denkens in der konstruktiven technischen Entwicklungsarbeit — eine methodologische Studie. Leipzig, Karl-Marx-Universität, 1966. 164 S.
43. *Osborn A. F.* Applied imagination: principles and procedures of creative thinking. N. Y., Charles Scribner's Sons, 1953.
44. *Pacifica C.* Creative thinking in practice. Park Ridge., N. Y., Noyes Press, 1966.
45. *Prince G. M.* The practice of creativity. N. Y., Harper and Row, 1970. 198 p.
46. *Yates R. F.* The art of inventing and what to invent. N. Y., Appleton-Century Co, 1935. 184 p.
47. *Zwicky F.* Morphologische Forschung. Winterthur, Winterthar A. G., 1958.
48. *Zwicky F.* The morphological approach to discovery, invention, research and construction. — In: *Zwicky F., Wilson A. G.* New methods of thought and procedure. Berlin, Springer, 1967, p. 273—297.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>I. О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ . . . . .</b>	<b>7</b>
1. Методы управления изобретательством . . . . .	7
2. Принципы научного управления техническим творчеством . . . . .	10
3. Принципы управления малыми изобретательскими коллективами . . . . .	14
4. Общественные потребности и изобретательство . . . . .	25
<b>II. НАУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА . . . . .</b>	<b>37</b>
1. Методология теории изобретательства . . . . .	37
2. Барьеры изобретательства . . . . .	41
3. Методы использования случайностей . . . . .	43
3.1. Метод гирлянд случайностей и ассоциаций . . . . .	46
3.2. Метод «совещания Пиратов» . . . . .	53
3.3. Методика синектики . . . . .	56
3.4. Метод музейного эксперимента . . . . .	71
4. Рациональный подход к решению изобретательских задач . . . . .	73
4.1. Метод «черного ящика» . . . . .	78
4.2. Методика морфологического подхода . . . . .	82
4.3. Стратегия семикратного поиска . . . . .	90
Семь ключевых вопросов . . . . .	92
Анализ функций объекта . . . . .	96
Греко-латинские квадраты . . . . .	111
Тактика семикратного поиска решения . . . . .	114
Оценка и выбор оптимального варианта решения . . . . .	124
5. О биоэволюции и техноэволюции . . . . .	130
<b>III. ОБУЧЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВУ . . . . .</b>	<b>137</b>
1. Подход к обучению . . . . .	137
2. Правила и принципы обучения изобретательству . . . . .	142
3. Методы обучения . . . . .	149
4. Программы обучения . . . . .	157
<b>ЛИТЕРАТУРА . . . . .</b>	<b>164</b>



Генрик Язепович Буш  
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
НАУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВОМ

Редактор А. Тейтельбаум. Худ. редактор  
А. Клодан. Техн. редактор Н. Сойде.  
Корректор Л. Усачева.

Сдано в набор 9 августа 1973 г. Подпи-  
сано к печати 8 февраля 1974 г. Типограф-  
ская бумага № 3, формат 84×108/32, 5,25 физ.  
печ. л.; 8,82 усл. печ. л.; 8,82 уч. изд. л.  
Тираж 2500 экз. ЯТ 06037. Цена 25 коп.  
Издательство «Лиезма», г. Рига, бульвар  
Падомью, 24. Изд. зак. № 26183/П-1812.  
Отпечатано в Елгавской типографии Госу-  
дарственного комитета Совета Министров  
Латвийской ССР по делам издательств,  
полиграфии и книжной торговли, г. Ел-  
гава, ул. Райня, 27. Заказ № 2927.

25 коп.