

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»

Е.С. Шаньгин

МЕТОДОЛОГИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

*Учебное пособие
для учащихся вузов и колледжей
технических специальностей*

Нижевартовск
2020

УДК 378.14

ББК 30у

Ш 20

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Нижевартовского государственного университета

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент кафедры психологии образования и развития
ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»

Г.Н. Артемьева;

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Системы
электрооборудования предприятий» ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»

Н.П. Гужов

Ш 20

Шаньгин, Е. С.

Методология изобретательства : учебное пособие для
учащихся вузов и колледжей технических специальностей. –
Нижевартовск: НВГУ, 2020. – 128 с., с ил.

ISBN 978-5-00047-550-8

Пособие содержит теоретические и прикладные основы инженерного образования, знакомит с педагогическими, философскими и практическими основами технического творчества учащихся технических специальностей, предлагает методики технического творчества в процессе учебных и дополнительных форм образования.

Для учащихся вузов и колледжей технических специальностей.

ББК 30у

ISBN 978-5-00047-550-8

© Шаньгин И.С., 2020

© НВГУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА	8
1.1. Открытие	8
1.2. Изобретение	9
1.3. Техническое творчество как способ мышления	11
1.4. Философские вопросы творчества	14
2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОСФЕРЫ	16
2.1. Иерархическое строение техносферы	17
2.2. Этапы развития техники	20
2.3. Уровни изобретений	23
2.4. Тенденции развития технических систем	27
2.5. Прогнозирование развития науки и техники	28
2.6. Пути развития техники	33
2.7. Противоречия в технике	34
2.8. Оценка уровня нового технического решения	35
3. МЕТОДЫ ПОИСКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИДЕЙ	41
3.1. Метод проб и ошибок	41
3.1.1. Исследования метода проб и ошибок	43
3.1.2. Особенности применения метода проб и ошибок	47
3.2. Методы активизации перебора вариантов	48
3.2.1. Метод фокальных объектов	48
3.2.2. Морфологический анализ	51
3.2.3. Мозговой штурм	55
3.2.4. Синектика	57
3.2.5. Метод контрольных вопросов	60

3.2.6. Прочие методы.....	62
3.3. Выводы.....	65
3.4. Упражнения и задачи.....	66
4. ОСНОВНЫЕ ИДЕИ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ	69
4.1. Изобретательская ситуация и изобретательская задача.....	71
4.2. Алгоритм решения изобретательских задач.....	73
4.2.1. Части АРИЗ	73
4.2.2. Законы развития технических систем.....	74
4.2.3. Применение алгоритма решения изобретательских задач.....	80
4.3. Упражнения и задачи.....	84
ЛИТЕРАТУРА	88
ПРИЛОЖЕНИЯ	90

ВВЕДЕНИЕ

Повышение творческой активности научно-технических работников во многом зависит от их подготовки к изобретательской и инновационной деятельности, осуществляемой в учебных заведениях технического профиля. Инновация производства сегодня нуждается в людях, творчески относящихся к своему труду. Им нужны не только глубокие знания научно-технических и экономических основ производства, но и специальные знания и умения по инновационной и изобретательской деятельности.

Целью этой книги является ознакомление учащихся с методами технического творчества и формирование у них знаний, умений и навыков по использованию методов поиска новых технических решений, активизирующих творческую деятельность разработчиков новой техники и технологий.

Методы поиска изобретательских идей в процессе научно-технического творчества сегодня особенно актуальны, поскольку только после нахождения таких идей проводится детальное конструирование машин или изделий. Книга посвящена методам поиска новых технических решений. Если 20–30 лет назад в учебных заведениях оспаривалась надобность в преподавании таких методов, то сегодня необходимость их изучения не подлежит сомнению.

Можно ли обучить человека рациональному эффективному способу мышления, пригодному для решения инженерных задач? Можно, но при этом необходим предварительный отбор по критериям подвижности психики и, безусловно, наличие желания человека воспринимать эту науку. Это непереносимое условие, так же как отбор в музыкальную школу.

Здесь следует отметить, что не всякое техническое творчество можно отнести к инновационному мышлению. Конструкторскую инсталляцию известных принципов построения машин вряд ли можно считать инновациями, хотя какие-то изменения могут вноситься. Их можно отнести в лучшем случае к полезным моделям, которые раньше назывались рационализаторскими предложениями, т. е. изобретениями не являлись.

Инновационная деятельность любой профессиональной направленности должна содержать несколько необходимых этапов:

- исследование проблемы;
- вычленение задачи и обоснование стержневой идеи;
- техническая разработка процесса реализации идеи;
- апробирование результата творчества и оценка инновационного уровня.

Важным этапом работы над инновационным проектом является выявление противоречий в существующем положении вещей. По определению Гегеля, «наличие противоречий – критерий истины, отсутствие противоречий – критерий заблуждения». Поиски противоречия являются движущей силой решения технических задач, т. е. причиной возникновения проблемной ситуации, которая активизирует инновационное мышление. Главным свойством всех противоречий является их способность «приводить в движение» творческое мышление.

Технологическая цивилизация на земле появилась, по-видимому, в тот момент, когда предок современного человека соединил палку с камнем, получив каменный топор. Этим был дан старт бесчисленному множеству изобретений. Процесс этот идет и поныне, все ускоряя свой бег.

Со времени появления первых технических устройств и простых механизмов человечество непрерывно ставит перед собой задачи разработки идеальных технологий и машин. Людей не покидает потребность создавать объекты техники, способные облегчить их труд, сделать его более эффективным и производительным. Долгое время техническое творчество было уделом немногих и считалось привилегией одаренных личностей. С развитием науки и техники стало очевидным, что технический прогресс требует усилий большого количества специально подготовленных людей. Стало понятным, что творчеству нужно учиться. Но чтобы учиться творчеству, сначала необходимо познать его закономерности.

Первые попытки понять закономерности творческого мышления были предприняты выдающимися учеными-философами древности: Архимедом, Гераклитом, Сократом, а позднее – Ф. Бэконом, Р. Декартом, Г. Лейбницем и др. Они ставили перед

собой задачу познать тайны процессов мышления с философской точки зрения. Но их труды долго не находили практического применения из-за того, что не существовало выраженной потребности в массовом творчестве [20].

В настоящее время наблюдается объективная тенденция – с развитием общества интенсивность и количество физического труда убывает, а интеллектуального, творческого – возрастает. Настало время, когда возникла потребность в обучении сильному творческому мышлению.

Творчество в технике существует до тех пор, пока находят закономерности в решении той или иной задачи и устраняют существующее в ней техническое противоречие. Творческий процесс индивидуален, логики для него недостаточно. Необходимо воображение, подвижность мысли, внутренняя мотивация. Однако результат одного воображения чаще всего не приводит к изобретению. В процессе создания изобретения необходимо взаимодействие воображения и логики.

Чем, кроме известных методов, пользоваться при создании изобретений? Следует применять известные открытия, закономерности, свойства, явления, теорию решения изобретательских задач и многое другое. Кроме того, техническое творчество предполагает наличие таланта.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА



Общепризнано, что в научно-техническом творчестве главная роль принадлежит фундаментальным исследованиям. Именно они создают научный потенциал, позволяющий решать перспективные задачи. Итогом многих фундаментальных исследований являются научные открытия. Необходимо пояснить разницу между понятиями «открытие» и «изобретение».

1.1. Открытие

Понятие «открытие» имеет общераспространенный и юридический смысл. В общераспространенном смысле оно трактуется широко, как нечто новое в науке, имеющее большое теоретическое и практическое значение. Открытием признается установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания. В гражданском законодательстве Российской Федерации указано, что географические, археологические, палеонтологические находки, обнаружение полезных ископаемых и достижения в области общественных наук открытиями не признаются. Это можно объяснить тем, что эти находки не связаны с творческими усилиями, а носят характер экспедиционных находок. Юридически не признаются открытиями новинки в области математики и общественных наук, ввиду того что они лишь отражают процессы объективной реальности.

Таким образом, признаками понятия «открытие» являются:

- 1) констатация научного факта;
- 2) новизна;
- 3) достоверность.

Поясним эти признаки.

Выражение «установление объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира» означает, что открытие – это результат познавательного акта, приводящего

к новому знанию об объективной реальности. В состав знания входит то, что данный объект (закономерность, явление, свойство) существует, научно интерпретирован (объяснен).

К признаку новизны открытия предъявляется требование мировой новизны. Исходя из принципа мировой новизны открытия устанавливается, что новизну открытия порочат любые отечественные и зарубежные источники, достаточные для установления приоритета (первенства). Приоритет открытия определяется по дате, когда впервые была сформулирована закономерность, заявленная в качестве открытия, либо по дате опубликования в печати.

Смысл признака «достоверность», выраженного в определении «установление объективно существующих закономерностей, свойств и явлений», состоит в том, что существование открытия должно быть доказано теоретически либо экспериментально. На практике в подавляющем большинстве исходят из принципа предпочтительности экспериментального доказательства открытия.

1.2. Изобретение

Изобретение – это новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, включая социально-культурную и оборонную, дающее положительный эффект.

Из определения следует, что если открытия устанавливают законы, явления и свойства материального мира, то изобретение – это создание чего-то, ранее объективно не существовавшего, с помощью которого решается определенная техническая задача.

Техника (др.-греч. *τεχνικός* от *τέχνη* – искусство, мастерство, умение) – обобщающее наименование технических средств (устройств). Понятие техники охватывает технические изделия, ранее не существовавшие в природе и изготовленные человеком для осуществления какой-либо деятельности, – машины, механизмы, оборудование, аппараты, приспособления, инструменты, приборы и т.д., – а также системы взаимосвязанных технических устройств (в частности, агрегаты, установки и строительные сооружения). Техника может иметь производственное (промышленное, агропромышленное) или непроизводственное назначение. Последнее включает использование техники в науке, быту, образовании, культуре, медицине, военном деле, освоении космоса и в других областях. С точки зрения управления процессами техника является средством реализации задач и достижения целей процесса.

И. Кант, например, характеризовал различие между открытием и изобретением так:

«Изобрести что-то – это совсем не то, что открыть; ведь то, что открывают, предполагается уже существующим до этого открытия, только оно еще не было известным, например, Америка до Колумба; но то, что изобретают, например, порох, не было никому известно до мастера, который это сделал» [14].

Между открытием и изобретением существует диалектическая взаимосвязь. Изобретение часто базируется на открытиях, полученных в результате развития научных знаний. Таким образом, открытие таит в себе возможность множества изобретений. Например, открытие Н.Г. Басовым, А.М. Прохоровым и Ч. Таунсом принципа усиления и генерации электромагнитных волн, основанного на использовании квантовых процессов, дало возможность для создания множества изобретений (лазерные технологии) практически во всех областях народного хозяйства. Это говорит об определенном приоритетном значении научных открытий для изобретательства. Но изобретательство, в свою очередь, оказывает огромное влияние на развитие научных знаний. Почти каждое изобретение создает какую-то новую проблему для научного исследования. Такая диалектическая взаимосвязь открытия и изобретения способствует научно-техническому прогрессу.

Для признания изобретения предложение должно являться техническим решением, быть новым, обладать существенными отличиями по сравнению с известными решениями и положительным эффектом. Объектами изобретения могут быть: новый способ, новое устройство, новое вещество, применение ранее известных устройств, способов, веществ по новому назначению.

К изобретениям приравниваются по правовой охране селекционные достижения. Это новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур и других культивируемых растений, породы сельскохозяйственных животных и птиц, новые виды пушных зверей и тутового шелкопряда.

Изобретение должно иметь мировую новизну, т. е. до даты подачи заявки сущность этого или тождественного решения не должна быть раскрыта неопределенному числу людей. На изобретение может быть выдан только один охраненный документ. В слу-

чае поступления нескольких заявок на аналогичное предложение первенство принадлежит первому по дате приоритета заявителю.

В чем отличие между ученым и изобретателем? Ученый постоянно задается вопросами о том, что, как и почему происходит в окружающем нас мире и ищет ответы в виде гипотез и теорий. Инженер же использует ответы, которые находят ученые, для того чтобы делать изобретения.

И изобретатели, и ученые в равной степени важны для научно-технического прогресса. Без ученых изобретатели не смогли бы делать новые изобретения, без изобретателей научные открытия были бы абстрактным неприменимым знанием.

1.3. Техническое творчество как способ мышления

При решении технических задач инженер на определенных этапах творческого процесса использует воображение (фантазию). Воображение играет большую роль в изобретательской деятельности инженера и является обязательной составной частью процесса создания нового технического объекта. Однако большинство инженеров используют свое воображение неосознанно, стихийно. Повысить творческий потенциал изобретателя можно только на основе сознательного, целенаправленного применения как логики, так и воображения.

Логика и воображение представляют диалектическое единство противоположностей как элементы сознания. Однако противоположность логики и воображения не абсолютна. Воображению присуща наглядно-образная структура мышления, а логика оперирует словесно-понятийными категориями. В процессе мышления постоянно происходит перекодирование словесно-понятийных в наглядно-образные структуры и обратно, причем основную эвристическую нагрузку в решении мыслительной задачи несут вторые, т. е. наглядно-образные структуры.

Воображение не может выйти за пределы заложенного в возможностях человека, его знаний и представлений. Сознание конструирует свой мир из реальных элементов. Подсознание – тоже.

Следовательно, если воображение вообще – это процесс преобразующего отражения действительности, а преобразования строятся на базе реальных элементов мира, то *творческое вооб-*

ражение – это процесс мысленного установления новых связей между образами реальных элементов.

Воображение находится в иерархической связи с другими видами психической деятельности человека и выполняет две главные функции:

- априорное предвидение результатов деятельности, т. е. конечного результата;
- планирование действий, ведущих к достижению цели.

Воображение как элемент сознания по функциональным признакам разделяется на два вида (рис. 1.1):

- воссоздающее воображение – заключается в создании образов объектов, ранее не воспринимавшихся, в соответствии с их описаниями или условным изображением; используется при чтении текста, чертежей и т. п.;
- творческое воображение – состоит в самостоятельном создании новых образов, воплощаемых в оригинальные продукты деятельности; результатом творческого воображения является создание музыки, картин, литературных произведений, изобретений и т. п.

К творческому воображению можно отнести:

- мечту как создание образов, не воплощаемых непосредственно в продукты деятельности;
- сон, являющийся непроизвольной деятельностью воображения (может детерминироваться заданной в состоянии бодрствования целью, что иллюстрирует известный эффект решения некоторых инженерных задач во сне);
- объективизацию как воплощение новых образов в оригинальные продукты деятельности; применительно к инженерной деятельности – это проекты новых машин, изобретения.

Из всех перечисленных разновидностей творческого мышления сон и мечта слабо поддаются сознательному управлению и их можно отнести к стихийным процессам психической деятельности человека. Ближе всего к управляемому творческому воображению стоит объективизация, на которую возможно повлиять путем постановки цели и методов управления мышлением. Здесь важно, чтобы цель была конкретной, достижимой и востребованной.

Известны случаи, когда изобретатели обгоняли потребности общества и в силу этого оказывались непонятыми, их считали чудаками.

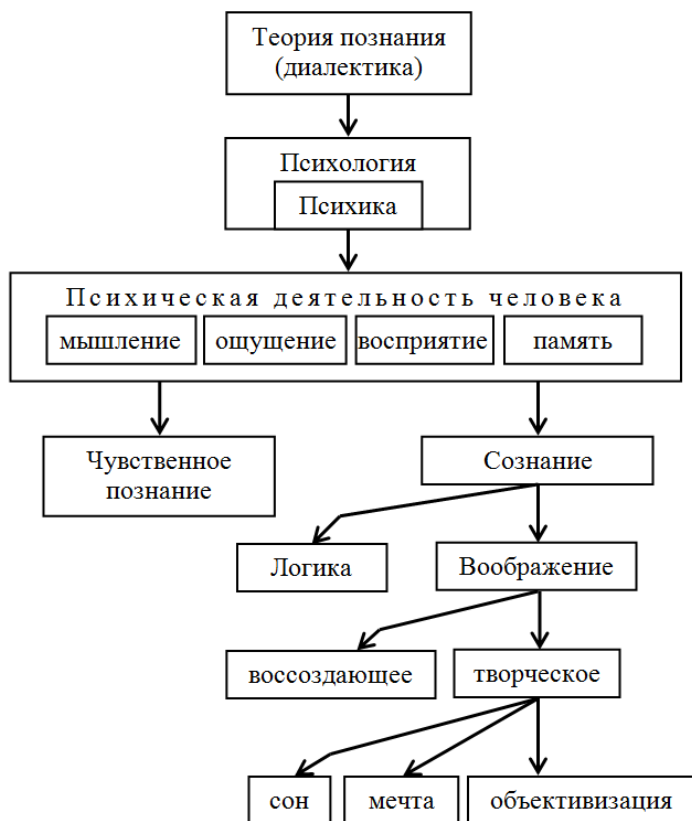


Рис. 1.1. Иерархия творческого мышления

Например, из биографии Т. Эдисона известно, что он однажды обратился в патентное бюро с остроумным приспособлением – «баллотировочным аппаратом», позволяющим значительно упростить процесс голосования в конгрессе с помощью нажатия на одну из кнопок – «да» и «нет». Изобретатель продемонстрировал изготовленный аппарат перед парламентской комиссией и надеялся получить высокую оценку. Однако, вопреки его ожиданиям,

председатель комиссии воскликнул: «Молодой человек, если есть на свете изобретение, которое нам менее всего нужно, то это оно самое!» Изобретение Эдисона было отклонено. Позднее он понял, что оно опередило время.

Во второй половине XIX в. появились первые попытки объяснить процесс решения технических задач с психологической точки зрения. Исследователи изучали личность изобретателя, искали в нем нечто необычное, исключительное, пытались установить связь между психическими заболеваниями и гениальностью, говорили об особом составе крови изобретателей и т. п. И только в начале XX в. постепенно начало утверждаться мнение, что творческие задатки есть почти у всех людей. Это послужило серьезным толчком к изучению процессов эвристической деятельности, методов поиска творческих решений, к подготовке людей к творческому труду.

1.4. Философские вопросы творчества

Разработка методов мышления в любой сфере требует использования общих понятий. Как отмечал Ф. Энгельс, «искусство оперировать с понятиями не прирожденно, а есть результат двухтысячелетнего развития естествознания и философии» [16]. Поэтому философские и специальные аспекты неразрывно соединяются в единую теорию технического творчества, включающую в себя методологию и методику.

Всеобщие законы мышления – это объективно истинные способы познания, реальная, а не формальная всеобщность которых не зависит от их применения людьми. То есть всеобщий закон, будучи не познанным, проявляется через процесс слепых или неверно ориентированных поисков как тот единственный путь, который приводит к успеху, когда на него случайно попадают [13]. Поэтому логику технического творчества, в отличие от его психологии, следует искать не в сознании отдельного творца, но в изучении объективного процесса развития техники, «отбирающего» лишь жизнеспособные ее варианты. «Законы логики суть отражения объективного в субъективном сознании человека» [21].

Научно-материалистический подход требует, чтобы в основе законов мышления вскрывались не просто некоторые «надлично-

стные» идеальные нормы, но объективные законы развития человеческой деятельности, в основе которых лежат, в свою очередь, законы развития природы. Как пишет Э.В. Ильенков: «Законы человеческой деятельности и есть прежде всего законы движения и изменения предметов природы, превращенных в органы человека» [13]. В основе развития техники, понимаемой как система искусственных органов деятельности общественного человека, лежат законы природы и общественного производства, порождающего потребности и цели людей.

Исследования процессов развития в природе и обществе показывает универсальную роль **противоречия** как их источника и движущей силы [21]. Поэтому обязательным требованием в теории технического творчества является ее направленность на выявление и разрешение противоречий. То, что творческий акт представляет собой разрешение противоречия, нахождение конкретного единства противоположных свойств, было ясно теоретически осознано Ф.В.И. Шеллингом, однако, не зная иной логики, кроме формальной, он переносил творчество исключительно в сферу интуиции и воображения. То есть, по словам Гегеля, «мышление, потеряв надежду своими собственными силами разрешить противоречие, возвращается к тем разрешениям и успокоениям, которые дух получил в других своих формах» [10]. Создание Гегелем основ диалектической логики дало творческому мышлению мощное логическое оружие.

2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОСФЕРЫ



Развитие и использование техники связано с решением многочисленных и разнообразных технических задач. Масса всевозможных процессов деятельности человеческого сообщества ставит и требует разрешения технических задач, возникающих при, например, строительстве моста, бурении скважины, транспортировке негабаритных грузов и пр. Для решения большинства технических задач используются известные технические знания и средства, однако в ряде случаев эти средства и знания оказываются непригодными.

Например, поставлена задача – уменьшить габариты маятника с одновременным увеличением периода его качания. Всем известный маятник Фуко обладает свойством увеличивать период качания пропорционально увеличению его длины. Если в процессе решения поставленной задачи будут уменьшены габариты маятника, прежде всего его длина, то период его качания уменьшится, а это противоречит условиям задачи. Подобные конфликты между частями или свойствами технической системы называются *техническими противоречиями (ТП)*.

Задача, содержащая ТП, может быть решена либо поиском компромисса между противоречивыми характеристиками системы, либо поиском путей устранения выявленных противоречий. Первый путь типичен для конструкторских решений, второй – для изобретательских решений.

Таким образом, изобретательская задача – это такая техническая задача, которая содержит техническое противоречие, неразрешимое известными техническими средствами и знаниями, причем условия задачи исключают компромиссное решение [8]. Если техническое противоречие преодолено – изобретательская задача решена, получено новое изобретение. Появление новых изобретений – основная форма развития техники и качественного повышения его уровня.

Известные технике средства и знания следует отличать от средств и знаний, известных науке. Например, в науке известен эффект получения электрического потенциала при освещении кремниевое полупроводника. Однако первое использование этого эффекта для автоматической охранной сигнализации является изобретением. Оно повышает уровень технических знаний, в технику входит новая идея слежения за изменениями в окружающей среде не с помощью сложных и ненадежных устройств, а самим веществом системы.

Изобретательские задачи весьма многообразны, но всем им присуща некоторая неопределенность условий. Даже в тех случаях, когда задача четко сформулирована, некоторая неопределенность остается. Например, задачу ставят так: для достижения определенной цели надо улучшить работу некоего механизма. При внимательном рассмотрении задачи может оказаться, что для достижения цели, указанной в условиях задачи, необходимо улучшить совсем другой механизм или вообще иную техническую систему. Да и сама цель может быть полностью изменена в ходе решения.

Правильно сформулированных изобретательских задач не бывает. Если абсолютно правильно сформулировать задачу, она перестает быть задачей, ее решение делается очевидным или же будет ясно, что задачу невозможно решить при данном уровне науки и техники.

Процесс решения изобретательской задачи состоит в многократном переформулировании и постепенном углублении условий задачи. Задача вновь и вновь перестраивается, становясь все более и более понятной, и, наконец, после очередной перестройки ответ делается очевидным.

2.1. Иерархическое строение техносферы

Неопределенность изобретательских задач обусловлена природой техники. Техника – это сложная иерархическая система. Технические системы низшего ранга входят в состав систем более высокого ранга, а те в свою очередь входят в системы еще более высокого ранга и т. д. В табл. 2.1 приведена одна из важных схем иерархии технических систем.

Характеристики технической системы любого ранга в принципе зависят от влияния характеристик технических систем всех других рангов – как «вышестоящих», так и «нижестоящих». Взаимное влияние очень сильно на дистанциях в 1–2 ранга, и, естественно, значительно слабее на дальних дистанциях, однако в той или иной мере оно всегда сохраняется. Это факт имеет принципиальное значение для решения изобретательских задач.

Таблица 2.1

Иерархия технических систем

Ранг ТС	Название системы	Пример	Аналоги в природе
1	Техносфера	Техника + люди + ресурсы+система потребления	Биосфера
2	Техника	Все отрасли технической деятельности	Фауна
3	Отрасль техники	Все виды транспорта	Тип
4	Объединение (отрасль)	Авиация, авто-транспорт, железная дорога	Класс
5	Предприятие	Завод, метро, аэропорт	Организм
6	Агрегат	Локомотив, вагоны, рельсы	Органы тела (сердце, легкие и пр.)
7	Машина	Автомобиль, трамвай	Клетка
8	Неоднородный механизм, преобразующий энергию из одного вида в другой	Генератор, двигатель внутреннего сгорания	Молекула ДНК, РНК, АТФ
9	Однородный механизм, преобразующий энергию без изменения ее вида	Винтовой домкрат, зубчатая передача	Молекула гемоглобина, способная транспортировать кислород

10	Узел	Ось и два колеса (появляется способность качения)	Сложные молекулы полимеров
11	Пара деталей	Винт и гайка, ось и подшипник	Молекула, образованная разными атомами: C_2H_5OH
12	Неоднородная деталь (при разделении образует неодинаковые части)	Шуруп, болт, гвоздь	Несимметричная углеродистая цепь: (фуллерены) $\begin{array}{c} c \\ \\ -c-c-c-c- \end{array}$
13	Однородная деталь (при разделении образует одинаковые части)	Проволока, балка	Углеродистая цепь: $-c-c-c-c-c-$ (фракталы)
14	Неоднородные вещества	Сталь, сплавы	Смеси, растворы: (воздух, морская вода)
15	Однородное вещество	Химически чистое железо	Простое вещество: (кислород, азот)

Изобретательская задача чаще всего возникает вследствие появления потребности в улучшении той или иной характеристики конкретной технической системы. Формулировка задачи оказывается привязанной к системе определенного ранга, и изобретатели пытаются решить задачу путем изменения системы, указанной в условиях задачи. Между тем, во многих случаях менять надо систему совершенно иного ранга – более высокого или более низкого (как в медицине: если болит голова, это совсем не обязательно означает, что надо лечить голову). Бывают ошибки противоположного характера: изменяется система, значительно удаленная по шкале рангов от данной системы, хотя для решения достаточно изменить именно данную систему.

Положение осложняется еще и тем, что реальные технические системы обычно включают много систем одного и того же ранга. Так, двигатель внутреннего сгорания (система 8-го ранга) состоит из десятков однородных механизмов (систем 9-го ранга) и сотен узлов, пар и деталей (систем 10–13 рангов). Если, например, перегревается какой-то механизм, не обязательно изменять именно

этот механизм: решение может заключаться в изменении всей системы, одного из механизмов или же узла, пары, детали. Так возникает неопределенность: какой бы объект ни назывался в задаче, всегда кроме него существует множество других объектов, каждый из которых может оказаться «очагом» возникновения задачи. А поскольку все эти объекты могут быть изменены множеством способов, общее количество вариантов, среди которых находится единственно нужный, чрезвычайно велико даже для задачи средней трудности.

На практике число подлежащих рассмотрению вариантов сокращают, руководствуясь здравым смыслом, опытом и т. д. Такая тактика вполне оправдана при решении несложных задач, но уже при решении задач средней трудности здравый смысл и опыт чаще всего не приводит к компромиссному решению, а если приходится работать со сложной задачей, то они, как правило, и вовсе ведут в тупик.

2.2. Этапы развития техники

Технические системы, как и биологические (и любые другие), не вечны: они возникают, проходят периоды становления, расцвета, упадка и, наконец, сменяются другими системами. Типичная история жизни технической системы показана на рис. 2.1, *а*.

На оси абсцисс отложено время, а на оси ординат – один из главных показателей технической системы (скорость самолета, грузоподъемность автомобиля, количество выпущенных велосипедов и т. п.). Возникнув, новая техническая система далеко не сразу находит массовое применение.

Идет период обрастания системы вспомогательными изобретениями, делающими новый принцип практически осуществимым. Быстрый рост начинается только с точки 1. Далее система энергично развивается, ассимилируя множество частных усовершенствований, но сохраняя неизменным общий принцип. С какого-то момента (точка 2) темпы развития замедляются. Обычно это происходит после возникновения и обострения противоречий между данной системой и другими системами или внешней средой. Некоторое время система продолжает развиваться, но темпы развития падают, система приближается к точке 3, за которой ис-

черпывают себя физические принципы, положенные в основу системы.

В дальнейшем система остается без изменений (велосипед за последние полвека) или быстро регрессирует (газовое освещение после появления электрического). На смену системе А приходит система Б. При этом абсцисса точки 1' системы Б обычно близка к абсциссе точки 3 системы А.

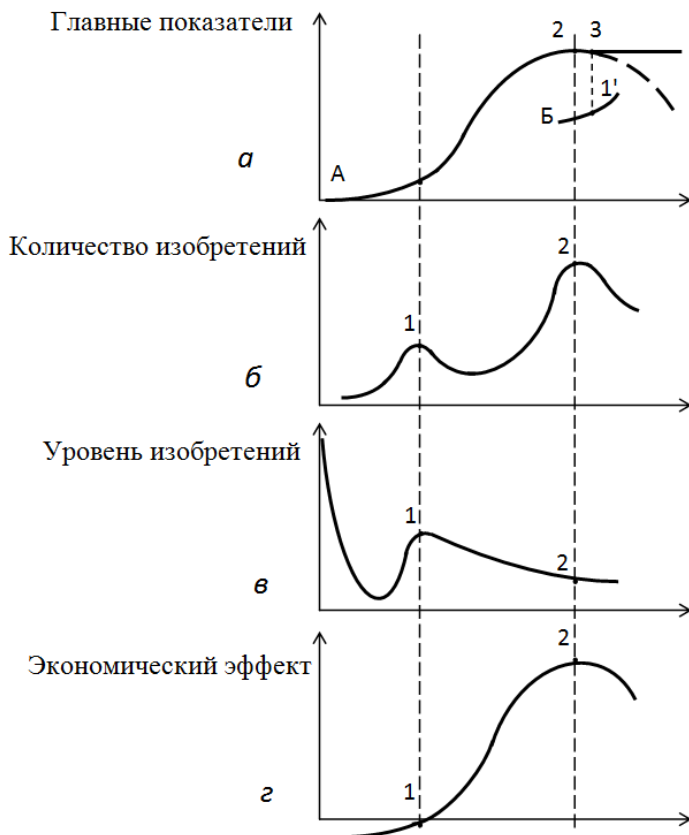


Рис. 2.1. История жизни технической системы

Теоретически систему Б нужно было бы развивать значительно раньше, так, чтобы точка 1' совпала с точкой 2. Но на практике это происходит лишь в очень редких случаях. Старая система А

оттягивает силы и средства, при этом действует мощная инерция финансовых интересов и узкопрофессиональных представлений. Разумеется, новая система найдет себе дорогу, но она долго блокируется старой системой, и эта блокировка преодолевается лишь после того, как старая одряхлеет и вступит в резкий конфликт с внешней средой.

На рис. 2.1, б показано изменение количества изобретений на разных этапах развития системы. Первый пик связан с переходом к массовому применению системы, второй – с попытками любыми средствами продлить жизнь одряхлевшей системы.

На рис. 2.1, в показаны наивысшие уровни изобретений на разных этапах жизни системы. Рождение системы связано с одним или несколькими изобретениями пятого уровня, затем число изобретений снижается, но в районе точки 1 наблюдается некоторый пик. Это появление изобретений, нередко достигающих третьего-четвертого уровней, позволяющих перейти к массовому применению системы. После этого уровень изобретений вновь падает, на этот раз необратимо.

Смена технических систем могла бы идти в быстром темпе – при приближении системы А к точке 2 мог бы происходить переход к системе Б, заранее развитой до состояния 1'. В отдельных случаях так и бывает. Например, реактивные самолеты (система Б) почти без потерь времени сменили самолеты с поршневыми двигателями (система А). Однако в подавляющем большинстве случаев жизнь систем стремится продолжиться и после прохождения точки 2. Это выгодно тем, кто вкладывал средства в эти системы и рассчитывает на получение прибыли.

Себестоимость перевозки нефти на танкере водоизмещением в 540 тыс. т. на 56% ниже, чем на танкерах в 80 тыс. т. Инженерные силы направлены не на поиск новых принципов транспортирования нефти, а на разработку усовершенствований, позволяющих строить и эксплуатировать супертанкеры все больших размеров. Поток небольших усовершенствований на них неуклонно увеличивается, но эти изобретения неспособны обеспечить безопасность движения супертанкеров и предотвратить загрязнение мирового океана.

На рис. 2.1, *г* показано изменение средней эффективности одного изобретения, т. е. размер даваемой экономии. Великие изобретения пятого уровня и первые крупные и средние изобретения, превращающие новый принцип в отрасль техники, не дают прибыли. Они убыточны. Прибыль появляется потом, когда новая машина или технология находит массовое применение. Тогда любая мелочь дает большую экономию и, следовательно, большое авторское вознаграждение.

Пример. Киевским институтом электросварки им. Е.О. Патона было предложено заменить пайку бокового вывода к цоколю лампы накаливания автоматизированной точечной сваркой. Экономится лишь капля припоя. Замена пайки сваркой давно стала типовым приемом и не превышает изобретение первого уровня (или даже является обычной конструкторской разработкой). Но в целом по стране экономия составляет миллионы рублей в год, авторы могут рассчитывать на большое вознаграждение, хотя лампа осталась все той же старой, ненадежной и крайне неэкономичной.

2.3. Уровни изобретений

Изобретения, полученные в результате решения изобретательских задач, можно разделить на пять уровней – в зависимости от степени новизны (рис. 2.2).

Первый уровень – мельчайшие изобретения («неизобретательские изобретения»), не связанные с устранением технических противоречий. Задача и средства ее решения лежат в пределах одной профессии, поэтому задача под силу каждому специалисту.

Варианты, которые при этом могут быть рассмотрены, немногочисленны, обычно их не более десяти. Такие изобретения, незначительно меняя объект, никак не отражаются на иерархии систем. На технические системы такого уровня выдаются свидетельства на «полезные модели».

Примеры изобретений первого уровня

1. «Способ крепления газовых баллонов в вертикальном положении, отличающийся тем, что баллоны попарно связаны гибким шнуром».
2. «Вкладыш к поддону для изложницы, устанавливаемой в ее гнезде перед разливкой стали, отличающийся тем, что он выполнен из пористого металлического материала».

Уровень изобретения	Изменяемый параметр	Эквивалентное количество вариантов	Знания, используемые при изменении объекта	Примеры
5	Крупнейшие изобретения, создающие новые отрасли техники	10^5 и более	Наука	Самолет, радио, кино, лазер
4	Крупные изобретения. Синтезируется новая техническая система	10^4	Несколько разделов науки	Двигатель внутреннего сгорания, реактивный двигатель
3	Средние изобретения, противоречия разрешаются полным или частичным изменением одного из элементов	10^3	Раздел науки	Маятниковый часовой механизм
2	Мелкие изобретения, технические противоречия устраняются известными в отрасли способами	10^2	Отраслевые	Шахтерская ацетиленовая лампа
1	Мельчайшие изменения, не связанные с разрешением технических противоречий	10	Узко-специальные	Замена пайки сваркой в лампах накаливания

Рис. 2.2. Уровни изобретений

Второй уровень – мелкие изобретения, полученные в результате устранения ТП способами, известными в данной отрасли. Например, машиностроительная задача решается способами, уже

известными в машиностроении, но применительно к другим техническим системам. При этом частично меняется только один элемент системы. Для получения изобретения второго уровня обычно приходится рассматривать несколько десятков вариантов решения.

Пример изобретений второго уровня

В трубе, по которой движется газ, установлена поворотная заслонка. Иногда температура газа контролируемо меняется на 20–30 °С. С повышением температуры уменьшается плотность газа, и, как следствие, падает количество газа, проходящего через трубу в единицу времени. Нужно обеспечить постоянный расход газа.

Решение. Использовать для саморегулирования тепловое расширение путем применения биметаллической пластины в качестве заслонки.

Третий уровень – средние изобретения. Противоречие преодолевается способами, известными в пределах одной науки (механическая задача решается с использованием знаний механики, химическая задача – химическими методами и т. д.). Полностью меняется один из элементов системы. Количество возможных вариантов измеряется сотнями.

Пример изобретений третьего уровня

Существует специальный вид скоростного фотографирования с использованием взрывного затвора – с помощью сильного электрического разряда уничтожают шторку, перекрывающую путь световому потоку. Решено было использовать этот принцип при киносъемке. Но при киносъемке нужно снимать один кадр за другим непрерывно.

Задача: каким образом быстро менять шторку, уничтоженную взрывом?

Решение 1. В качестве шторки использовать жидкость, помещенную в кювету, установленную перед объективом. С помощью искрового разряда в жидкости открывают путь для прохождения света.

Решение 2. Сделать шторку из порошка и управлять ею с помощью магнитного импульса.

Четвертый уровень – крупные изобретения. Синтезируется новая техническая система. Поскольку эта система не содержит технических противоречий, иногда создается впечатление, что изобретение сделано без преодоления ТП. На самом же деле ТП

было, однако относилось оно к прототипу – старой технической системе. В задачах четвертого уровня противоречия устраняются средствами, часто далеко выходящими за пределы науки, к которой относится задача (например, механическая задача решается химически). Число вариантов, среди которых «прячется» правильный ответ, измеряется десятками тысяч.

Пример изобретения четвертого уровня

На заводе, выпускающем двигатели внутреннего сгорания, заготовки для цилиндров отливали из серого чугуна. После остывания отливок на их поверхности образовывалась корка белого чугуна, обладающего большой твердостью и при обработке резанием выводившего из строя инструменты. Площадь белого чугуна определяют путем измерения твердомерами в нескольких десятках точек заготовки. Чем больше проконтролировано точек, тем точнее измерение, но тем меньше производительность контроля. Как быстро и надежно определить площадь корки белого чугуна?

Решение. Обработать всю поверхность заготовки раствором, изменяющим окраску при реакции с белым чугуном, содержащим трехвалентное железо.

Пятый уровень – крупнейшие изобретения. Число вариантов, которое необходимо перебрать для получения приемлемого решения, практически неограниченно и заведомо превышает сотни тысяч. Изобретения пятого уровня создают принципиально новую систему седьмого – десятого рангов. Она постепенно обрастает изобретениями низших уровней и превращается в систему четвертого или даже третьего ранга, при этом нередко создается новая отрасль техники. Примерами может служить самолет (изобретение самолета, «привилегию» на который получил А.Ф. Можайский в 1882 г., положило начало авиации), радио (изобретение А.С. Попова в 1895 г. положило начало радиотехники), киносъемка (изобретение братьев Люмьер основало кинотехнику), лазер (квантовая оптика).

Задача пятого уровня. Нужно предложить подземоход, способный передвигаться в земной коре со скоростью до 10 км/ч при запасе хода в 400 км.

В этом примере хорошо видна характерная особенность задач пятого уровня: к моменту постановки подобных задач средства их решения лежат за пределами современной науки. Неизвестны те физические эффекты, явления, принципы, на основе которых может быть создан подземоход (а вместе с ним новая отрасль техники – глубинный транспорт).

Условия задачи пятого уровня обычно не содержат прямых указаний на противоречия. Поскольку системы-прототипа нет, то нет и присущих этой системе противоречий. Противоречия возникают в процессе синтеза принципиально новой системы.

Так, предположим, что решено обеспечить продвижение подземохода путем расплавления горных пород. Сразу образуется узел сложнейших противоречий: расплавляя окружающие породы, мы облегчим движение машины, но резко увеличиваем расход энергии, создаем гигантский теплоприток внутрь подземного корабля, затрудняя пользование известными навигационными средствами, следовательно, лишаем машину управления. С решением перечисленных проблем возникают массы других, и несть им числа.

2.4. Тенденции развития технических систем

Среди многочисленных путей развития науки и техники можно отметить наиболее заметные и часто применяемые тенденции, среди которых:

- преемственность в развитии техники (закон спирали, технические решения повторяются на более высоком технологическом и научном уровне);
- стремление к наиболее полному использованию возможностей, заложенных в конкретной научно-технической идее;
- усиление влияния науки на развитие техники и производства;
- исключение промежуточных звеньев (прямое восстановление железа из руды, СВС, электроискровая обработка металла);
- переход от систем комплексной механизации производственных процессов к автоматизации производства;
- сокращение сроков внедрения разработок от идеи до практического применения (рис. 2.3).

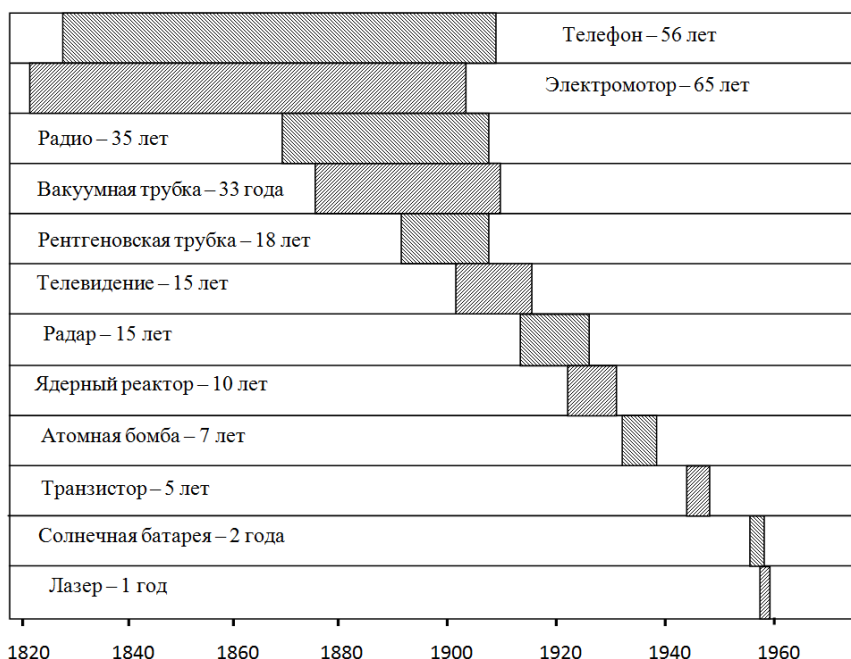


Рис. 2.3. Диаграмма ускорения практической реализации

2.5. Прогнозирование развития науки и техники

Непременным элементом всякого вида целесообразной деятельности человека является более или менее развитое предвидение результатов предпринимаемых действий.

Самый плохой архитектор с самого начала отличается от пчелы тем, что прежде чем построить ячейку из воска, он уже построил ее в своей голове.

К. Маркс

Предвидения:

1. Роджер Бэкон (англ.) 600 лет назад предсказал появление самоходных транспортных средств для передвижения по земле, воде и воздуху.

2. Леонардо да Винчи (итал.) предвосхитил идею колебательного движения как основу для объяснения природы световых, звуковых, тепловых и магнитных явлений. Ему принадлежат проекты ткацких и винторезных станков, печатных машин, подводных лодок и летательных аппаратов.

Общую логическую схему выработки прогнозных умозаключений можно представить выражением:

$$(Z + G + F) \rightarrow P,$$

где Z – совокупность представлений о закономерностях и тенденциях развития объекта прогнозирования; G – совокупность научных гипотез и конкретных идей относительно будущих возможностей развития объекта и его многообразных связей; F – совокупность представлений о факторах, определяющих потребность развития объекта, и о стимулирующих или препятствующих его развитию условиях; P – имплицитные (определяемые) указанными логическими предпосылками прогнозные выводы и предположения.

Научно-технический прогресс определяют три основных группы факторов:

а) социальные условия развития и характер использования результатов научно-технического прогресса;

б) вопросы о пределах развития определенных отраслей науки и техники, накладываемых природой (ресурсы, требования, возможности);

в) внутренние противоречия развития науки и техники.

Современность чревата будущим. Природа бесконечна, познаваема и неисчерпаема.

Г. Лейбниц

Кто ищет, вынужден блуждать.

В. Гете

Соотношение уровня технических разработок и прогнозируемых изменений представлено на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Структура и соотношение элементов, входящих в область научно-технического прогнозирования

Зависимость экономической обоснованности научно-технических прогнозов от дальности и интервалов предсказаний представлена на рис. 2.5.

Эксперт – это специалист, ранее уже совершивший много ошибок.

Р. Декарт

Для проведения прогнозирования научно-технического развития прибегают к различным методикам прогнозирования с привлечением экспертов.

Когда компетентный, но пожилой ученый утверждает, что «...это невозможно», он почти всегда прав; когда же он дает осторожную оценку – «это неосуществимо», есть достаточно оснований надеяться, что он ошибся.

Прогнозы на очень краткие сроки (до 5 лет) оказываются часто излишне оптимистичными, а на 20 лет и более – недостаточно смелыми.



Рис. 2.5. Соотношение дальности и степени экономической обоснованности научно-технических прогнозов с различными интервалами упреждения

I – краткосрочный план; II – среднесрочный план; III – прогноз первого эшелона; IV – прогноз второго эшелона; V – прогноз третьего эшелона (до 100 лет и более)

Для проведения экспертных оценок состояния научно-технического развития и прогнозирования тенденций его изменений эксперту необходима опора на аргументы, среди которых информационные источники различной природы (рис. 2.6).

Источники информации	Степень влияния источника на мнение эксперта		
	высокая	средняя	низкая
Проведенный теоретический анализ	●		
Производственный опыт	●		
Обобщение работ отечественных авторов		●	
Обобщение работ зарубежных авторов			●
Личное знакомство с состоянием дел за рубежом			●
Интуиция		●	

Рис. 2.6. Влияние источников информации на аргументацию экспертов в научно-техническом прогнозировании

Классификация методов научно-технического прогнозирования показана на рис. 2.7.

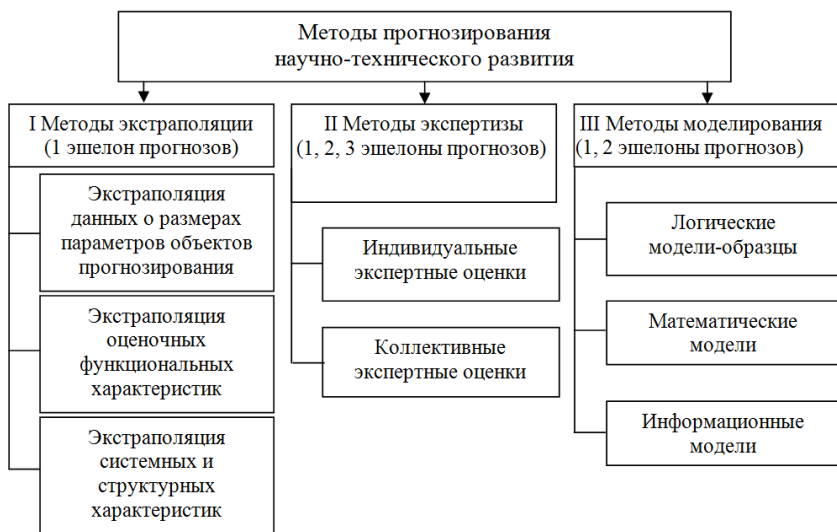


Рис. 2.7. Общая классификация научно-технического прогнозирования

Для проведения качественной экспертизы научно-технического развития в любой отрасли экономики необходимо знать этапы развития техники (рис. 2.8).

	Этапы развития техники		
	I	II	III
Уровень противоречий	Естественные способности человека – необходимость преобразования природы	Человек – орудие производства	Личный элемент – предметный элемент
Трудовая функция	Непосредственная обработка предмета труда	Использование орудий труда	Управление машинами
Уровень техники	Инструментализация	Механизация	Автоматизация
Технологические связи	Субъектный	Объектный	Свободный
Применение	Отдельный работник	Совокупный работник	Все общество
Вид труда	Ручной	Машинный	Творчество

Рис. 2.8. Этапы развития техники, управления и связей в обществе

2.6. Пути развития техники

Основными закономерностями, которые наиболее часто применяются при прогрессивном изменении технических систем (ТС), являются следующие:

- координация функций;
- управляемость основных подсистем;
- минимизация числа промежуточных звеньев;
- сквозная энергетическая проводимость;
- нейтрализация дисфункций;
- согласование свойств элементов;
- повышение уровня движения материи в основном процессе;
- переход в надсистему;
- объединение с конкурирующими (дополняющими, антагонистическими) системами.

В процессе создания (синтеза) технических систем (ТС) необходимо придерживаться следующих принципов:

- увеличение степени функциональности элементов;
- управляемость основных подсистем;

- специализация или универсализация объектов;
- переход от вещественных связей к энергетическим или информационным.

2.7. Противоречия в технике

Для более четкого понимания процессов развития технических систем необходимо обратиться к видам противоречий, которые следует искать в предложенных или выбранных задачах.

Внешние противоречия в технике (административные):

потребности общества $\longleftrightarrow$ возможности техники

Формулируется: Нужно что-то делать, но не знаем как.

Внутриобъектовые противоречия (технические):

требуемые параметры $\longleftrightarrow$ наличные параметры

Улучшение одних параметров влечет за собой
ухудшение других.

(Увеличение точности ухудшает производительность).

Противоречия свойств (физические противоречия):

требуемые свойства $\longleftrightarrow$ наличные свойства

Деталь должна быть твердой и должна быть пластичной.

Системная природа техники осложняет решение задач даже в тех случаях, когда произведен правильный и точный выбор объекта, подлежащего изменению. Всякое изменение выбранного объекта сказывается чаще всего отрицательно на других объектах, на подсистеме, в которую входит объект, и на подсистемах, из которых он состоит. Возникают технические противоречия: выигрыш в одном сопровождается проигрышем в другом. Поэтому для решения изобретательских задач недостаточно улучшить ту или иную характеристику объекта. Необходимо, чтобы это улучшение не сопровождалось ухудшением в иерархии систем.

С точки зрения технологии (под этим подразумевается наука о технике, подобная биологии, являющейся наукой о живом), преодоление противоречия – обязательный признак изобретения.

Идея о том, что изобретениями следует считать только те решения, которые обеспечивают устранение ТП, впервые была выдвинута в 50-е гг. XX в. [7] Однако продолжается выдача патентов на заведомо «неизобретательские изобретения».

Пример. Задача определения давления газа внутри лампы накаливания решена так: лампу разбивают, газ выпускают в мерный сосуд и измеряют в нем давление. Чтобы точно проконтролировать давление газа в партии изготовленных ламп, надо разбить как можно больше ламп (в идеале – все лампы), а чтобы сохранить лампы, их, естественно, не надо бить (в идеале необходимо, чтобы уцелели все лампы). Противоречие не устранено, налицо даже не конструкторское, а тривиальное техническое решение. Однако юридически оно признано изобретением.

2.8. Оценка уровня нового технического решения

Для оценки уровня найденного нового технического решения предложена методика оценки технического уровня усовершенствования объекта.

Оценка технического уровня решения усовершенствования необходима для определения направления и путей решения инженерных задач на более высоком уровне иерархии технических систем. Технический уровень решения инженерных задач определяется в сравнении полученного результата с прототипом и может быть представлен как в аналитической, так и в графической (векторной) форме.

Процесс оценки технического уровня решения определяется в следующей последовательности:

- 1) Определить главные, основные и вспомогательные функции прототипа и нового объекта.
- 2) Пользуясь табл. 2.2, определить для каждой из функций степень изменения при переходе от прототипа к новому решению, обозначить ее цифрой от 0 до 5 (цифрой 0 обозначается отсутствие изменения).
- 3) Провести балльную оценку технического уровня нового решения (ТУР) по эмпирической формуле:

$$TUP = \frac{30X_1 + 29X_2 + \dots + 21X_{10} + 20Y_1 + 19Y_2 + \dots + 11Y_{10} + 10Z_1 + 9Z_2 + \dots + Z_{10}}{15N}, \quad (2.1)$$

где X – степень изменения главных функций; Y – степень изменения основных функций; Z – степень изменения вспомогательных функций; величина в баллах X , Y и Z определяется по табл. 2.2; N – общее число рассматриваемых функций.

4) Пользуясь графиком, показанном на рис. 2.9, построить векторную диаграмму перехода от прототипа к новому решению.

Таблица 2.2

Степень изменения объекта

Оцениваемый параметр объекта	Знания, использованные при изменении объекта	Степень изменения
Процесс (принцип осуществления функций)	Наука, фундаментальные знания	5
Функция (результат осуществления процессов)	Раздел науки, научные знания	4
	Межотраслевые	3
Структура (последовательность операций)	Отраслевые	2
	Узкоспециальные	1

Графический метод оценки выполняется с применением следующих правил.

Правило 1. Длина вектора определяется уровнем иерархии функций. Главной функции присваивается коэффициент 30, основной – 20, вспомогательной – 10. При наличии нескольких главных, основных или вспомогательных функций им присваиваются коэффициенты в соответствии с их иерархией. Например, если существует несколько вспомогательных функций различных уровней, им присваиваются коэффициенты соответственно 10, 9, 8 и т. д. Для полного анализа функциональной иерархии объекта необходимо построить полную структурную схему рассматриваемой технической системы.

Правило 2. Векторная шкала помещается в начало каждого вектора так, чтобы линия от центра шкалы до нулевой отметки была вертикальной. Цифры на шкале соответствуют степени изменения функции на каждом уровне, выраженной в баллах, определенных по табл. 2.2.

Правило 3. Диаграмма представляет собой цепочку векторов, соединенных в иерархической последовательности: главная функция → основная функция → вспомогательная функция. Результирующий вектор, соединяющий точки начала и конца векторной диаграммы (т. е. прототип и новое решение) имеет направление на циферблате, численно равное количеству баллов технического уровня, определенного аналитическим методом (по формуле 2.1).

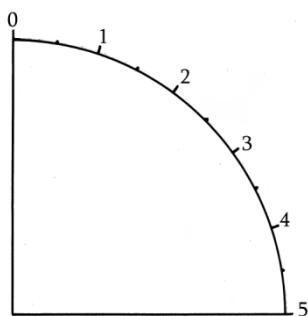


Рис. 2.9. Шкала для построения векторной диаграммы определения технического уровня решения

Пример 1. Для оценки технического уровня нового объекта по сравнению с прототипом производится декомпозиция функций, выполняемых объектом. В соответствии с этой таблицей новый объект обладает двумя главными функциями – ГФ1 и ГФ2, четырьмя основными функциями – ОФ1...ОФ4 и шестью вспомогательными функциями – ВФ1...ВФ6. Используя табл. 2.2, каждой функции присваиваются баллы, численное значение которых соответствует степени изменения функции по сравнению с прототипом (мнение эксперта). Все данные сводятся в табл. 2.3. Далее, по формуле 2.1 производится вычисление результирующей степени изменения всего объекта – технического уровня решения (ТУР):

$$ТУР = \frac{30 \cdot 1 + 29 \cdot 2 + 20 \cdot 1 + 19 \cdot 3 + 18 \cdot 2 + 17 \cdot 2 + 10 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 8 \cdot 2 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 1 + 5 \cdot 3}{15 \cdot 12} = 1,65.$$

Ту же оценку можно провести графическим методом с помощью шкалы, приведенной на рис. 2.8. Для этого длина вектора,

обозначающего каждую функцию, должна соответствовать весовому коэффициенту, используемому в формуле 2.1. После этого строится диаграмма (рис. 2.9).

После построения цепочки векторов (рис. 2.10) конец последнего вектора соединяется прямой линией с началом первого вектора (пунктирная линия). Место ее пересечения шкалы первого вектора и является искомым результатом (в данном случае $\sim 1,7$), что в пределах ошибки графического построения соответствует числовому значению, полученному вычислением (1,65).

Из диаграммы (рис. 2.9) видно, что наибольшее значение для повышения ТУР нового решения имеют главные функции, меньше – основные, незначительные – вспомогательные. Отсюда сам собой напрашивается вывод, что для получения технического решения высокого уровня необходимо в первую очередь подвергнуть изменениям главные функции, например, изменить принцип действия объекта.

Таблица 2.3.

Значения изменения функций

Функции	Баллы	Длина вектора
ГФ1	1	30
ГФ2	2	29
ОФ1	1	20
ОФ2	3	19
ОФ3	2	18
ОФ4	2	17
ВФ1	1	10
ВФ2	1	9
ВФ3	2	8
ВФ4	1	7
ВФ5	1	6
ВФ6	3	5

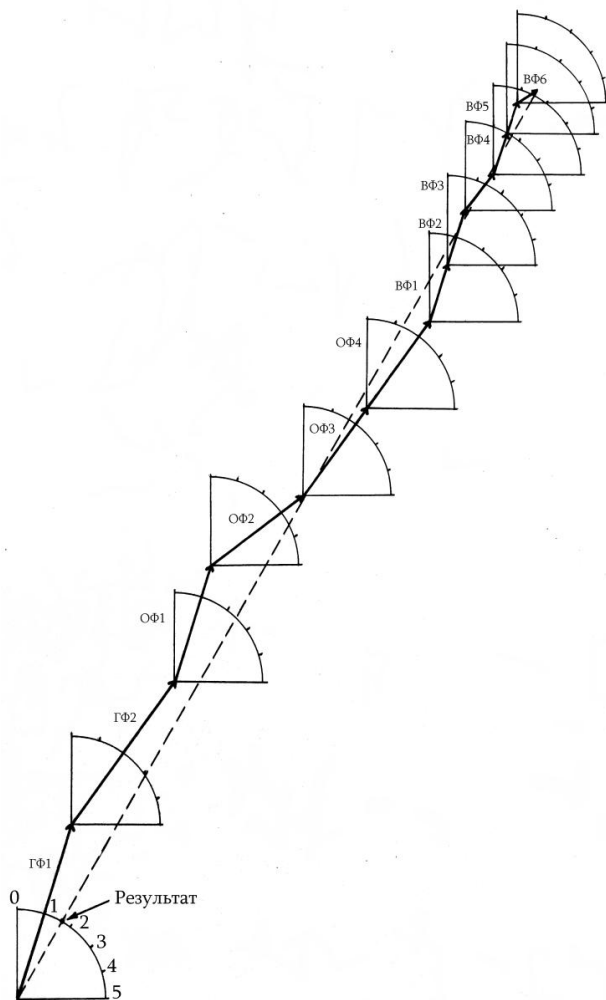


Рис. 2.10. Диаграмма графического определения технического уровня

Пример 2. Определим аналитическим методом значение ТУР для способа термостабилизации пищи на сервировочном столике. Сначала определяем степень изменения в баллах функций по сравнению с прототипом, используя табл. 2.2. Полученные значения заносим в табл. 2.4.

Таблица 2.4.

Степень изменения функций

Функции	Описание функций прототипа	Описание функций нового изобретения	Баллы
ГФ1	Подогрев с помощью электронагревателя (эффект Джоуля–Ленца)	Подогрев с помощью полупроводника (эффект Пельтье)	3
ГФ2	Охлаждение с помощью холодильника (эффект теплового насоса)	Охлаждение с помощью полупроводника (эффект Пельтье)	3
ОФ1	Передача энергии контактным способом (по проводам)	Передача энергии индуктивным методом	4
ОФ2	Без промежуточного преобразования энергии	Преобразование биполярной энергии в униполярную	4
ВФ1	Управление током в режиме «включено–выключено»	Переключение направления тока через контакт разнородных металлов	2

По формуле 2.1 вычисляем значение ТУР:

$$ТУР = \frac{30 \cdot 3 + 29 \cdot 3 + 20 \cdot 4 + 19 \cdot 4 + 10 \cdot 2}{15 \cdot 5} = 4,7.$$

Высокий показатель значения ТУР обусловлен применением новых принципов функционирования объекта, что существенно расширяет качественные показатели нового решения.

Таким образом, предложенная методика оценки технического уровня нового решения по сравнению с прототипом позволяет объективизировать процесс определения степени его технического совершенства, хотя и не свободна от некоторой доли субъективизма, который проявляется при назначении баллов изменения отдельных функций. Графический вариант методики позволяет сделать наглядным степень влияния той или иной функции на конечный результат. И аналитический, и графический варианты определения ТУР соответствуют друг другу по конечному результату и могут быть использованы при выборе наилучшего варианта решения из нескольких возможных.

3. МЕТОДЫ ПОИСКА НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИДЕЙ



Решение изобретательских задач – одно из древнейших видов (если не самый древний вид) человеческой деятельности. Многие мыслители древности и современности задумывались над проблемой активизации и повышения эффективности поиска новых идей, решения технических задач на изобретательском уровне. Анализ исследованных методик поиска новых идей дает достаточно ясное представление о некоторых достижениях на этом пути. Рассмотрим некоторые из них.

3.1. Метод проб и ошибок

Основным методом решения изобретательских задач был и до сего времени остается метод проб и ошибок. Суть его заключается в последовательном выдвижении и рассмотрении всевозможных вариантов решения: если выдвинутая идея оказывается неудачной, ее отбрасывают, а затем выдвигают новую. **Правил выдвижения идей нет.** В принципе, может быть выдвинута любая идея, даже самая нелепая. Нет и определенных правил оценки идей: пригодна или непригодна идея – об этом судят субъективно. Во многих случаях нет и субъективных критериев: приходится ставить эксперименты, на опыте определяя достоинства и недостатки того или иного варианта. Когда-то перебор вариантов вели буквально наугад. Однако по мере развития технических знаний формировались представления о том, что в принципе возможно и что невозможно. Сообразно с этими представлениями человек, решая задачу, «фильтрует» варианты, отбрасывая то, что кажется неудачным. Увеличение степени «фильтрации» – главная тенденция исторического развития метода проб и ошибок. Современный инженер, приступая к работе, прежде всего знакомится с опытом предшественников, отраженном в технической или патентной литературе. Изучение этого опыта позволяет перейти от ситуации к задаче и наметить определенную концепцию поиска – направле-

ние, в котором следует искать решение. На выработку поисковой концепции оказывает сильное влияние и специальность инженера, и личный опыт решения творческих задач. В результате выделяется, подчас весьма произвольно, узкая область поиска [5].

Другая тенденция развития метода проб и ошибок – замена вещественных экспериментов мысленными. Объем знаний, доступных современному инженеру, настолько велик, что результаты многих проб могут быть предсказаны заранее. Инженер может при этом опираться не только на личные знания, но и на необъятную научно-техническую литературу, может консультироваться с другими специалистами. Все это позволяет теоретически оценивать большинство вариантов, не прибегая к реальным, вещественным опытам. Мысленные эксперименты идут намного быстрее, в этом их основное преимущество. Но мысленные эксперименты субъективны, они не защищены от психологических помех. Кроме того, в отличие от реальных мысленные эксперименты, как правило, не сопровождаются неожиданными побочными открытиями, обнаружением всевозможных непредвиденных явлений и эффектов.

Метод проб и ошибок вполне пригоден для решения задач первого уровня. Этот метод приемлем и тогда, когда приходится решать задачи второго уровня: перебрав несколько десятков вариантов, изобретатель почти всегда находит верное решение. Иначе обстоит дело с задачами третьего уровня. Если решение «спрятано» среди сотен всевозможных неиспробованных вариантов, путь к правильному ответу может растянуться на долгие годы. Далеко не всякий инженер способен терпеливо перебирать сотни вариантов. К тому же нет никакой гарантии, что даже неисчерпаемое упорство будет вознаграждено: правильный ответ можно вообще не заметить или, заметив, неверно оценить, счесть неудачным. Будет нарастать общее количество рассмотренных вариантов, в ход пойдут все более сложные умственные построения, а правильный ответ затеряется где-то позади... Иногда, так и не найдя эффективного решения, изобретатель соглашается на идею, не поднимающуюся над первым уровнем.

Темпы развития техники зависят, прежде всего, от создания принципиально новых систем. Но именно здесь, при решении изобретательских задач высших уровней, метод проб и ошибок в

сущности бессилён. Нет людей, которые могли бы уверенно – одну за другой – решать задачи 4–5 уровней. Даже если счастливый случай поможет решить одну такую задачу, нет никакой гарантии, что этот человек сумеет справиться со следующей задачей.

Возникает вопрос: каким же образом решаются задачи «ценой» в миллионы проб? До 70–80-х гг. XIX в. и большей части XX в. несовершенство проб и ошибок ничем не компенсировалось. Решение трудных задач растягивалось на десятки и сотни лет. Задачу постепенно «перемалывало» несколько поколений изобретателей. С начала XX в. (в особенности после Эдисона) несовершенство метода проб и ошибок стали компенсировать, сосредотачивая на решении одной задачи усилия многих разработчиков. Обширное «поисковое поле» делится на небольшие участки, и на каждом участке действуют многочисленные коллективы. Участки становятся все более и более узкими, а сосредоточенные на каждом участке силы – все более значительными.

3.1.1. Исследования метода проб и ошибок

Свидетельства изобретателей о ходе решения задач немногочисленны и немногословны. Обычно повторяется одна и та же схема: долгие размышления, перебор всевозможных вариантов и внезапная догадка в результате какой-то случайной подсказки. Психологи пытались воспроизвести в эксперименте процесс решения задач. При этом обычно использовались простые задачи первого уровня, а порой вообще не изобретательские задачи, а головоломки, загадки.

Психологи-бихевиористы, считающие, что нужно просто наблюдать за поведением человека (от англ. *behavior* – поведение), констатировали чисто внешние черты процесса решения: человек сосредотачивается и перебирает вариант за вариантом. Гештальт-психологи объясняют суть дела так: человек создает мысленный образ объекта, о котором говорится в задаче (это и есть гештальт), а затем перестраивает этот образ, меняет связи между его элементами, и вот неожиданно появляется новое понимание задачи, усматривается некая связь между элементами или новая особенность объекта и его элементов.

Наиболее обстоятельные эксперименты провел в 20–30-е гг. XX в. немецкий психолог К. Дункер [12]. Как и его коллеги, он

работал с простыми задачами и головоломками. Предполагалось, что полученные выводы удастся распространить на решение более сложных задач. Между тем, многовековая история изобретательства отнюдь не давала к тому оснований. Опыт свидетельствует, что решение простых задач доступно всем. Не имеет практического значения – будет ли получено решение со второй или с десятой попытки: вся проблема – в неясности механизма решения трудных задач. При решении таких задач проявляется что-то еще, кроме простого перебора вариантов. Нередко ответ на сложную задачу оказывается очень простым: не требовалось никаких особых знаний, чтобы прийти к этому ответу, но многие пытались и не смогли решить задачу, а какой-то один человек ее решил. Как это происходит, почему это не повторяется, почему человек, решивший трудную задачу в «момент озарения», беспомощен при решении следующей задачи? И вообще, почему трудны задачи – эти и подобные вопросы интересовали исследователей процесса изобретательства.

Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо исследовать процесс решения сложных реальных задач. К. Маркс отмечал в «Капитале», что все крупнейшие изобретения сделаны не одним человеком, а «кооперацией современников». Психологи за сто лет изучения творчества не поставили ни одного эксперимента по решению крупной реальной задачи «кооперацией современников». Лишь в последние годы появились сведения об опытах, в которых фигурировали небольшие, но все-таки реальные изобретательские задачи, решаемые одним человеком или небольшой группой.

Вот одна из таких задач.

В основе решения этой задачи лежит простейшее логическое умозаключение: если двигатель должен вращаться на полную мощность, но при этом необходимо обеспечить ему возможность изменять скорость вращения ротора, то из скорости вращения ротора надо «вычестть» лишнюю ее часть.

В процессе работы над задачей рассматривалось несколько вариантов решения. В первом варианте функция изменения скорости вращения перекладывалась на механическое устройство типа «бесступенчатая коробка передач, вариатор» и пр. Эту возможность сразу отбросим: она ведет в тупик, поскольку не добавляет

знаний, и исследование на этом обрывается. Вторая возможность приводит к понятию «идеального объекта»: технический объект идеален, если его нет, а его функция выполняется.

Идеальный объект заведомо лучше любых других объектов, потому что он ничего не стоит, абсолютно надежен (не может сломаться), не создает побочных вредных эффектов (например, шума), не требует ухода и т. д.

Задача. Скорость вращения электродвигателя регулируется несколькими способами: изменением напряжения и тока в обмотках, переключением секций обмоток, изменением частоты питающего тока. Все эти способы основаны на изменении параметров электропитания двигателей, что снижает его мощность, КПД и другие характеристики. Нужно заставить двигатель работать на полную мощность при любой скорости вращения, т. е. предложить способ регулирования скорости вращения с постоянной мощностью на выходном валу.

Решение. Двигатель приобретает возможность вращения как ротора, так и статора. Тогда при неизменном электропитании регулировать скорость выходного вала можно путем вращения статора при неизменной относительной угловой скорости ротора и статора. Таким образом, вращением статора в обратную по отношению к направлению вращения ротора сторону из номинального значения скорости двигателя «вычитается» угловая скорость вращения статора. Возможна и обратная процедура: вращением статора в направлении, совпадающем с направлением вращения ротора, можно увеличивать скорость ротора сверх номинального значения (а. с. SU № 1014023, 1983 г.).

Логично теперь перейти к проверке предположения о стремлении развития техники к «идеальному объекту», ибо оно выведено на основе только одного изобретения. Для проверки не нужны громоздкие эксперименты-наблюдения, материал имеется в практически неограниченном количестве. Это – миллионы описаний изобретений, в каждом из которых четко объяснено, «что было» и «что стало». Можно легко поверить, действительно ли технические системы развиваются в направлении увеличения степени идеальности.

Анализ патентного фонда показывает: увеличение степени идеальности технических систем – *всеобщая закономерность*, хотя прием передачи функции – далеко не единственный путь

реализации этой закономерности. Такой вывод мог бы положить начало научной технологии решения задач: если найдена одна закономерность, могут быть обнаружены и другие, если найден один прием, могут быть найдены и другие. Однако исследователи остановились там, где, собственно, надо было начать эту работу. Это типично для всех психологических исследований, изначально ограниченных неверным постулатом, что изобретение – это некий чисто психологический процесс. Важно, мол, только то, что происходит в голове изобретателя. На самом деле изобретение – это закономерный переход технической системы от одного состояния к другому. Опираясь на знание закономерностей развития технических систем, можно планомерно решать задачу, сознательно преодолевая трудности, включая психологические.

Существует огромная инерция традиционных представлений о методе проб и ошибок как о единственно мыслимом механизме творчества. Тысячи лет люди решали творческие задачи методом проб и ошибок. Тысячи лет укоренялось и укреплялось представление, что иных методов нет и быть не может. Само понятие «творчество» в конце концов слилось с технологией решения задач путем перебора вариантов, на ощупь. Тысячи лет в качестве основных атрибутов творчества фигурировали озарение, интуиция, прирожденные способности, счастливый случай. Это импонировало изобретателям, и они немало сделали, чтобы закрепить такое представление о творчестве.

За тысячи лет в научно-техническом мировоззрении произошло множество крупнейших переворотов. Все изменилось – незыблемым осталось только представление о неуправляемости творческого процесса. Более того, считается, что и в будущем – через сто или тысячу лет – сохранятся те же особенности творчества. Лозунг «от каждого по способностям» подразумевает неравенство способностей, существование способных решать творческие задачи и неспособных к этому.

Сила старых представлений о природе творчества колоссальна. Поэтому так трудно увидеть то, что, казалось бы, само бросается в глаза: технические системы развиваются закономерно, эти законы можно познать и использовать для сознательного и мощного развития техники.

3.1.2. Особенности применения метода проб и ошибок

Метод проб и ошибок связан не только с огромными потерями времени и сил при решении задач. Наибольший ущерб он наносит, не давая возможности своевременно увидеть новые задачи. Тут потери могут измеряться десятилетиями и даже столетиями. Так, менисковый телескоп, по признанию его изобретателя Максудова, мог быть создан еще во времена Декарта и Ньютона. Была потребность и была возможность создания такого телескопа. Задачу просто не увидели, до попыток дело дошло только в середине XX в. Метод проб и ошибок «несет ответственность» и за отсутствие критериев оценки новых технических идей. Даже если задача своевременно замечена и быстро решена, новая идея подвергается насмешкам, ее просто не понимают.

Трудно оценить суммарные потери от применения метода проб и ошибок. Думается, что эти потери намного больше убытков от самых страшных ураганов и землетрясений. Метод проб и ошибок давно исчерпал свои возможности. Раньше несовершенство этого метода компенсировали увеличением числа людей, занятых решением задач. Теперь близка к исчерпанию и эта возможность. Проблема стоит так: или замедление темпов развития техники, или последовательный переход на иную, более эффективную технологию совершенствования техники.

Но это не значит, что метод проб и ошибок нужно изъять из арсенала изобретателей. Опыт показывает, что его основные черты в той или иной мере проявляются почти во всех современных методах поиска решений творческих задач.

Упражнения

1) Участникам дрейфующих полярных станций постоянно приходится сталкиваться с ситуацией, когда примерзают лыжи самолетов, лыжи, на которых стоят домики и различное оборудование. Трогаться же с места всегда надо в аварийном порядке (трещины, торошение льдов и т. п.). Как быть?

Требуется найти средство столь же простое и безотказное, как кувалда, но значительно более эффективное.

2) Для того чтобы выбрать надежное место расположения дрейфующей станции, необходимо определить толщину льда. Это

делают «ледовой разведкой» путем посадки самолета в предполагаемом месте и бурения льда. Посадка – смертельный риск.

Отсюда задача: определить толщину льда с самолета. Хороший (для организации станции) лед должен иметь толщину 1,5–3,0 м. Способ измерения должен быть простым и достаточно эффективным.

3) В трубе движется жидкость. Для очистки жидкости на первых циклах нужен керамический фильтр. Выполнен он в виде плоского круглого диска. После очистки жидкости фильтр бесполезно увеличивает гидравлическое сопротивление системы. Как избежать этого?

3.2. Методы активизации перебора вариантов

Существуют две принципиально различные возможности перехода к новой технологии решения изобретательских задач:

1) интенсифицировать метод проб и ошибок, используя различные системы для более активного генерирования вариантов;

2) выявить законы развития технических систем и применить эти законы для выявления и решения изобретательских задач.

Первый путь сохраняет и углубляет метод проб и ошибок, второй – полагает необходимым замену перебора вариантов точными операциями, основанными на знании законом развития технических систем.

К методам активизации перебора вариантов относят метод фокальных объектов, морфологический анализ, мозговой штурм, метод контрольных вопросов, синектику и десятки других методов, представляющих собой фрагменты или, наоборот, сочетания этих пяти «базовых» методов. Рассмотрим «базовые» методы и, попутно, некоторые их модификации и комбинации.

3.2.1. Метод фокальных объектов

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

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

В 20-х гг. XX в. профессор Берлинского университета Ф. Кунце предложил метод каталога: нужно наугад открыть любой каталог (словарь, книгу, журнал), взять любое слово и «состыковать» с исходным словом (названием прототипа). Например, если прототипом является «фреза», а случайным словом – «снег», то получается сочетание «снежная фреза». Это сочетание можно развить, используя ассоциации: ледяная фреза, холодная фреза, скользкая фреза и т. д. В 50-е гг. XX в. метод был несколько усовершенствован Ч. Вайтингом (США) и получил название *метод фокальных объектов* (МФО).

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

МФО очень прост, полностью осваивается после одного-двух упражнений. Однако и результаты получаются весьма скромными. Как мы увидим в дальнейшем, ответы на сложные изобретательские задачи представляют собой сочетания разных изменений прототипа, а МФО между тем дает простые (преимущественно одинарные) изменения. Отсюда принципиальная ограниченность метода. В практике обучения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) метод фокальных объектов используют только для начальных упражнений по развитию воображения.

Одна из современных модификаций МФО названа *методом гирлянд и случайных ассоциаций*.

Задача: предложить новые и оригинальные полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики.

Фокальным объектом, таким образом, является «стул». Прежде всего составляют гирлянду синонимов: стул – кресло – табуретка – пуф и т. д. Затем, как при обычном МФО, выбирают случайные объекты: электролампочка, решетка, карман, кольцо, цветок, пляж. Составляют список признаков случайных объектов (электролампочка – стеклянная, свето- и теплоизлучающая и т. д.), после чего получают гирлянду признаков путем присоединения признаков случайных объектов к гирлянде синонимов: стеклянный стул, теплоизлучающее кресло и т. д. Далее образуют гирлянды ассоциаций для каждого из признаков [17].

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

К элементам гирлянды синонимов поочередно пытаются присоединить элементы гирлянд ассоциаций: кресло из стекловолокна, вязанный пуф, табуретка для бабушки, кресло для лечения ревматизма. Полученные сочетания рассматривают, стараясь найти нечто рациональное, руководствуясь принципом: «Если в течение короткого времени можно найти тысячи вариантов решения, то нас вполне удовлетворит положение, при котором хотя бы несколько вариантов будут рациональными». Здесь, однако, допущен принципиальный просчет: дело не в количестве генерируемых вариантов, а в их качестве. Если пытаться генерировать осмысленные слова, наугад ударяя по клавишам пишущей машинки, то имеются реальные шансы получить двухбуквенные слова: не, ни, но, об, да и т. д., но шансы получить слово в семь или десять букв практически равны нулю. Так обстоит дело и с МФО и

его модификациями: МФО дает лишь простые сочетания типа «кресло для бабушки», но их можно получить и без МФО.

Решая задачу методом проб и ошибок, изобретатель обычно начинает с простых вариантов, полученных каким-то одним изменением прототипа. Если задача долгое время не поддается решению, постепенно совершается переход к более сложным вариантам, основанным на сочетании двух, трех и более изменений. Когда мы говорим «изобретатель совершает тысячу проб» – речь идет о разных пробах. Скажем, 900 безуспешных попыток решить задачу одним изменением прототипа, 90 безуспешных попыток найти подходящую комбинацию двух изменений и, наконец, 10 сочетаний трех изменений, одно из которых дало нужный результат. Если бы изобретатель продолжал генерировать только варианты, основанные на одном или двух изменениях, число неудачных вариантов можно было бы наращивать неограниченно.

Сила того или иного метода определяется не количеством генерируемых идей, а способностью выводить на нужные сочетания изменений. Поскольку сложных сочетаний изменений может быть чрезвычайно много, необходимы правила отбора, являющиеся основными механизмами каждого работоспособного метода. МФО и все его разновидности правил отбора не имеют.

Метод гирлянд, в отличие от обычного МФО, предусматривает многократное образование гирлянд, но качество полученных идей от этого не меняется.

3.2.2. Морфологический анализ

В современной форме морфологический анализ создан швейцарским астрофизиком Ф. Цвикки, который в 30-е гг. XX в. применил морфологический подход к решению астрофизических проблем и предсказал существование нейтронных звезд. В годы Второй мировой войны, когда Цвикки привлекли к американским ракетным разработкам, морфоанализ – уже вполне сознательно – был использован для решения технических задач. Сущность морфологического анализа заключается в стремлении систематически охватить все (или хотя бы все главнейшие) варианты, исключив влияние случайностей.

Прообразом морфологического анализа можно считать «Арс магна» – «Великое искусство» Раймонда Луллия (XIII в.).

Основная идея «Великого искусства» состоит в том, что структура любого знания определяется изначальными понятиями, категориями. Комбинируя эти понятия, можно вывести все знания о мире. Гегель пишет в «Средневековой философии»: «Луллий, таким образом, *систематичен*, но вместе с тем он становится *механичным*». Луллий строил приборы в виде концентрических кругов. На каждом круге были записаны определенные понятия. Вращая круги относительно друг друга, можно было получать различные высказывания и суждения. Сохранились рисунки этих приборов («фигур»). Наиболее крупной «фигурой» был прибор с 14 кругами. Диковинная машина как бы воплощала в себе некий всеобъемлющий ум, способный выразить в формализованных суждениях все, что можно знать обо всем на свете: она давала 18 квадриллионов сочетаний [11].

В простейшем случае морфологический анализ предусматривает построение двухмерной морфологической карты: выбирают две важнейшие характеристики технической системы, составляют по каждой из них список всевозможных видов и форм, а затем строят таблицу, осями которой являются эти списки.

Например, возьмем задачу о борьбе с примерзанием лыж. Чтобы освободить примерзшую лыжу, нужен, прежде всего, запас энергии. Составим список разных источников энергии, не предопределяя заранее, годится или нет тот или иной способ: электроаккумуляторы, взрывчатые вещества, горючие вещества, химические реактивы, гравитационные устройства, механические устройства (например, пружинные), пневмо- и гидроаккумуляторы, биоаккумуляторы (человек, животные), внешняя среда (ветер, волна, солнце). Далее запишем возможные формы воздействия на лыжи и лед: механическое ударное воздействие, вибрация, ультразвуковые колебания, встряхивание проводника при прохождении тока, взаимодействие с магнитным полем, световое излучение, тепловое излучение, непосредственный нагрев, обдув горячим газом или жидкостью, электроразряд. Если теперь построить таблицу, получится 81 вариант, каждый из которых заслуживает рассмотрения. Разумеется, таблицу нетрудно расширить.

Обычно для морфоанализа строят морфологический ящик, т. е. многомерную таблицу. Построение начинают с выбора главных характеристик – осей ящика. В качестве осей берут части объекта

или этапы процесса. Их обозначают А, Б, В... Записывают возможные альтернативы по каждой оси (элементы оси), например, А-1, А-2, А-3 и т. д. Затем строят морфологический ящик, например:

А-1, А-2, А-3, А-4, А-5;

Б-1, Б-2, Б-3, Б-4, Б-5, Б-6, Б-7;

В-1, В-2, В-3;

Г-1, Г-2, Г-3, Г-4, Г-5;

Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Д-5, Д-6, Д-7, Д-8.

Общее количество вариантов в таком ящике соответствует произведению количества элементов осей, в данном случае $5 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 8 = 4200$.

Самый трудный этап морфоанализа – выбор нужного сочетания. Правил отбора нет, поэтому действовать приходится наугад. Между тем, сильно сочетание «прячется» среди миллионов слабых и бессмысленных сочетаний. Длительные наблюдения за применением морфоанализа показали, что наиболее распространенная ошибка состоит в стремлении получать сочетания путем выбора на каждой оси наиболее «яркого», внешне привлекательного сочетания.

Разумнее действовать иначе: выбрать несколько главных элементов, а остальные подбирать так, чтобы они соответствовали, «подыгрывали» главным элементам. Фактически это означает возврат к применению двухмерной таблицы. Однако и применение двухмерных таблиц наталкивается на трудности: надо правильно выбрать ось, от чего зависит плодотворность сочетаний. В связи с этим возникает логический вопрос: нельзя ли построить универсальную таблицу, пригодную для морфологического анализа многих технических систем?

Такая таблица получила название *фантограмма* (предложена Г.С. Альтшуллером в 1970 г.), т. к. при обучении техническому творчеству она применяется в основном не для решения технических задач, а в упражнениях по развитию воображения. Вертикальной осью фантограммы служат следующие универсальные показатели, характеризующие любую систему – от часового механизма до человеческого общества:

- химический состав вещества;
- физическое состояние вещества;

- объект;
- элементы микроструктуры объекта (например, для дерева – клетка, для общества – человек);
 - надструктура (система, в которую входит объект, например, для дерева – лес);
 - направление развития;
 - воспроизведение;
 - энергопитание;
 - способ передвижения;
 - сфера распространения;
 - управление;
 - цель, назначение, смысл существования.

В качестве горизонтальной оси используют перечень приемов изменения:

- уменьшить;
- увеличить;
- объединить;
- разъединить;
- раздробить;
- заменить данное свойство «антисвойством»;
- ускорить;
- замедлить;
- сместить во времени назад;
- сместить во времени вперед;
- сделать свойства меняющимися во времени (а если они уже меняются, наоборот, сделать их постоянными);
 - отделить функцию от объекта;
 - изменить связь со средой (включая полную замену среды).

Из 144 сочетаний, даваемых фантограммой, обычно 60–70% имеют определенный смысл. В этом преимущество метода фантограммы по сравнению с обычным морфоанализом. Однако и здесь возможности весьма ограничены. Следовало бы увеличить число элементов по каждой оси, одновременно повысив их точность и конкретность, а следовательно, и определенность сочетаний. Но с увеличением числа элементов начинает снижаться доля осмысленных сочетаний, фантограмма теряет компактность и

удобство пользования. Тут мы сталкиваемся с явлением, характерным для всех методов перебора вариантов: **эти методы не имеют резервов развития**, они могут видоизменяться, но не развиваться, оставаясь в пределах исходного принципа.

3.2.3. Мозговой штурм

Существует несколько десятков разновидностей данного метода, но все они лишены красоты, присущей идее чистого мозгового штурма. Автор метода – А. Осборн. В основе его лежит четкая мысль: *процесс генерирования идей необходимо отделить от процесса их оценки*. При обсуждении задачи многие не решаются высказать смелые, неожиданные идеи, опасаясь насмешек, ошибок, отрицательного отношения руководителя и т. д. Если же такие идеи все-таки высказываются, их зачастую подвергают уничтожающей критике другие участники обсуждения: идеи гибнут, не получив развития.

А. Осборн предложил вести генерирование идей в условиях, когда критика запрещена и, наоборот, всячески поощряется каждая идея, даже шуточная и явно нелепая. Для этого отбирают небольшую и по возможности разнородную группу (6–8 человек) генераторов идей. В эту группу не включают руководителей, а сам процесс генерирования стремятся вести в непринужденной обстановке. Высказанные идеи записывают на магнитофон или в виде стенограммы. Полученный материал передают группе экспертов для отбора перспективных идей.

Что же дает такое разделение труда? По складу ума люди делятся на «фантазеров» и «скептиков». Разумеется, это условное деление, как и деление на четыре темперамента. Чаще встречаются смешанные типы. Но все-таки в группу генераторов идей всегда можно отобрать «почти фантазеров». Такой отбор плюс запрет на критику и требование подхватывать и развивать любые высказывания создают благоприятные условия для проявления смелых, нетривиальных идей: за 25–30 минут штурма набирается не менее 50 идей, из которых 10–15% (если взята посильная задача) не лишены смысла. Группа экспертов получает, во-первых, идеи, высказанные смело, до конца, без оговорок, а во-вторых, часть идей уже развита участниками штурма, получила хотя бы первоначальное подкрепление.

Интересна сама атмосфера штурма. В непринужденной обстановке группа не стесняющихся друг друга людей наперебой высказывают идеи. Существует только запрет на критику, запрещено и приводить доказательства, поэтому генерирование идей проходит в быстром темпе. В пиковые минуты «коллективного вдохновения» возникает своего рода ажиотаж, идеи выдвигаются как бы произвольно, прорываются и высказываются смутные догадки, предположения. Именно эти стихийно прорывающиеся идеи считаются наиболее ценной продукцией мозгового штурма.

Философская основа мозгового штурма – теория З. Фрейда. По Фрейду, сознание человека представляет собой тонкое и непрочное наложение над бездной подсознания. В обычных условиях мышление и поведение человека определяется в основном сознанием, в котором властвует контроль и порядок. Сознание «запрограммировано» привычными представлениями и запретами. Но сквозь тонкую корку сознания то и дело прорываются темные и грозные стихийные силы и инстинкты, бушующие в подсознании. Они толкают человека на нарушение запретов, нелогичные поступки. Поскольку для изобретения приходится преодолевать психологические запреты, обусловленные привычными представлениями о возможном и невозможном, нужно создать условия для прорыва смутных иррациональных идей из подсознания – такова философская концепция мозгового штурма.

Мозговой штурм, появившись в США, попал на хорошо подготовленную фрейдизмом почву. Первые 10–15 лет с ним связывались большие надежды, метод казался потенциально неограниченно сильным. Постепенно выяснилось, что мозговой штурм хорошо «берет» разного рода организационные задачи, например, рекламные, однако современные изобретательские задачи штурму не поддаются. Надежды, связанные с мозговым штурмом, не оправдались. Началась эпоха всевозможных видоизменений метода.

Существует десятка полтора разновидностей мозгового штурма: индивидуальный, парный, массовый, двух- и трехстадийный, поэтапный, конференция идей, «совещание пиратов», кибернетическая сессия и т. д., и т. п. Все эти методы слабее чистого мозгового штурма, поскольку попытки ввести управление в стихийный процесс генерирования идей пагубно сказываются на самом цен-

ном механизме штурма – создании условий для проявления иррациональных идей, спонтанно прорывающихся из подсознания.

3.2.4. Синектика

Единственной научной попыткой усовершенствовать мозговой штурм следует считать синектику, что означает в переводе с греческого «объединение разнородных элементов». Подразумевается нечто вроде того объединения, которое имело место при использовании метода фокальных объектов. Однако синектика отнюдь не сводится только к состыковыванию разнородных понятий.

Автор синектики У. Гордон (США) разработал метод в 50-е гг. XX в.

Вся «соль» мозгового штурма, вся его сила – в запрете на критику. Но здесь же и его слабость: для развития и видоизменения идеи нужно выявить ее недостатки, т. е. нужна критика. Гордон преодолел это противоречие путем формирования более или менее постоянных групп. Члены этих групп постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отвергает их предложения. Постоянные группы вообще имеют много преимуществ. Постепенно накапливается опыт решения задач. Можно совершенствовать состав группы, вводя новых участников. Растет взаимопонимание, идеи схватываются с полуслова.

Гордону удалось если и не преодолеть, то хотя бы смягчить и другое противоречие: он сумел несколько упорядочить процесс решения задачи, сохранив стихийность, присущую мозговому штурму. Руководитель синектической группы направляет процесс решения, призывая к поочередному использованию *аналогий*: это стимулирует генерирование идей и не стесняет свободу поиска.

Теоретические основы синектики, как и других методов активизации перебора вариантов, весьма несложны. По мнению Гордона, творческий процесс познаваем и поддается усовершенствованию. Надо изучать записи решения задач, надо регулярно тренироваться на самых различных задачах. Нечто подобное настойчиво повторяет в своих работах Осборн, но он ничего не говорит о механизмах решения. Получается так: каждый должен пытаться изобретать, все вещи поддаются улучшению, все зависит от вашей настойчивости и, конечно, от удачи. Гордон делает упор на

необходимость предварительного обучения, на существовании специальных приемов, на определенной организации процесса решения. В целом, это более глубокий, чем у Осборна, подход к проблеме.

По мнению Гордона, существует два вида механизмов творчества:

- *неоперационные* (в смысле «неуправляемые») – интуиция, вдохновение и т. д.;
- *операционные* – использование разного вида аналогий.

Нужно учить применению операционных механизмов, это обеспечивает повышение эффективности творчества и, кроме того, создает благоприятные условия для проявления неоперационных механизмов.

Гордон заметил, что очень многое зависит от понимания задачи: первоначальные условия не всегда ясны, нередко они подталкивают в неверном направлении. Поэтому процесс решения лучше начинать с уяснения и уточнения задачи: надо путем обсуждения перейти от начальной формулировки (проблема как она дана – ПКД) к рабочей формулировке (проблема как она понята – ПКП).

Например, была поставлена задача: предложить недорогой экспресс-метод обнаружения мест утечки воздуха в автомобильной шине (для контроля при изготовлении). В ходе обсуждения возникли три разные формулировки ПКП: 1) как найти место утечки; 2) как предсказать возможное расположение этих мест; 3) как найти способ самоустранения утечки. В сущности, здесь три разные задачи.

Для творческого процесса, пишет Гордон, очень важно умение превращать непривычное в привычное и, наоборот, привычное – в непривычное. Речь идет о том, чтобы за новой (а потому непривычной) проблемой, ситуацией увидеть нечто знакомое и, следовательно, решаемое известными средствами. С другой стороны, очень важен свежий взгляд на то, что уже стало привычным, давно примелькалось. Люди, писал Гордон, получают наследство из замороженных слов и способов понимания, придающих окружающей действительности удобную привычную форму, но от этого наследства нужно отказываться.

Рабочими механизмами для выработки свежего взгляда на задачу являются следующие виды аналогий:

- 1) *прямая* – любая аналогия, например, из природы;
- 2) *личная* (эмпатия) – попытка взглянуть на задачу, отождествив себя с объектом и войдя в его образ;
- 3) *символическая* – нахождение краткого символического описания задачи или объекта;
- 4) *фантастическая* – изложение задачи в терминах и понятиях сказок, мифов, легенд.

Руководитель синектического штурма поочередно напоминает о разных видах аналогий, предлагает использовать соответствующие приемы. Например, для применения символических аналогий ищут название книги (из двух слов), в парадоксальной форме характеризующее суть задачи или объекта. Так, при решении одной задачи, связанной с мрамором, для слова «мрамор» было найдено словосочетание «радужное постоянство». Гордон спросил человека, предложившего это словосочетание, почему он так охарактеризовал мрамор. Ответ был такой: «Отшлифованный мрамор (не белый, конечно) многоцветен. Он весь в узорах очень ярких, напоминающих радугу. Но все эти узоры постоянны». Другие примеры символической аналогии: видимая теплота (пламя), энергичная незначительность (ядро атома), взвешенная неразбериха (раствор), надежная прерывистость (храповой механизм).

Гордон правильно выбрал метод исследования: изучение записей решения реальных изобретательских задач. Но при этом все внимание было сосредоточено на действиях человека, а дело во все не в них. Технические объекты развиваются закономерно, и действия изобретателя успешны только тогда, когда они вольно или невольно изменяют объект в том направлении, в каком идет развитие. В частности, технические объекты становятся идеальнее, т. е. действие, во имя которого существует объект, все в большей и большей степени осуществляется само по себе (действие становится больше, а объекта – меньше). Это – всеобщая закономерность. Незачем прибегать к аналогиям, метафорам, незачем надеяться на иррациональные факторы, незачем привлекать игру слов, чтобы натолкнуться на формулировку «действие осуществляется само собой». Такая формулировка должна быть за-

программирована в любом процессе решения, и не в общем виде, а много более конкретно – с указанием части объекта, к которой она относится, и с точным определением физического действия.

Синектика – предел того, что можно достичь, сохраняя принцип перебора вариантов. Во всяком случае, синектика близка к такому пределу. Если сравнить метод фокальных объектов с примитивным воздушным шаром, то синектика – дирижабль. Беда не в том, что дирижабль недостаточно совершенен, воздухоплавание – вообще тупиковый путь. Завоевание воздушного океана требует принципиально иных средств, нужны принципиально новые летательные аппараты.

3.2.5. Метод контрольных вопросов

Использование аналогий в синектике можно рассматривать как применение наводящих вопросов, правда, довольно однообразных. Но список вопросов может быть значительно расширен. Такие списки существуют, их применение для активизации перебора вариантов получило название метода контрольных вопросов (МКВ) или метода наводящих вопросов.

Разными авторами и в разное время предлагались самые различные списки. Приведем список А. Осборна, состоящий из девяти групп вопросов:

- 1) как по-новому применить объект;
- 2) как упростить объект;
- 3) как модифицировать объект;
- 4) что можно увеличить в объекте;
- 5) что можно уменьшить;
- 6) что можно заменить;
- 7) что можно преобразовать;
- 8) что можно перевернуть наоборот;
- 9) какие возможны комбинации элементов объекта.

Каждая из этих групп включает 5–10 вопросов. Так, в четвертую группу входят вопросы: что можно увеличить в техническом объекте; что можно присоединить; возможно ли увеличение времени службы, воздействия; увеличить частоту, размеры, прочность; дублировать; повысить качество; присоединить новый ингредиент; возможны ли мультипликации рабочих органов, пози-

ций и других элементов; возможно ли преувеличение, гиперболизация элементов или всего объекта.

МКВ внутренне противоречив. Хороший список должен быть возможно более полным и подробным, но чем полнее становится список, тем яснее видно, что все вопросы можно заменить одним универсальным правилом: «настойчиво перебирай *любые* варианты». В сущности, списки контрольных вопросов просто подталкивают изобретателя, тормозят, не дают остановиться. Годен любой вопрос – лишь бы он давал возможность перебирать еще серию вариантов. Это хорошо видно на вопросах одного из лучших списков, составленных английским изобретателем Т. Эйлоартом. Вот некоторые из этих вопросов:

- набросать фантастические, биологические, экономические, молекулярные и другие аналогии;
- попробовать различные виды материалов и энергии;
- узнать мнение некоторых совершенно неосведомленных людей;
- устроить «сумбурное» групповое обсуждение, выслушать каждую идею без критики;
- попробовать «национальные» решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское;
- бродить среди стимулирующей обстановки: на свалках лома, в технических музеях, в магазинах дешевых вещей;
- определить идеальное решение и т. д.

Работая «чистым» методом проб и ошибок, способный и настойчивый изобретатель сам себе задает подобные вопросы, даже не зная о существовании МКВ. Поэтому в списке Т. Эйлоарта (да и в других) нет откровений. Некоторое полезное воздействие МКВ основано на психологическом влиянии: есть список, есть вопросы – это подталкивает продолжать перебор вариантов, не дает возможности остановиться.

Есть наводящие вопросы, которые ведут в правильном направлении при решении любых задач. Но практический результат даже таких вопросов незначителен. Возьмем, например, вопрос из списка Эйлоарта об идеальном решении. Технические объекты, развиваясь, становятся идеальнее. Это – универсальный закон, и

напоминание об идеальном решении всегда подталкивает мысль в правильном направлении. А дальше? Как конкретно представить идеальное решение? Как, скажем, выглядит идеал парусного корабля – судно с множеством парусов, что-то вроде сверхклипера, или судно вообще без парусов?.. Нужны правила, позволяющие для каждой задачи формировать образ идеального решения, а таких правил в МКВ нет. Это относится ко всем вопросам. Самое же главное – не «что», а «как»: как правильно построить аналогию, как правильно заменить материал, как правильно «перевернуть наоборот» и т. д. Никакие списки этого не объясняют.

МКВ имеет и другой принципиальный недостаток: вопросы относятся к одиночным изменениям объекта. Между тем, для решения мало-мальски сложных задач нужна комбинация изменений. Не просто «расплавить» или «перевернуть наоборот», а «расплавить и одновременно перевернуть расплав наоборот». Списки, включающие такие комбинации, практически составить невозможно, они получились бы чрезвычайно громоздкими. Если же попытаться их как-то сжать, свернуть, мы приходим к морфологическому ящику.

Классификация наиболее часто используемых методов поиска технических решений приведена на рис. 3.1.

3.2.6. Прочие методы

Выше рассмотрены основные методы активизации перебора вариантов. Они граничат друг с другом, кое-где даже пересекаются, но, в общем, это разные методы. Наряду с этими «чистыми» разновидностями, существуют всевозможные видоизменения и комбинации. Все они значительно слабее чистых методов.

Прежде всего необходимо отметить, что пять основных методов нередко встречаются под другими названиями. Так, Д. Джонс метод контрольных вопросов описал под названием *метода ликвидации тупиковых ситуаций*. Знакомство с основными методами позволяет легко распознавать, что скрыто под тем или иным «псевдонимом».

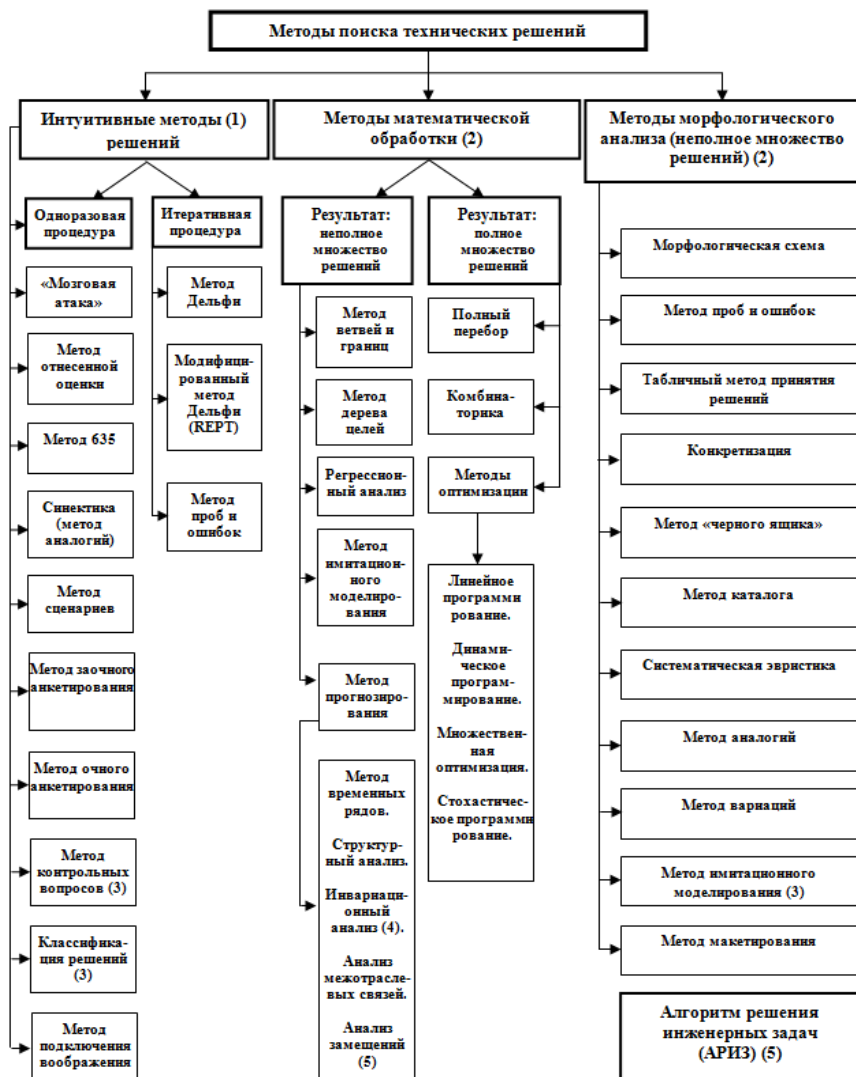


Рис. 3.1. Классификация методов поиска решений

1 – пригодны для противоречивых решений; 2 – пригодны для компромиссных решений; 3 – частный случай метода системных решений; 4 – метод экстраполяции; 5 – самостоятельный метод

Часто приходится сталкиваться с комбинациями основных методов. Примером может служить метод *психоэвристической активизации*, разработанной в Институте кибернетики Грузии под руководством А.В. Чавчанидзе в 80-х гг. XX в. Первоначально схема метода была такой: два человека – ведущий и испытуемый – ведут диалог; ответы испытуемого анализирует ЭВМ, подсказывающая ведущему вопросы, которые следует задавать. Требовать от ЭВМ того времени такой работы – было совершенно нереально. И вскоре в описании метода вместо ЭВМ стал фигурировать комплект перфокарт. Выяснилось, однако, что перфокарты не нужны, так как слишком мало имеется наводящих вопросов. В конце концов просто применили список контрольных вопросов, а вместо двух человек к обсуждению привлекли группу. В результате получилось сочетание мозгового штурма (или синектического заседания) с методом контрольных вопросов. Такое сочетание ослабляет оба метода. Мозговой штурм требует предельной раскованности; применение же вопросника, введение в группу экспертов и оппонентов, одновременное участие в штурме руководителей и подчиненных – все это целиком исключает свободное генерирование случайных и полусознанных идей, т. е. то, во имя чего и осуществляется штурм. По сути это – обычное групповое обсуждение.

Порой комбинирование метода бывает весьма многослойным. Такова, например, *стратегия семикратного поиска*, предложенная Г.Я. Бушем. Первоначально эта стратегия основывалась на «магическом» числе семь: процесс решения делился на семь стадий, использовались семь ключевых вопросов и т. д. [17] В дальнейшем схема была изменена: действия на каждой стадии рекомендовалось вести по таблицам, дающим наводящие вопросы, причем в качестве вопросов выступали отдельные методы, например, составление морфологических матриц, использование метода фокальных объектов (гирлянды ассоциаций), организация творческих дискуссий и изобретательских игр, проведение «диких» экспериментов и т. д. Г.Я. Буш неоднократно описывал стратегию семикратного поиска, но никогда не приводил никаких примеров решения задач с помощью такой стратегии.

3.3. Выводы

Мысль о необходимости создания эффективных методов решения творческих задач высказывалась давно, по крайней мере, со времен древнегреческого математика Паппа, в сочинениях которого впервые встречается слово «эвристика». Однако только в 40-х гг. XX в. стало очевидно, что создание таких методов не только желательно, но и необходимо. Появление методов активизации перебора вариантов – знаменательная эпоха в истории человечества. Впервые была доказана на практике возможность – пусть в ограниченных пределах – управлять творческим процессом. Осброн, Цвикки, Гордон показали, что способность решать творческие задачи можно и нужно развивать посредством обучения. Был подорван миф об «озарении», не поддающемся управлению и воспроизведению.

Методы активизации перебора вариантов представляют собой усовершенствование метода проб и ошибок. Поэтому возможности развития этих методов крайне невелики: МФО, например, несколько раз менял название, но сущность его оставалась неизменной. Не было сколько-нибудь значительных изменений и в других методах. За многие годы применения этих методов прогресс выразился только в механическом увеличении числа процедур. Одни и те же действия в МФО или мозговом штурме предлагается повторять дважды и трижды. Полной неудачей закончилась и попытка как-то объединить, скомбинировать методы активизации или их элементы. Теперь уже совершенно ясно, что в чистом виде методы активизации работают лучше, чем в различных комбинациях.

Методы активизации перебора вариантов можно сравнить с воздушными шарами: подобно тому, как воздушные шары позволили впервые оторваться от земной поверхности, методы активизации впервые показали возможность усиления интеллектуальных операций при решении творческих задач. Но завоевание воздушного океана стало возможным только с появлением принципиально нового летательного аппарата – самолета, точно так и освоение безбрежного «творческого пространства» требует средств, принципиально отличающихся от методов активизации.

Технические системы развиваются закономерно. Закономерности эти познаваемы, их можно использовать для сознательного совершенствования старых и создания новых технических систем, превратив процесс решения изобретательских задач в точную науку развития технических систем. Здесь проходит граница между методами активизации перебора вариантов и современной теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ) [6].

Методы активизации появились примерно в одно время с ТРИЗ. Простые и не требующие разработки, эти методы получили довольно широкое распространение. Их легко приняли: они не меняли основу старой технологии, не требовали коренной ломки старых взглядов. На определенном этапе распространение методов активизации помогло и распространению ТРИЗ.

В конце XX в. противники ТРИЗ отрицали какое бы то ни было вмешательство в «сокровенный творческий процесс». Сегодня ТРИЗу противопоставляются методы активизации перебора вариантов. Исход этого противоборства предрешен. К участию в техническом творчестве ныне привлечены огромные массы людей. Отказ от кустарного метода проб и ошибок и переход к принципиально иной технологии совершенствования технических систем – это историческая необходимость.

3.4. Упражнения и задачи

3.4.1. Придумать новую игрушку, используя метод фокальных объектов. Хорошие игрушки просты (волчок, мяч, кукла и т. д.), поэтому игрушек со встроенными ЭВМ не предлагать.

Должна быть запись решения: что взято в качестве фокального объекта, что взято в качестве случайных объектов и т. д.

3.4.2. Предположим, что вы пишете рассказ, который должен начинаться словами «Взошла луна». Нужно придумать свежее определение слову «луна». Багровая, золотая, большая и т. д. – все это было множество раз. Нужно найти что-то новое.

Конечно, определение зависит от ситуации, с которой начинается рассказ (в хорошем рассказе о войне луна не такая, как в рассказе о любви). Можно взять любую исходную ситуацию или придумать ее после того, как найдется определение луны. Усло-

вием задачи требуется только первая фраза плюс краткое выяснение ситуации.

Разрешается дать определение не к слову «луна», а к «взошла», причем не одной фразой, а больше, лишь бы был результат – новое и яркое определение луны. Впрочем, вместо луны можно взять горы, лес, море и др. Желательно не относить место действия к другим планетам, пусть имеется в виду наше время и наша Луна.

При решении задачи надо обязательно использовать метод фокальных объектов. Первоначальные его шаги (выбор случайных объектов, составление списка их признаков, перенос признаков на фокальный объект) – это только вступление. Главное – развитие первоначальной идеи.

3.4.3. Составить морфологическую карту, где на одной оси будет перечень наук (не менее 20 названий), а на другой – тот же перечень. Каждая клетка даст одну науку, приходящуюся на стыке двух других (например, геохимия, астрофизика и т. д.). Среди сочетаний, которые можно получить с помощью такой карты, будут уже известные науки (например, физическая химия) и науки, которые пока неизвестны.

Задание: подобрать новую науку и попытаться ее обосновать: чем она должна заниматься, почему раньше ее не было, что может дать такая наука и т. д.

Можно построить морфологическую карту с разными осями, например, на одной оси – названия наук, на другой – различные объекты (галактика, звезда, планета, клетка, молекула, атом...). Вторая ось может основываться и на других принципах (перечень искусств, перечень агрегатных состояний вещества и т. д.). Суть задачи – смело экспериментировать, подбирая интересную вторую ось. Надо только, чтобы на выходе была «продукция» – новая, оригинальная наука.

Придумать с помощью морфологической карты интересное сочетание нетрудно, сложнее – додумать его. Самые интересные сочетания на первый взгляд кажутся дикими, бессмысленными. Нужно додумать выбранные комбинации, преодолевая определенную психологическую инерцию. Поэтому не следует спешить с этой задачей, а решать ее в несколько приемов.

3.4.4. Дождь, снег, град, эхо, полярная радуга и т. д. – реальные природные явления. Нужно придумать фантастическое природное явление, такое, чтобы оно было не менее интересным и впечатляющим.

Для решения задачи надо использовать морфоанализ, сначала разобраться, что такое природное явление, дать «формулу» природного явления вообще. Все это поможет составить морфотаблицу. Пусть в таблице сначала будут только две оси, и в их числе – известные природные явления. Можно посмотреть, подсказывает ли таблица новые явления. Когда она будет готова (не исключено, что в ходе работы придется менять оси, чтобы таблица начала «работать»), можно ввести еще несколько осей.

Из всего этого надо «выжать» всего одно, но впечатляющее фантастическое природное явление, кратко описать его, указать отличительные особенности.

3.4.5. Используя фантограмму, придумать фантастическое транспортное средство (для перемещения человека или груза). Прототип – реальное транспортное средство. Применить один из универсальных показателей, например, энергопитание, воспроизведение или физическое состояние вещества, и какой-либо прием его изменения, например, «сделать свойства меняющимися во времени» или «заменить данное свойство антисвойством».

4. ОСНОВНЫЕ ИДЕИ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ



ТРИЗ – теория решения изобретательских задач – область знаний, исследующая механизмы развития *технических систем* с целью создания практических методов решения *изобретательских задач*. Цель ТРИЗ: выявление и использование законов, закономерностей и тенденций развития технических систем.

Появление ТРИЗ было вызвано потребностью ускорить изобретательский процесс, исключив из него элементы случайности: внезапное и непредсказуемое озарение, слепой перебор и отбрасывание вариантов, зависимость от настроения и т. п. Кроме того, целью ТРИЗ является улучшение качества и увеличение уровня изобретений за счет снятия психологической инерции и усиления творческого воображения.

Автор ТРИЗ – Генрих Саулович

Альтшуллер

Г.С. Альтшуллер (1926–1998) начал изобретать с раннего возраста. В 17 лет он получил свое первое авторское свидетельство (9 ноября 1943 г.), а к 1950 г. число изобретений перевалило за десять. Широко распространено мнение, что изобретения приходят неожиданно, с озарением, но Альтшуллер, будучи ученым и инженером, задался целью выявить, как делаются изобретения, и есть ли у творчества свои закономерности. Для этого он за период с 1946 по 1971 гг. исследовал свыше 40 тысяч патентов и авторских свидетельств, классифицировал решения по 5 уровням изобретательности и выделил 40 стандартных приемов, используемых изобретателями. В сочетании с алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ), это стало ядром ТРИЗ.



Работа над ТРИЗ была начата Г.С. Альтшуллером и его коллегами в 1946 г. Первая публикация в 1956 г. – это технология творчества, основанная на идее о том, что *«изобретательское творчество связано с изменением техники, развивающейся по определенным законам»* и что *«создание новых средств труда должно, независимо от субъективного к этому отношения, подчиняться объективным закономерностям»*.

Основные функции ТРИЗ:

1. Решение творческих и изобретательских задач любой сложности и направленности без перебора вариантов.
2. Прогнозирование развития технических систем (ТС) и получение перспективных решений (в том числе и принципиально новых).
3. Развитие качеств творческой личности.

Вспомогательные функции ТРИЗ:

1. Решение научных и исследовательских задач.
2. Выявление проблем, трудностей и задач при работе с техническими системами и при их развитии.
3. Выявление причин брака и аварийных ситуаций.
4. Максимально эффективное использование ресурсов природы и техники для решения многих проблем.
5. Объективная оценка решений.
6. Систематизирование знаний любых областей деятельности, позволяющее значительно эффективнее использовать эти знания и на принципиально новой основе развивать конкретные науки.
7. Развитие творческого воображения и мышления.
8. Развитие творческих коллективов.

ТРИЗ не является строгой научной теорией. ТРИЗ представляет собой обобщенный опыт изобретательства и изучения законов развития науки и техники.

В результате своего развития ТРИЗ вышла за рамки решения изобретательских задач в технической области и сегодня используется также в нетехнических областях (бизнес, искусство, литература, педагогика, политика и др.).

4.1. Изобретательская ситуация и изобретательская задача

Когда техническая проблема встает перед изобретателем впервые, она обычно сформулирована расплывчато и не содержит в себе указаний на пути решения. В ТРИЗ такая форма постановки называется *изобретательской ситуацией*. Главный ее недостаток в том, что перед инженером оказывается чересчур много путей и методов решения. Перебирать их все трудоемко и дорого, а выбор путей наудачу приводит к малоэффективному методу проб и ошибок.

Рассмотрим некоторые особенности изобретательских задач на конкретном примере.

Ситуация. При выплавке чугуна в домнах образуется расплавленный шлак (температура около 1000 °С), который сливают в ковши, установленные на железнодорожных платформах, и увозят на шлакоперерабатывающие установки. Шлак, залитый в ковш, охлаждается, на его поверхности появляется твердая корка. Чтобы вылить шлак из ковша, в корке с помощью специального копрового устройства пробивают два отверстия. Однако отверстия эти приходится делать не у самого края ковша, поскольку ковш имеет конусную корку, и шлак может находиться на разных уровнях, а корка шлака имеет разную толщину. В результате затвердевания часть шлака остается в ковше, его неполный слив приводит к потерям примерно трети шлака. Приходится сооружать специальные эстакады, где выбивают затвердевший в ковшах шлак, сливают остатки жидкого, охлаждают водой, грузят на самосвалы и увозят в отвалы, громоздящиеся вокруг завода.

Из описания ситуации неясно, какую задачу выбрать. В условиях приведенной задачи нет традиционного требования об усовершенствовании конкретных показателей, технологии и т. д., но именно эта незавершенность и делает формулировку задачи сравнительно корректной – в той мере, в какой это возможно для изобретательских задач. Действительно, дополнить условия задачи можно самыми различными требованиями: механизировать выбивку твердого шлака, усовершенствовать копровое пробивное устройство и т. д.

Обычно цель задачи привязывают к наиболее «большому» месту, в данном случае это может быть выбивка затвердевшего шлака

из ковшей – тяжелая и малопроизводительная работа, осуществляемая вручную, т. е. нужно предложить более эффективный способ очистки ковшей. Однако нет никакой уверенности в том, что именно такая постановка задачи приведет к наилучшему решению. Более того, нет гарантии, что эта формулировка не приведет в тупик.

Чтобы избежать сужения задачи или, наоборот, постановки задачи в излишне широком виде, необходимо начинать с формулировки, охватывающей иерархическую группу задач – без указания, какую именно задачу в этой группе надо решать. Такую исходную формулировку мы будем называть *изобретательской ситуацией*. Она охватывает не менее трех-четырёх иерархических уровней. Так, в ситуации с перевозкой шлака упомянуты: выплавка чугуна, утилизация шлака, перевозка жидкого шлака в ковшах, пробивка отверстий в шлаковой корке. Каждый уровень (кроме высшего для этой ситуации уровня – производства чугуна) представлен несколькими системами одного ранга, поэтому число объектов, которые могут быть изменены для получения нового и положительного эффекта, оказывается весьма большим. Еще больше число изменений в каждом объекте.

Поэтому первый шаг на пути к изобретению – переформулировать ситуацию таким образом, чтобы сама формулировка отсекала бесперспективные и неэффективные пути решения. При этом возникает вопрос, какие решения эффективны, а какие – нет?

Г.С. Альтшуллер предположил, что самое эффективное решение проблемы – такое, которое достигается «само по себе», только за счет уже имеющихся ресурсов. Таким образом он пришел к формулировке идеального конечного результата (ИКР): «Некий элемент (X-элемент) системы или окружающей среды *сам* устраняет вредное воздействие, сохраняя способность выполнять полезное воздействие».

На практике идеальный конечный результат редко достижим полностью, однако он служит ориентиром для изобретательской мысли. Чем ближе решение к ИКР, тем оно лучше.

Получив инструмент отсеечения неэффективных решений, можно переформулировать изобретательскую ситуацию в стандартную *мини-задачу*: «*согласно ИКР, все должно остаться так, как было, но либо должно исчезнуть вредное, ненужное качество,*

либо появиться новое, полезное качество». Основная идея мини-задачи в том, чтобы избежать существенных (и дорогих) изменений и рассматривать в первую очередь простейшие решения.

Формулировка мини-задачи способствует более точному описанию задачи:

- Из каких частей состоит система, как они взаимодействуют?
- Какие связи являются вредными, мешающими, какие – нейтральными, и какие – полезными?
- Какие части и связи можно изменять, и какие – нельзя?
- Какие изменения приводят к улучшению системы, и какие – к ухудшению?

Далее решение задачи осуществляется на основе применения алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ).

4.2. Алгоритм решения изобретательских задач

Первые модификации алгоритма решения изобретательских задач появились в 50-е гг. XX в. С тех пор АРИЗ систематически совершенствуется: каждая его модификация в широких масштабах испытывается на практике, случаи «сбоев» тщательно изучаются, в текст АРИЗ вносятся коррективы – и очередная модификация АРИЗ вновь подвергается испытаниям [2].

4.2.1. Части АРИЗ

В каждой модификации АРИЗ имеются три составные части.

I. Основу АРИЗ составляет программа последовательных операций по выявлению и устранению противоречий. Программа позволяет шаг за шагом переходить от ситуации к задаче, затем к модели задачи и анализу физических противоречий. В программе – в самой ее структуре и правилах по выполнению отдельных операций – отражены объективные законы развития технических систем.

II. Поскольку программу реализует человек, необходимы *средства управления психологическими факторами*: нужно гасить психологическую инерцию и стимулировать работу воображения. Значительное психологическое воздействие оказывает само существование и применение АРИЗ: работа по программе придает уверенность, позволяет смелее выходить за пределы узкой специ-

альности и, главное, все время ориентирует работу мысли в наиболее перспективном направлении. Но нужны (тем более при решении особо нестандартных задач) и конкретные операторы эвристического типа, форсирующие воображение. В сущности, в глубине этих операторов тоже «спрятаны» объективные закономерности развития технических систем, только закономерности эти еще не вполне ясны. По мере развития АРИЗ психологические операторы превращаются в точные операторы преобразования задачи.

III. АРИЗ должен быть снабжен обширным и в то же время компактным *информационным фондом*. Основные составляющие этого фонда: приемы, стандарты и физические эффекты и явления. Список приемов преодоления типовых противоречий в АРИЗ-71 включал 40 укрупненных приемов (вместе с подприемами – около 100). Фонд таких приемов – вместе со специально подобранными примерами и таблицей применения приемов при устранении типичных технических противоречий – довольно сильный решающий аппарат. Не случайно в Болгарии эти материалы изданы отдельной книгой. Однако для решения сложных задач нужно сочетание приемов, и чем оно сложнее (иногда оно включает и физэффекты), тем отчетливее привязано к определенному классу задач. В АРИЗ-77 сложные сочетания приемов были представлены в виде двух отдельных массивов – типовых моделей и стандартов. Ныне эти массивы объединены в единую систему стандартов. Стандарты вобрали и некоторые сочетания приемов с физическими эффектами, но освоение огромного фонда физэффектов только начинается. Сам по себе их перечень, как бы он ни был велик, мало что дает изобретателю: при решении сложных задач физэффекты применяются в сочетании с приемами, вся «хитрость» именно в сочетании. Наиболее сильные сочетания могут и должны постоянно пополнять фонд стандартов.

4.2.2. Законы развития технических систем

Анализ патентных материалов позволил выявить ряд важнейших законов развития технических систем. Первая группа этих законов (законы статики) относится к критериям жизнеспособности новых технических систем.

Необходимыми условиями принципиальной жизнеспособности технической системы являются:

- 1) наличие и хотя бы минимальная работоспособность ее основных частей;
- 2) сквозной проход энергии через систему к ее рабочему органу;
- 3) согласование собственных частот колебаний (или периодичности действия) всех частей системы.

Законы эти элементарны и очевидны, если речь идет о живых системах. Однако при создании и совершенствовании технических систем законы весьма часто нарушаются. Примером может служить уже упоминавшееся изобретение на способ измерения давления газа в баллонах электрических ламп. По этому способу баллон разбивают, газ пропускают в мерный сосуд, а затем, измеряя изменение давления в мерном сосуде, вычисляют давление, которое было в разбитой лампе. Авторы этого изобретения впоследствии получили ряд других авторских свидетельств: совершенствовались все части устройства, кроме одной – «разбивательной». Но поскольку эта часть оставалась плохой, вся система оставалась плохой, негодной.

Задача. По конвейеру движутся одна за другой металлические детали, похожие на кнопки: круглая пластинка размером с гривенник, а в центре – стержень высотой 5 мм. У одних «кнопок» стерженьки тупые, у других – острые. Нужно автоматизировать разделение «кнопок» по этому признаку. Способ должен быть простым и надежным.

Это типичная задача на синтез измерительной системы. Измерение, как и изменение, всегда связано с преобразованием энергии. Но в задачах на изменение необходимость преобразования энергии видна намного отчетливее, чем при решении задач на измерение. Поэтому, если применить закон о сквозном проходе энергии, ясно, что энергия должна проходить сквозь основание «кнопки» и стерженек, а затем поступать на измерительный прибор. При этом между острием стерженька и входом измерительного прибора желательно иметь свободное пространство (воздушный промежуток), чтобы не затруднять движение «кнопок». Цепь – «кнопка – острие стерженька – воздух – вход прибора» может быть легко реализована, если энергия электрическая, и она

же значительно труднее реализуется при использовании других видов энергии. Следовательно, надо рассмотреть процесс в потоке электрической энергии и то, в каких случаях ток зависит от степени заостренности стерженька, контактирующего с воздухом. Такая постановка вопроса в сущности содержит ответ на задачу: надо использовать коронный разряд, величина тока в котором прямо зависит (при прочих равных условиях) от радиуса кривизны (т. е. от степени заостренности) электрода.

Существуют и некоторые другие закономерности статики, которые пока еще не сформулированы достаточно четко. Таков, например, «принцип соответствия», по которому оптимальные размеры рабочего органа системы должны быть того же порядка (или на один-два порядка меньше), что и размеры обрабатываемой области изделия. Здесь ясно видна некоторая неопределенность: в каких случаях размеры должны быть равны, а в каких должны быть на два порядка меньше? Пока удалось только подметить, что в измерительных задачах почти всегда размеры инструмента (точнее, рабочих частей, рабочих частиц) примерно на два порядка меньше размеров измеряемого объекта.

Вторая группа законов развития технических систем (законы кинематики) характеризует направление развития независимо от конкретных технических и физических механизмов этого развития.

Развитие всех технических систем:

- 1) идет в направлении увеличения степени идеальности;
- 2) проходит неравномерно – через возникновение и преодоление технических противоречий, причем чем сложнее система, тем неравномернее и противоречивее развитие ее частей;
- 3) возможно до определенного предела, за которым система включается в надсистему в качестве одной из ее частей; при этом развитие на уровне системы резко замедляется или совсем прекращается, заменяясь развитием на уровне надсистемы.

Существование технической системы – не самоцель. Система нужна только для выполнения какой-то функции (или нескольких функций). Система идеальна, если ее нет, а функция осуществляется. Конструктор подходит к задаче так: «Нужно осуществить то-то и то-то, следовательно, понадобятся какие-то механизмы и устройства». Правильный изобретательский подход выглядит со-

вершенно иначе: «Нужно осуществить то-то и то-то и сделать это необходимо, не вводя в систему новые механизмы и устройства». Примером может служить решение задачи о шлаке: жидкий шлак сам себя защищает от теплопотерь с помощью «крышки» из шлаковой пены. Крышка есть (т. е. пена шлака играет роль крышки) и крышки нет (как специального объекта, который надо опускать и поднимать).

При решении задач перебором вариантов сознательное стремление к идеальному объекту встречается крайне редко. Но повышение степени идеальности систем – закон. К ответу, повышающему степень идеальности, приходят на ощупь после того, как отброшено множество «пустых» проб.

Сильным приемом в решении изобретательских задач является выявление противоречий в существующих объектах. О технических противоречиях мы уже говорили (см. гл. 2). Здесь следует уточнить и развить некоторые моменты.

Существуют противоречия *административные* (АП): нужно что-то сделать, а как сделать – неизвестно. Такие противоречия отражают лишь сам факт возникновения изобретательской задачи, точнее – изобретательской ситуации. Они автоматически даются вместе с ситуацией, но ни в какой мере не способствуют продвижению к ответу.

Технические противоречия (ТП) отражают конфликт между частями или свойствами системы (или «межранговый» конфликт системы с надсистемой, системы с подсистемой). Изобретательской ситуации присуща группа ТП, поэтому выбор одного противоречия из этой группы равносителен переходу от ситуации к задаче. Существуют типовые ТП, например, в самых различных отраслях техники часто встречаются ТП типа «вес – прочность», «точность – производительность» и т. п. Типовые технические противоречия и преодолеваются типовыми приемами. Путем анализа многих тысяч изобретений (преимущественно 3–4-го уровней) удалось составить списки таких приемов. Более того, были составлены таблицы применения этих приемов в зависимости от типа противоречий. Поэтому ТП обладают определенной эвристической ценностью: зная ТП, можно по таблице выйти на нужную группу приемов. Однако при решении сложных задач такой путь не всегда оказывается эффективным, поскольку многое оста-

ется неопределенным: неизвестно, какой именно прием из группы надо использовать, к какой части конфликтующей пары отнести этот прием, как именно его применить (например, дробление) в обстоятельствах данной задачи. Положение осложняется еще тем, что решения многих сложных задач связаны с использованием определенных сочетаний нескольких приемов (или сочетаний приемов и физэффектов). Поэтому анализ задач необходимо вести глубже, выявляя физическую суть ТП.

Физические противоречия (ФП) – конечная стадия анализа ТП.

ТП представляет собой конфликт двух частей системы; для перехода к ФП необходимо выделить одну часть, а в этой части одну зону, к физическому состоянию которой предъявляются взаимопротиворечивые требования. Формулируется ФП так: «данная зона должна обладать свойством А (например, быть подвижной), чтобы выполнять какую-то функцию, и свойством не-А (например, быть неподвижной), чтобы удовлетворять условиям задачи».

«Физичность» ФП, четкая локализация и предельная обостренность самого конфликта (быть А и не быть А) придают ФП высокую эвристическую ценность. Если ФП сформулировано правильно, задачу – даже сложную – можно считать в значительной мере решенной. Дальнейшее продвижение не вызывает принципиальных трудностей (хотя и требует обширного и сконцентрированного информационного аппарата, например, свода физических эффектов и явлений).

Задача. Имеется установка для испытания длительного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрываемую металлическую камеру. На дно камеры устанавливают образцы (кубики). Камеру заполняют агрессивной жидкостью, создают необходимые температуру и давление. Агрессивная жидкость действует не только на кубики, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Приходится изготавливать камеру из благородных металлов, что чрезвычайно дорого. Как быть?

Перед нами изобретательская ситуация с четко видимым административным противоречием: нужно как-то снизить стоимость системы, а как именно – неизвестно. В системе три части:

камера (т. е. корпус камеры, стенки), жидкость и кубик (достаточно рассмотреть один).

Соответственно имеются три пары частей: 1) камера – жидкость; 2) камера – кубик; 3) жидкость – кубик. Конфликтующими являются только первая и третья пары. Нетрудно заметить: для возникновения конфликта нужно взаимодействие частей пары. Между камерой и образцом нет конфликта, поскольку нет взаимодействия. Две конфликтующие пары – это две разные изобретательские задачи со своими техническими противоречиями. Какую из них выбрать?

Предложенная задача проста: ее можно решить перебором вариантов (хотя реально ее впервые решили по АРИЗ, а до этого применяли дорогостоящую облицовку, считая это неизбежным). Перебрав достаточно много вариантов, можно перейти от идеи защиты стенок к идее вообще обойтись без них. Это равносильно переходу к паре «кубик – жидкость». Правила выбора пары, основанные на законах развития технических систем, дают то же самое, но без «пустых» проб. Общее правило, вытекающее из закона повышения степени идеальности, гласит: в пару должны входить изделие и часть инструмента, которая непосредственно ведет обработку изделия. Смысл правила: инструмент тем идеальнее, чем его меньше (при сохранении эффективности), значит, надо рассматривать только изделие и рабочую часть инструмента, как будто всего остального вообще нет. Тем самым мы от задачи переходим к ее модели. В данном случае модель выглядит так: кубик и вокруг него агрессивная жидкость. Реально этого не может быть – жидкость прольется. *Модель задачи* – это мысленная условная схема задачи, отражающая структуру конфликтного участка системы.

Переход от задачи к модели задачи облегчает выявление физического противоречия. При этом следует использовать правило: менять надо не изделие, а входящую в модель часть рабочего органа системы (изменение изделия может вызвать острые противоречия в нескольких этажах иерархии систем). Инструмент в задаче – жидкость. Эта жидкость должна свободно «висеть» вокруг кубика, чтобы шли испытания, и не должна свободно висеть вокруг кубика, чтобы не растекаться. Такая формулировка отсекает все мысленные варианты, кроме двух (в дальнейшем, используя

специальные методы, мы увидим, что существует еще один неочевидный вариант): 1) жидкость заменена вязким веществом типа пластилина и 2) жидкость удерживается самим кубиком (для чего он должен быть сделан полым). Явно предпочтительнее последний вариант: он не связан с опасностью изменения жидкости.

4.2.3. Применение алгоритма решения изобретательских задач

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – это основной инструмент ТРИЗ. АРИЗ – последовательность взаимосвязанных логических и эвристических шагов, в ходе которых осуществляется постановка задачи, выявление противоречия в ней, поиск идеи, разрешающей это противоречие, а также оценка и развитие найденной идеи.

Вопрос эффективности обучения решению изобретательских задач с применением АРИЗ – это особый вопрос. Здесь проявляется некоторый парадокс. С одной стороны, логика АРИЗ понятна практически всем и прогресс в решении учебных задач достигается практически всегда. С другой стороны, следовать этой логике при решении реальных задач удается далеко не каждому. Главная причина этого явления – психологическая. Многим логика АРИЗ представляется не вполне удобной для мышления. Особенно это заметно в отношении опытных разработчиков и конструкторов, у которых уже сложились собственные представления о подходах к решению творческих задач. Требуются усилия, чтобы заставить себя мыслить категориями АРИЗ.

Правила АРИЗ

1. АРИЗ – инструмент мышления, а не *заменитель* мышления. Не спешите, тщательно обдумывайте формулировку каждого шага, обязательно записывайте все соображения, возникшие по ходу решения задачи.

2. АРИЗ – инструмент для решения нестандартных задач. Проверьте: может быть, ваша задача решается уже знакомыми методами.

3. В АРИЗе источником *психологической инерции* служит привычная техническая терминология, которая мешает представить задачу в идеальном (нематериальном) виде. Поэтому при поста-

новке задачи нужно указывать не то, что нужно сделать, а тот нежелательный эффект, который необходимо устранить.

Понятие о техническом противоречии основано на том, что всякая техническая система, машина или процесс характеризуется комплексом взаимосвязанных параметров: вес, мощность и т. д. Попытка улучшить один параметр при решении задачи известными способами неизбежно приводит к ухудшению какого-либо другого параметра. Так, увеличение прочности конструкции может быть связано с недопустимым увеличением веса, увеличение производительности – с недопустимым ухудшением качества, повышение точности – с недопустимым увеличением расходов и т. д.

Смысл АРИЗ состоит в том, чтобы путем сравнения идеального и реального выявить техническое противоречие или его причину – физическое противоречие – и устранить (разрешить) их, перебрав относительно небольшое число вариантов.

Суть метода АРИЗ и состоит в том, чтобы, сравнив идеальное и реальное состояния объекта, выявить техническое противоречие или его причину – физическое противоречие и устранить (разрешить) их с помощью алгоритма уже существующей последовательности действий при решении подобных поисковых задач. Сравнение ИКР с реальным техническим объектом позволяет выявить техническое противоречие, которое требуется разрешить (устранить).

На рис. 4.1 приведена схема алгоритма решения изобретательских задач.

АРИЗ содержит 9 шагов:

Шаг 1 – описание ситуации без постановки задачи.

Шаг 2 – формулирование модели ситуации (выявляется суть задачи).

Шаг 3 – определяется техническое противоречие.

Шаг 4 – формулируется идеальный конечный результат (ИКР).

Шаг 5 – определяется физическое противоречие (ФП).

Шаг 6 – предлагается способ разрешения физического противоречия.

Шаг 7 – вводятся ограничения на реализацию нового объекта.

Шаг 8 – формируется изобретательская идея решения задачи.

Шаг 9 – разрабатывается технический проект нового объекта.

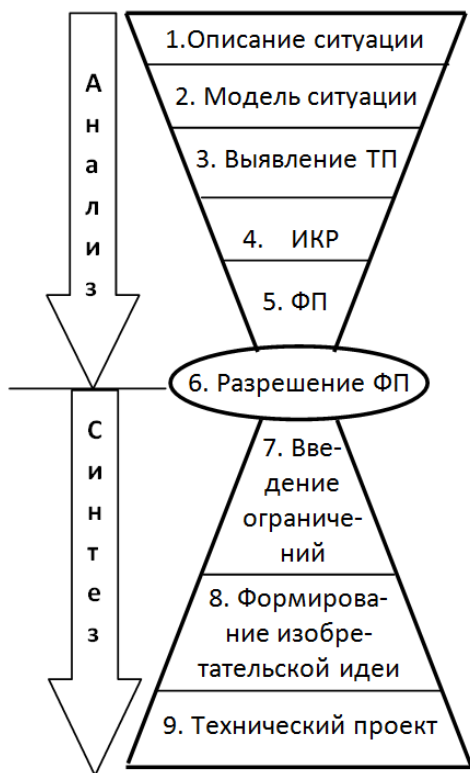


Рис. 4.1. Схема АРИЗ

Пример применения АРИЗ.

1. Описание ситуации.

На заводе, производящем трубную продукцию, изготавливают бесшовные толстостенные трубы. Для этой технологии применяют косовалковый стан, который вращает раскаленную цилиндрическую заготовку и одновременно перемещает ее в осевом направлении. Заготовка натывается на острие длинной неподвижной рапиры, которая формирует вдоль оси заготовки продольное отверстие. Продукция завода была востребована заказчиками, которых устраивало качество труб. Но появился заказ, который требовал повышенной точности, связанной с уменьшением раз-

ностенности труб, уменьшением отклонения толщины в диаметральном направлении.

2. Формирование модели ситуации, выявления сути задачи.

В качестве контактирующих элементов принимается заготовка и рапира. В качестве аналогии можно привести образ вареной макаронины, в которой пытаются спицей проткнуть продольное отверстие.

3. Определение технического противоречия.

Здесь в качестве конфликтующих частей системы можно принять мягкую заготовку и жесткую рапиру. Техническое противоречие заключается в том, что увеличение точности продукции ведет к усложнению системы ориентации острия рапиры в заготовке.

4. Формулировка идеального конечного результата (ИКР).

Заготовка сама, не увеличивая сложности системы рапирной обработки, ориентирует острие рапиры так, чтобы достичь поставленного результата.

5. Определение физического противоречия (ФП).

Для достижения ИКР заготовка должна быть мягкой, чтобы рапира могла проникать внутрь, и должна быть жесткой, чтобы острие рапиры не отклонялось от оси. Аналог: если спицу вводить в центр вареной макаронины, в которой имеется центральное отверстие, то спица не будет отклоняться от оси.

6. Преодоление физического противоречия.

Для преодоления физического противоречия, которое предъявляет противоречивые требования к одному и тому же объекту (заготовка должна быть мягкой и заготовка должна быть твердой), можно применить один из нескольких методов:

а. Разделение противоречивых свойств в пространстве.

б. Разделение противоречивых свойств во времени.

в. Разделение противоречивых свойств путем использования переходных состояний, при которых сосуществуют или попеременно появляются противоположные свойства.

г. Разделение противоречивых свойств перестройкой структуры: частицы выделенной зоны наделяются имеющимся свойством, а вся выделенная зона в целом наделяется требуемым (конфликтующим) свойством.

Из предлагаемых методов разрешения физических противоречий путем последовательного применения их на данном объекте выбираем метод, описанный в п. а – разделение противоречивых свойств в пространстве. Так, заготовка должна быть мягкой в зоне ее контакта с рапирой, а поверхность заготовки должна быть твердой, что необходимо для точного направления острия рапиры вдоль центра заготовки.

7. Введение ограничений на реализацию достигнутого разрешения противоречивых свойств. Реализация данного проекта не должна усложнять систему, должна быть недорогой в реализации, не требовать больших технических и временных затрат.

8. Формирование изобретательской идеи решения задачи. Задача – как реализовать требование обеспечения мягкого материала внутри заготовки и твердого снаружи? К этому ведут несколько идей:

1) Нагревать заготовку токами высокой частоты, тогда в центре заготовки температура будет больше, поскольку меньше отток тепла, чем на поверхности.

2) Нагревать заготовки прежним способом, а поверхность потом охлаждать.

Из условий, сформулированных в п. 7, наиболее соответствует им вторая изобретательская идея.

9. Разработка технического проекта. Выбранная в п. 8 идея может быть легко реализуема путем охлаждения водой поверхности раскаленной заготовки. Для этого надо спроектировать систему подвода воды и распыления ее на поверхность заготовки. С этой работой справится даже начинающий конструктор.

4.3. Упражнения и задачи

4.3.1. Ловля рыбы в местах ее большого скопления – истинное удовольствие. Такими местами являются лагуны, выходящие к морю, где есть прекрасные условия для разведения рыбы. Но подрастая, рыба уходит из лагуны в море. С незапамятных времен рыбаки используют разные способы, чтобы удержать рыбу: ставят сети, используют приманки, засаживают выход живым растительным забором. Но если выход из лагуны в море составляет

десятки километров, сети или живой забор уже не поставишь, чтобы не затруднить судоходство. Как быть?

4.3.2. Г. Федосеев в книге «Злой дух Ямбуя» рассказывает о старом охотнике, с которым случилась беда – он оглох. В тайге это верная смерть. Чтобы собака обнаружила зверя, ее надо отпустить, но ее лай охотник не услышит. Собаку надо видеть, а для этого держать при себе. Противоречие!

Карарбах (так звали охотника) голодал, думал и наконец придумал, что делать. Что?

4.3.3. Гирлянды высоковольтных изоляторов на воздушных линиях передач надо периодически очищать от загрязнения, так как возможен пробой. Как это можно делать?

4.3.4. Завод получил заказ на изготовление больших стеклянных фильтров в виде цилиндров высотой 2 м. Вдоль фильтра должны были идти сквозные ровные капиллярные отверстия – несколько десятков на квадратный сантиметр. Как сделать такую работу?

4.3.5. Недалеко от нового жилого массива оказался молодой лесок из красавиц елочек. Перед Новым годом неминуемо нашествие браконьеров. Что сделать, чтобы сохранить красоту?

4.3.6. Известен способ механического перемешивания расплавленной стали в шлаке. Способ состоит в том, что мешалку, сделанную из той же стали, опускают в ванну и придают мешалке возвратно-поступательное движение. Недостаток – быстрое расплавление мешалки. Сделать мешалку из тугоплавкой стали или титана – дорого, из керамики – плохо, так как такая мешалка быстро разрушится, появятся ненужные примеси. Как быть?

По условиям задачи нужно сохранить прототип: перемешивание мешалкой. Требуется найти решение и его методологическое обоснование.

4.3.7. В крыле самолета расположен бак с горючим. Нужен способ, позволяющий определять количество горючего при любых положениях самолета. Как быть?

Найти конкретное решение задачи.

4.3.8. Для изготовления изделий из порошков используют магнито-импульсное прессование. Внутри цилиндрического индуктора находится цилиндрическая медная оболочка. Внутри оболочки – порошок. При разрядке батареи конденсаторов в индук-

торе протекает кратковременный сильный ток. Под действием магнитных сил в медной цилиндрической оболочке возникают большие усилия, оболочка деформируется, сжимается и прессует порошок. Потом, однако, возникает необходимость снять медную оболочку, вдавленную в порошок, а сделать это трудно, так как оболочка плотно сцеплена с поверхностью порошковой трубки. Иногда приходится даже прибегать к электрохимическому удалению медной оболочки. Как быть?

Дать ответ и его методическое обоснование.

4.3.9. Устройство правильной вентиляции помещений для содержания скота требует учитывать, как движутся потоки воздуха внутри этих помещений. Продувка моделей не решает проблемы, нужны исследования в естественных условиях. Помещения же, о которых идет речь, – большие, и исследования в них затруднены. Способ должен быть удобным, точным, производительным.

4.3.10. Художник решил написать картину на тему: «Бесконечность Вселенной». Нужна идея – что и как изобразить, чтобы чувствовались безграничность космоса, его непостижимые расстояния.

4.3.11. На заводе, выпускающем сельскохозяйственные машины, был небольшой полигон для испытания машин на трогание с места и развороты. Завод получил заказ на поставку продукции в 40 стран. Выяснилось, что нужно проводить испытания на 150 видах почв. Чем больше полигонов – тем надежнее испытания. Но с увеличением числа полигонов резко возрастает стоимость испытаний и, следовательно, стоимость продукции. Как быть?

4.3.12. Спортивный катамаран представляет собой два поплавка, соединенных площадкой, на которой стоит спортсмен. Чем больше расстояние между поплавками, тем устойчивее катамаран. Однако при опрокидывании (переворачивании) катамаран – именно из-за своей высокой устойчивости – не может быть без посторонней помощи возвращен в первоначальное положение. Как быть?

4.3.13. В стекольном цехе дозирочное устройство печи, где варится стекло, выпускает порцию стекла, которая в виде капли вытекает из него и с помощью стального резака отделяется от массы. Но резак оставляет следы на мягком стекле, которые снижают качество изделия. Как быть?

4.3.14. Куски чистого металлического натрия надо перемещать по открытому конвейеру. Однако натрий чрезвычайно активен: он самовоспламеняется, соединяясь с кислородом и влагой воздуха. Создать в цехе инертную атмосферу сложно. Покрывать натрий защитным веществом недопустимо. Как быть?

4.3.15. После окончания фонтанного режима нефтедобычи применяют механизированные методы нефтеизвлечения с использованием насосного оборудования. Это увеличивает себестоимость нефти, снижает доход от продажи ее на рынке. Какие методы поднятия нефти из скважины можете предложить, используя современные физические эффекты, для уменьшения стоимости нефтеизвлечения?

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтов Г.С. И тут появился изобретатель. М.: Дет. лит., 1987. 126 с.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Моск. рабочий, 1973. 296 с.
3. Альтшуллер Г.С. Крылья для Икара: Как решать изобретательские задачи / Г.С. Альтшуллер, А.Б. Селюцкий. Петрозаводск: Карелия, 1980. 224 с.
4. Альтшуллер Г.С. Найди идею: Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986. 209 с.
5. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. Воронеж: Центр.-чернозем. кн. изд-во, 1964. 240 с.
6. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. 184 с.
7. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. Психология изобретательского творчества // Вопросы психологии. 1956. № 6. С. 37–49.
8. Бородастов Г.В., Альтшуллер Г.С. Теория и практика решения изобретательских задач. М.: ЦНИИАтоминформ, 1980. 92 с.
9. Буш Г.Я. Рождение изобретательских идей. Рига: Лиесма, 1976. 127 с.
10. Гегель. Соч.: В 4 т. М.: Наука, 1929. Т. 1. С. 28–29.
11. Гутер Р.С., Полунов Ю.Г. Луллий, или Машина Открытий // Химия и жизнь. 1979. № 9. С. 74–77.
12. Дункер К. Проблемы мышления. М.: Прогресс, 1965.
13. Ильенков Э.В. Диалектическая логика. М.: Мысль, 1974. С. 249–268.
14. Кант И. Соч.: В 6 т. М.: Мысль, 1966. Т. 1. С. 466.
15. Кедров Б.И. О творчестве в науке и технике. М.: Мол. гвардия, 1987. 192 с.
16. Маркс К. Соч.: В 24 т. / К. Маркс, Ф. Энгельс. М.: Мысль, 1967. Т. 20. С. 14.
17. Методологические основы научного управления изобретательством / Г.Я. Буш. Рига: Лиесма, 1974. С. 46–52.
18. Половинкин А.И. Методы инженерного творчества. Волгоград: ВолгПИ, 1984. 68 с.
19. Профессия – поиск нового / Г.С. Альтшуллер, Б.С. Злотин, В.А. Филатов. Кишинев: Карта Молдованескэ, 1985. 196 с.

20. Психология изобретательского творчества / А.В. Антонов. Киев: Вища школа, 1978. 175 с.
21. Шеменев Г.И. Философия и технические науки. М.: Наука, 1979.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Плакаты и раздаточный материал

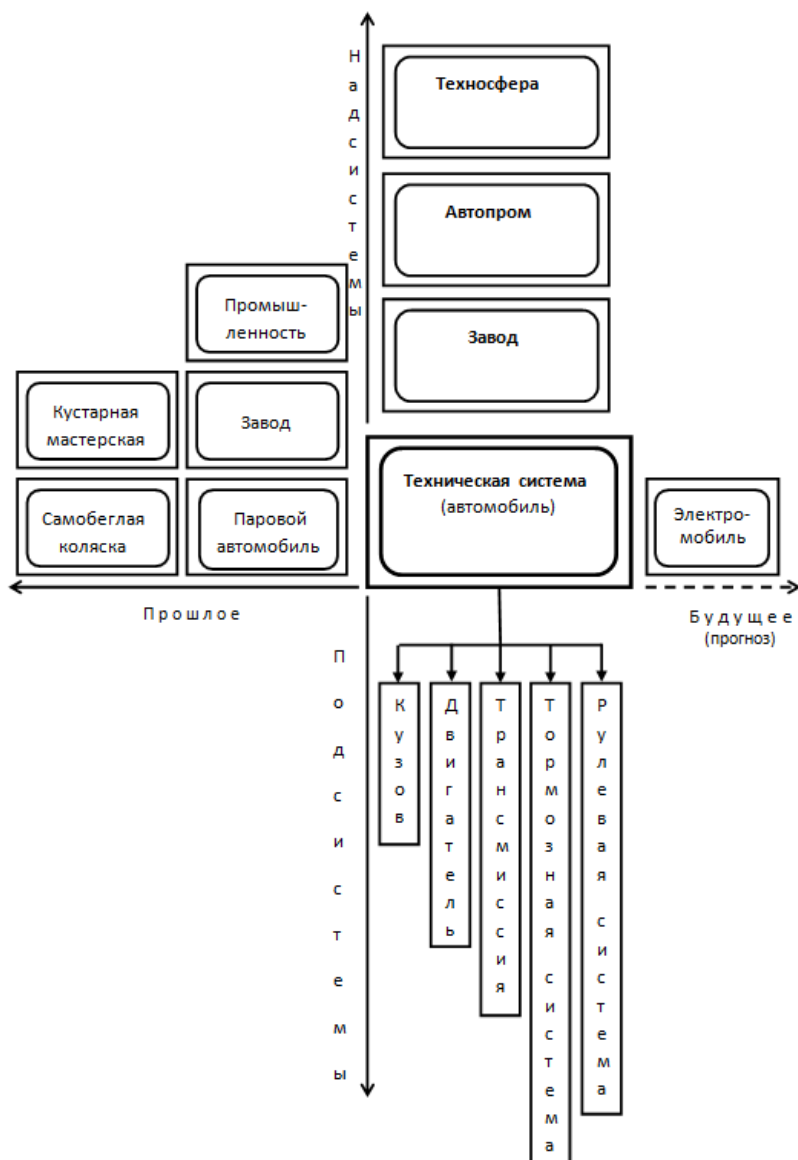
Приложение 1

ИЕРАРХИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ранг ТС	Название системы	Пример	Аналоги в природе
1	Техносфера	Техника+люди+ресурсы+система потребления	Биосфера
2	Техника	Все отрасли технической деятельности	Фауна
3	Отрасль техники	Все виды транспорта	Тип
4	Объединение (отрасль)	Авиация, автотранспорт, железная дорога	Класс
5	Предприятие	Завод, метро, аэропорт	Организм
6	Агрегат	Локомотив, вагоны, рельсы	Органы тела (сердце, легкие и пр.)
7	Машина	Автомобиль, трамвай	Клетка
8	Неоднородный механизм, преобразующий энергию из одного вида в другой	Генератор, двигатель внутреннего сгорания	Молекула ДНК, РНК, АТФ
9	Однородный механизм, преобразующий энергию без изменения ее вида	Винтовой домкрат, зубчатая передача	Молекула гемоглобина, способная транспортировать кислород
10	Узел	Ось и два колеса (появляется способность качения)	Сложные молекулы полимеров

11	Пара деталей	Винт и гайка, ось и подшипник	Молекула, образованная разными атомами: C_2H_5OH
12	Неоднородная деталь (при разделении об- разует неодина- ковые части)	Шуруп, болт, гвоздь	Несимметричная углеродистая цепь: $\begin{array}{c} \text{с} \\ \\ -\text{с}-\text{с}-\text{с}-\text{с}- \end{array}$ (фуллерены)
13	Однородная деталь (при разделении об- разует одинако- вые части)	Проволока, балка	Углеродистая цепь: $-\text{с}-\text{с}-\text{с}-\text{с}-\text{с}-\text{с}-$ (фракталы)
14	Неоднородные вещества	Сталь, сплавы	Смеси, растворы: (воздух, морская вода)
15	Однородное вещество	Химически чистое железо	Простое вещество: (кислород, азот)

ПОЛИЭКРАННОЕ ВИДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

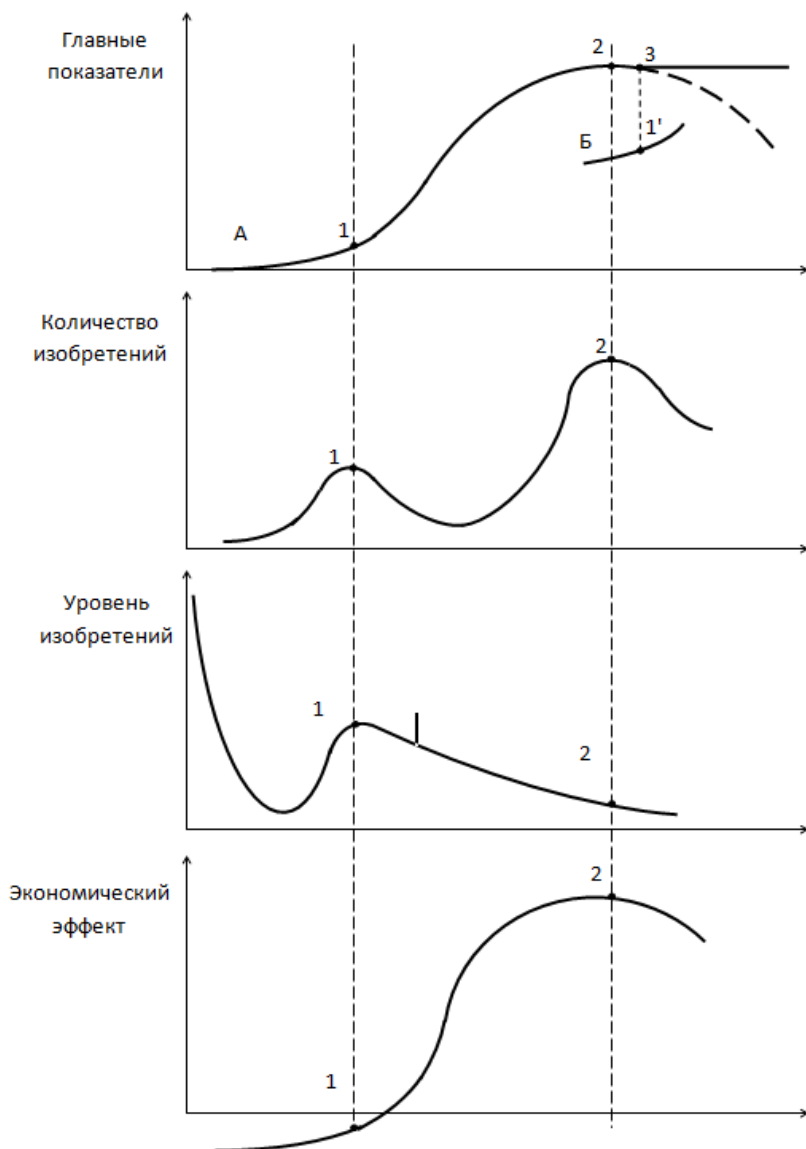


УРОВНИ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Уровень изобретения	Изменяемый параметр	Эквивалентное количество вариантов	Знания, используемые при изменении объекта	Примеры
5	Крупнейшие изобретения, создающие новые отрасли техники	10^5 и более	Наука	Самолет, радио, кино, лазер
4	Крупные изобретения. Синтезируется новая техническая система	10^4	Несколько разделов науки	Двигатель внутреннего сгорания, реактивный двигатель
3	Средние изобретения, противоречия разрешаются полным или частичным изменением одного из элементов	10^3	Раздел науки	Маятниковый часовой механизм
2	Мелкие изобретения, технические противоречия устраняются известными в отрасли способами	10^2	Отраслевые	Шахтерская ацетиленовая лампа
1	Мельчайшие изменения, не связанные с разрешением технических противоречий	10	Узко-специальные	Замена пайки сваркой в лампах накаливания

Изобретение – результат преодоления технического противоречия

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ



ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Законы статики

1. Наличие хотя бы минимальной работоспособности ее основных частей.
2. Сквозной проход энергии через систему к ее рабочему органу.
3. Согласование собственных частот колебаний (или периодичности действия) всех частей системы.

Законы динамики

1. Развитие ТС идет в направлении увеличения степени идеальности.
2. Развитие ТС происходит неравномерно – через возникновение и преодоление технических противоречий, причем чем сложнее система, тем неравномернее и противоречивее развитие ее частей.
3. Развитие ТС возможно до определенного предела, за которым система включается в надсистему в качестве одной из ее частей. При этом развитие на уровне системы резко замедляется или совсем прекращается.

Примечание: идеальная машина та, которой не существует, а ее функции выполняются.

ВИДЫ ПРОТИВОРЕЧИЙ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

1. Административные противоречия (АП): нужно что-то сделать, а как – неизвестно.
2. Технические противоречия (ТП) отражают конфликт между частями или свойствами системы (или «межранговый» конфликт системы с надсистемой). Например: «вес – прочность», «точность – производительность» и т. п.

3. Физические противоречия (ФП) – взаимопротиворечивые требования, предъявляемые к физическому состоянию одной из частей системы (зоны). Например, «данная зона должна обладать свойством А (например, быть подвижной, чтобы выполнять какую-то функцию), и свойством не-А – быть неподвижной, чтобы удовлетворять требованиям задачи».

Изобретение как акт мышления – это мысленное установление новых связей между известными элементами мира

Приложение 7

Кто ищет, вынужден блуждать
В. Гете

ОЦЕНКА ТВОРЧЕСКОГО УРОВНЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Определение степени изменения объекта при переходе от прототипа к новому решению. Для этого необходимо выявить сравнимые элементы в прототипе и новом решении путем разложения на функции: главные (ГФ), основные (ОФ) и вспомогательные (ВФ). Количество выявляемых функций – от 1 до 10 в каждом из видов.

2. Изменение каждой из функций оценивается в баллах от 1 до 5 (0 означает отсутствие изменений). Результаты заносятся в таблицу:

Функция	Прототип (описание функции)	Новое решение (описание функции)	Баллы от 0 до 5
ГФ1			
ГФ2			
ОФ1			
ОФ2			
ВФ1			
ВФ2			

3. Подставляя результаты оценки изменений в баллах в формулу, определяют значение общего творческого уровня изобретения (ТУР):

$$TYP = \frac{30Г\Phi 1 + 29Г\Phi 2 + \dots + 20O\Phi 1 + 19O\Phi 2 + \dots + 10B\Phi 1 + 9B\Phi 2 + \dots}{20N},$$

где N – число членов суммы числителя.

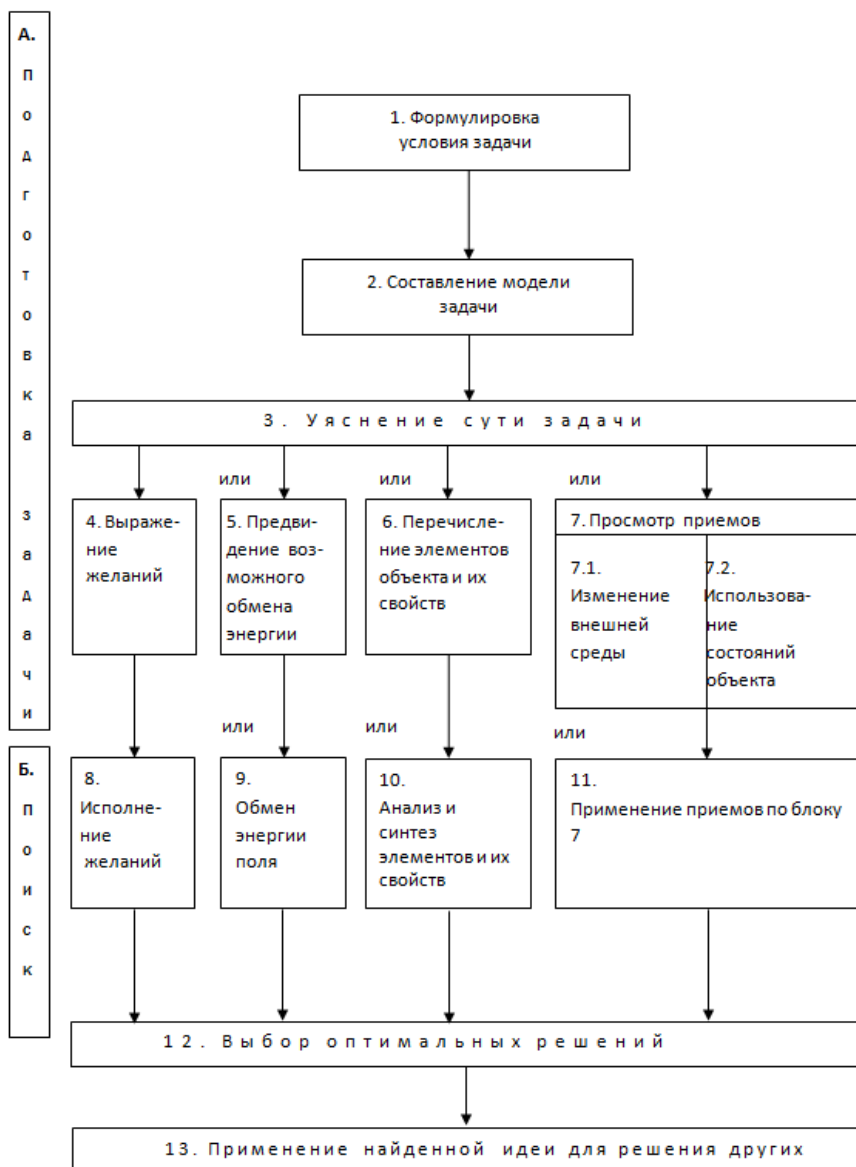
Приложение 8

СУБЪЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ФАНТАСТИЧЕСКОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Вид произведения (рассказ, роман, кино, его название, автор)

Объект оценки	Модель объекта	Уровень фантазии (баллы от 1 до 5)
1. Фантастическая идея:		
▪ место действия;		
▪ ландшафт;		
▪ свойства, явления		
2. Литературная ценность:		
▪ язык;		
▪ образы;		
▪ занимательность		
3. Животный мир:		
▪ облик, строение;		
▪ среда обитания;		
▪ инстинкты		
4. Человековедение:		
▪ стиль изложения;		
▪ характеры;		
▪ интеллект		
5. Внутренняя логика событий		
6. Общее впечатление (среднее арифметическое баллов оценки уровня фантазии)		

БЛОК-СХЕМА ПОИСКА ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ИДЕЙ



МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ ПЕРЕБОРА ВАРИАНТОВ (интенсификация МПиО)

«Базовые» методы

1. Метод фокальных объектов.
2. Морфологический анализ.
3. Мозговой штурм.
4. Синектика.
5. Метод контрольных вопросов и многие другие (более 30).

МЕТОД ФОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. В «фокусе» рассмотрения – объект, который необходимо усовершенствовать.
2. Из любого источника выбирают названия 4–6 случайных объектов.
3. Составляют перечень свойств (5–8 наименований) каждого случайного объекта.
4. Каждое свойство применяют к «фокальному» объекту.
5. Полученные сочетания развивают, пользуясь ассоциациями.

Примечание: метод дает простые изменения, преимущественно одинарные. Применяется только для начальных упражнений по развитию воображения.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Метод создан швейцарским астрофизиком Ф. Цвикки в 30-е гг. XX в. Суть метода – систематический охват всех главных вариантов, исключив влияние случайности. Прообразом морфологического анализа можно считать «Арс магна» – «Великое искусство» Раймонда Луллия (XIII в.), реализованного в виде прибора с 14 окружностями, на периферии которых написаны определенные понятия. Перемещая окружности относительно друг друга, можно было получать различные суждения, всего 18 квадриллионов

сочетаний. Автором предложен «морфологический ящик» в виде таблицы, содержащей перечень частей совершенствуемого объекта и варианты их исполнения:

Виды исполне ния Части объекта	Металли- ческий	Неметалли- ческий	Жидкий	Газообраз- ный
Корпус				
Вал				
Передача				
Привод				

Самый трудный этап морфоанализа – выбор нужного сочетания

Приложение 12

МОЗГОВОЙ ШТУРМ

Автор метода – А. Осборн (США). Суть метода – процесс генерирования изобретательских идей необходимо отделить от процесса их оценки.

Философская основа мозгового штурма – теория З. Фрейда о преодолении психологических запретов для прорыва иррациональных идей из подсознания.

Процесс мозгового штурма проводится в два этапа:

I этап – генерирование идей по предлагаемой задаче (основное условие – отсутствие критики).

II этап – экспертный анализ полученных идей.

В первом этапе участвуют люди различных профессий, некоторые из них вообще не представляют себе сути задачи. Создается непринужденная обстановка, позволяющая раскрепостить образное мышление.

Во втором этапе собираются специалисты в той области, к которой принадлежит задача. Экспертиза ведется с учетом развития

идей, высказанных неспециалистами. В случае отсутствия приемлемого решения штурм повторяется.

Недостатки метода – он хорошо «берет» организационные задачи, например, рекламные, однако современные изобретательские задачи штурму не поддаются.

Приложение 13

СИНЕКТИКА

Синектика – попытка усовершенствования мозгового штурма. В переводе с греческого – «объединение разнородных элементов».

Автор метода – У. Гордон (США), разработка 50-х гг. XX в.

Суть – использование аналогий: это стимулирует генерирование идей и не стесняет свободу поиска.

Рабочие механизмы выработки свежего взгляда на следующие аналогии:

- 1) **прямая** – любая аналогия, например, из природы;
- 2) **личная** (эмпатия) – попытка взглянуть на задачу, отождествляя себя с объектом и войдя в его образ;
- 3) **символическая** – нахождение краткого символического описания задачи или объекта;
- 4) **фантастическая** – изложение задачи в терминах и понятиях сказок, мифов, легенд.

Руководитель синектического штурма поочередно напоминает о разных видах аналогий, предлагает использовать соответствующие приемы.

Синектика – предел того, что можно достичь, сохраняя принцип перебора вариантов.

МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

Назначение списков контрольных вопросов – активизация перебора вариантов. Существует множество списков различных авторов.

Список А. Осборна состоит из 9 групп вопросов:

1. как по-новому применить объект;
2. как упростить объект;
3. как модифицировать объект;
4. что можно увеличить в объекте;
5. что можно уменьшить;
6. что можно заменить;
7. что можно преобразовать;
8. что можно перевернуть наоборот;
9. какие возможны комбинации элементов объекта.

Каждая из этих групп включает 5–10 вопросов.

Вопросы, составленные английским изобретателем Т. Эйлоартом:

- набросать фантастические, биологические, экономические, молекулярные и другие варианты;
- попробовать различные виды материалов и энергии;
- узнать мнение некоторых совершенно неосведомленных людей;
- устроить «сумбурные» групповые обсуждения, выслушать каждую идею без критики;
- попробовать «национальные» решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское;
- бродить среди стимулирующей обстановки: на свалках лома, в технических музеях, в магазинах дешевых вещей;
- определить идеальное решение и т. д.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (АРИЗ)

Алгоритм решения изобретательских задач основан на управлении психологическими факторами: нужно гасить психологическую инерцию и стимулировать работу воображения.

АРИЗ содержит 9 шагов:

Шаг 1 – описание ситуации без постановки задачи.

Шаг 2 – формулирование модели ситуации (выявляется суть задачи).

Шаг 3 – определяется техническое противоречие.

Шаг 4 – формулируется идеальный конечный результат (ИКР).

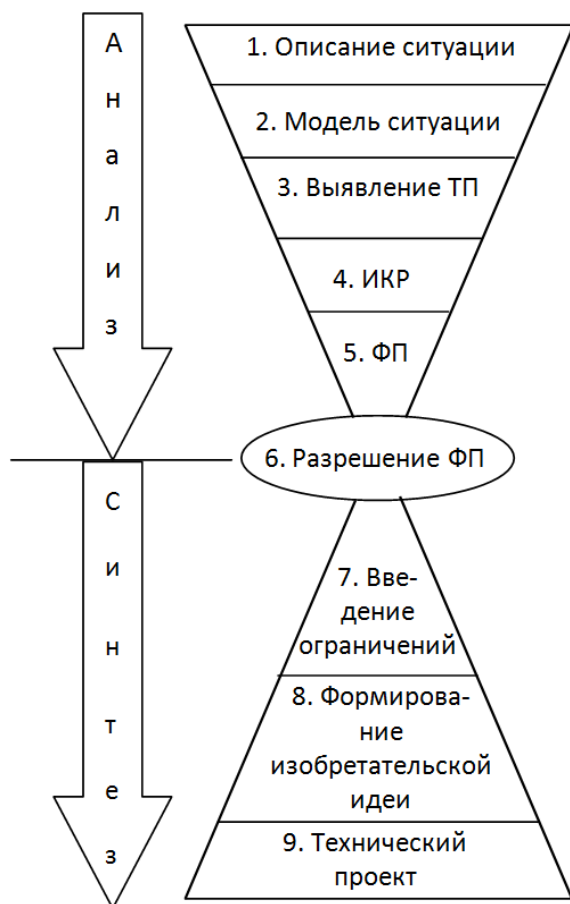
Шаг 5 – определяется физическое противоречие (ФП).

Шаг 6 – предлагается способ разрешения физического противоречия.

Шаг 7 – вводятся ограничения на реализацию нового объекта.

Шаг 8 – формируется изобретательская идея решения задачи.

Шаг 9 – разрабатывается технический проект нового объекта.



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Подготовка описания бизнес-идеи для инвестора

Ничего нет в мире сильнее
идей, их время пришло.

В. Гюго

Трудно не согласиться с высказыванием Виктора Гюго по поводу своевременно появившихся в мире идей. Однако прежде всего необходимо ответить на два вопроса:

- Как искать идеи?
- Как определить, удачны ли они?

Исследования показывают, что большая часть новых успешных бизнес-идей появляется у людей, которые к тому времени много лет занимались научно-исследовательской и инновационной деятельностью.

С появлением гениальной бизнес-идеи процесс не заканчивается, он только начинается. Многие из основателей фирм изначально увлечены своей идеей и недопонимают того, что она в лучшем случае является точкой отсчета в долгом пути развития. Необходимо подвергнуть бизнес-идею тщательной проверке: ориентирована ли она на потребности покупателей; достаточно ли имеется потребителей; достаточно ли большой рынок?

Так же необходимо заблаговременно начинать создавать коллектив и искать партнеров, которые могут помочь усовершенствовать ваш продукт или услугу. Новая фирма не сможет быстро расти при отсутствии коллектива. Фирма может состоять из трех-пяти предпринимателей, если их способности объединяются и дополняют друг друга. Опыт коллектива помогает преодолеть тяжелейший процесс становления фирмы, который требует много времени, энергии и интуиции.

Целью этой фазы развития инновации должна быть ясно и четко представленная бизнес-идея и понимание шансов на рынке.

Затем начинается следующая фаза развития – создание бизнес-плана. Решающим здесь является сохранение целостного видения. Необходимо продумать и взвесить риски бизнес-идеи, возможные сценарии и непредвиденные ситуации. На этом этапе создается план мероприятий и первый бюджет для самых важных функций предприятия – производства, маркетинга, сбыта, финансов.

И, конечно, вы должны принимать многочисленные решения:

- на каких потребителей и на какой сегмент рынка вы ориентируетесь;
- какую цену вы будете устанавливать на свой продукт или услугу;
- где лучшее месторасположение для вашего бизнеса;
- будете ли вы самостоятельно производить продукт или в кооперации с кем-либо.

При разработке бизнес-плана вы должны встречаться с многочисленными консультантами – юристами, налоговиками, специалистами по рекламе и пр. Правильный и своевременный совет может быть решающим для успеха фирмы. На этом этапе вам необходимо узнать информацию о ваших конкурентах.

Кроме этого, вы должны искать контакты со своими потенциальными потребителями, к примеру, через участие в конкурсе инновационных проектов и проведении опросов.

Помните всегда о том, что спрос потребителей – основная и самая важная предпосылка вашего успеха!

Дальше вы должны установить контакты с поставщиками и, вероятно, уже подписать первые контракты.

Эта фаза завершается успешно, если инвестор объявляет о своем желании финансировать проект.

В данном методическом руководстве будут рассмотрены основные моменты первой фазы развития инноваций: оценка бизнес-идеи, составление ее описания и правила представления инвесторам.

1. Развитие бизнес-идеи

Кто ищет, вынужден блуждать.
В. Гете

Быстрая проверка успешности инновационной идеи

Прежде чем развивать бизнес-идею, необходимо определить величину потребительского спроса, ее шансы на рынке, а также инновационную содержательность, реализуемость и прибыльность. На этом пути нелишне задаться некоторыми вопросами и попытаться найти ответы на них:

- *Обсудите свою идею с друзьями, учеными, экспертами и потенциальными потребителями. Чем интенсивнее вы будете обсуждать идею, тем яснее будете представлять ее перспективу. Это важно для разговора с потенциальным инвестором.*
- *Ваша идея действительно новая? А может быть, ее кто-нибудь уже реализовал или запатентовал?*
- *Возможно, эта идея может быть осуществима в другое время и с другими затратами?*

Замечание: не всегда наличие потребительского спроса является ключевым фактором продвижения научно-технической инновации. Чем более новой является бизнес-идея, тем более это очевидно. Вспомним, каков был потребительский спрос на телевизоры в 1913 г.?

Продолжительность развития бизнес-идеи

Как правило, бизнес-идея может претендовать на финансирование лишь в том случае, когда она разработана настолько тщательно, что ее внедрение, при хорошо просчитанном риске, реально уже в обозримом будущем. Инвесторы говорят о «фазе зародыша» бизнес-идеи.

Эта фаза, как правило, финансируется из источника средств, который еще не ставит твердых требований к успеху бизнеса (помощь родственников, друзей и пр.).

Фаза зародыша может продолжаться особенно долго, если идея опередила свое время, а новый продукт, хотя и создан, не может быть реализован, поскольку развитие сопутствующих технологий и систем не достигло необходимого уровня.

Пример – Интернет. Из-за того, что вычислительные машины имели недостаточный уровень развития, долгое время коммерческое использование Интернета было затруднено.

2. Составляющие успешной бизнес-идеи

Выполняйте дела в порядке их важности.

Д. Карнеги

Бизнес-идея может претендовать на успех, если она обладает следующими четырьмя качествами (рис. Пр. 16-1):

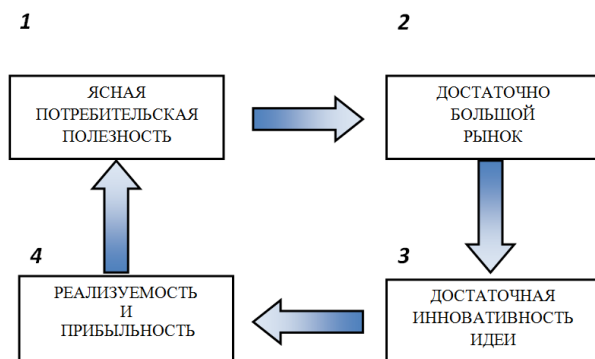


Рис. Пр. 16-1. Качества бизнес-идеи

Рассмотрим эти качества.

2.1. Ясная потребительская полезность

Не подражайте другим.

Найдите себя и будьте собой.

Р. Эмерсон

Ключом к успеху на рынке является не сам гениальный продукт, а отношение к нему покупателей. Покупатели хотят получить на заработанные деньги не продукт, а, прежде всего, удовлетворение своих потребностей. Поэтому первый принцип успешности бизнес-идеи заключается в том, чтобы выяснить: какие потребности и в каких формах удовлетворяются новым продуктом.

Многих создателей инновационных идей занимают лишь технические детали созданного им продукта. Другое дело – инвесторы. Они рассматривают бизнес-идею, главным образом, с финансовой стороны дела. На первом плане – интерес потребителей. Все остальное в этот момент вторично. Тот, кто сказал: «Наши новые приборы могут выполнять 200 операций в минуту» или «Наши новые приборы содержат на 25% меньше комплектующих», думают только о продукте. А тот, кто заявил: «Наши новые приборы экономят потребителям 25% времени, а значит, 20% затрат» или «С нашим новым решением возможен рост производства до 50%», думает прежде всего о потребителях.

Итак, продукт есть лишь средство для удовлетворения потребностей покупателя.

Потребительская полезность продукта определяется как новое или улучшенное по сравнению с предложением конкурентов решение. Потребительская полезность является важнейшим критерием рыночного успеха бизнес-идеи. Попробуйте, если это возможно, потребительскую полезность выразить в цифрах.

Считается, что потребительская полезность инновационного продукта исходит из его уникальности. Это означает, что, во-первых, вы должны донести до потребителей смысл вашей бизнес-идеи. Многие бизнес-идеи терпели неудачу только потому, что потребители не понимали достоинств предлагаемого им продукта. Во-вторых, ваше предложение должно быть уникально. Вы должны убедить потребителя в том, что ваш продукт обладает наибольшей полезностью или ценностью по сравнению с конкурентными образцами.

При описании бизнес-идеи необходимо сразу показать уникальность нового продукта. Опыт показывает, что для потенциальных инвесторов это едва ли не самое главное.

Вопросы:

- *Какие покупательские потребности удовлетворяются вашим продуктом?*
- *Какую полезность имеет ваш продукт или услуга?*
- *Какие конкурентные продукты уже существуют или еще в разработке?*

- *Почему ваш продукт лучше альтернативного?*
- *Разрешен ли ваш продукт или услуга законодательством?*
- *Какие предпосылки необходимы для развития производства?*
- *На какой стадии развития находится ваш товар или услуга?*
- *Владеете ли вы патентом или лицензированным правом?*
- *Какие шаги по развитию продукта вы планируете?*

2.2. Достаточно большой рынок

Изучай все не из тщеславия,
а ради практической пользы.

Г. Лихтенберг

Бизнес-идея имеет экономическую ценность лишь в том случае, когда у нее есть возможность занять незаполненную нишу на рынке. Для этого необходимо выяснить, какое количество предлагаемого продукта способен вместить рынок, для каких целевых групп потребителей предназначен этот продукт и насколько он оригинален.

Детальный анализ рынка пока необязателен. Достаточно простой оценки базовой информации. При этом в качестве источника могут служить государственные учреждения, ассоциации, союзы, статьи в специализированных изданиях, в экономической прессе и Интернете. Для описания бизнес-идеи вполне достаточно обобщенных данных, собранных из этих источников.

Однако при сборе информации следует учитывать следующее:

- ***Опирайтесь на надежную базу:*** многое может быть неизвестным, но если вы используете цифры, которые следует просто подтвердить, то основывайте свою оценку на прочном фундаменте.
- ***Стройте описание логически:*** оценка должна быть построена логически без «скачков» мыслей и приведения неизвестных фактов.
- ***Сравнивайте источники:*** проверяйте, если возможно, информацию из разных источников.
- ***Используйте творческий подход:*** не всегда к цели идет прямая дорога, если, например, какая-то информация неизвестна, попробуйте заменить ее другими, связанными с ней сведениями.
- ***Проверяйте правдоподобность:*** критически проверяйте каждую оценку в конце работы: «Убедителен ли результат»?

Что касается потенциальных потребителей, достаточно первичных данных – указания групп населения, заинтересованных в новом продукте. Обоснуйте, почему новый продукт интересен этой группе, и почему вы ориентируетесь именно на нее.

При разработке бизнес-идеи необходимо учесть конкуренцию. Вы должны выяснить, от кого она исходит – от фирмы, предлагающей похожий продукт, или от тех, кто специализируется на производстве заменителей этого продукта, способного, при определенных условиях, удовлетворить потребности покупателей. Как пример, можно взять производство макаронных изделий, конкурирующее не только с другими производствами макаронных изделий, но и с производством риса, картофеля, хлеба, а также со всем пищевым производством в целом. Укажите в своей бизнес-идее конкурентов вашего продукта, дайте им характеристику и докажите преимущество вашего продукта перед продуктами конкурентов.

Вопросы:

- *Как развивается ваша отрасль?*
- *Какие факторы в вашей отрасли являются решающими для успеха?*
- *Какую роль играют инновации и технический прогресс?*
- *Как вы сегментируете рынок?*
- *Какой объем рынка занимают отдельные сегменты сейчас и в будущем (грубая оценка)?*
- *Кто является вашими целевыми потребителями?*
- *Какие главные конкуренты предлагают похожие продукты?*
- *Каких новых разработок следует ожидать от конкурентов?*
- *Как долго будет длиться ваше конкурентное преимущество?*

2.3. Достаточный уровень инновативности

Когда судьба вручает вам лимон,
постарайтесь сделать из него лимонад.

Д. Карнеги

Бизнес-идея может подразделяться по критериям «Продукт/услуга» и «Бизнес-процесс». Каждый из критериев делится на «существующий» и «инновационный». Под бизнес-процессом

упрощенно понимают способы и методы производства и вывода на рынок товара и услуги (рис. Пр. 16-2).

Продукт / услуга	Инновативный	Новый продукт: • Microsoft	Новая индустрия: • Netscape
	Существующий	Существующая индустрия: • ремесленное предприятие; • проектно-конструкторское бюро	Новый бизнес-процесс: • Dell
		Существующий	Инновативный
Бизнес-процесс			

Рис. Пр. 16-2. Способы и методы производства и вывод на рынок товаров и услуг

Новый продукт может быть создан путем использования общепринятых производственных методов и обычных каналов сбыта. Майкрософт, к примеру, развивая новую операционную систему DOC, при сбыте использовал инфраструктуру IBM.

Инновативность в бизнес-процессе менее очевидна, но очень значительна. Успех компании Dell основывался на значительной экономии издержек, благодаря применению новых видов прямых продаж и методов производства. Именно поэтому компания сумела в кратчайшие сроки, сразу после поступления заказа, осуществить выпуск компьютеров.

При разработке нового продукта на первом месте стоит улучшение многочисленных параметров «полезности для потребителей». Инновативность в бизнес-процессе стремится, прежде всего, к минимизации издержек и сокращению времени создания продукта, что одновременно влечет за собой снижение цены. Для создания новой индустрии редко кому удавалось соединить оба параметра инновативности: «продукт» и «бизнес-процесс». Успеху фирмы Netscape способствовала всемирная компьютерная

сеть, где новый продукт – «Браузер» – распространялся бесплатно. Несмотря на то, что Netscape отказалась от товарооборота, число посетителей домашней странички (интернет-сайта) возросло, увеличились доходы от рекламы.

Вопросы:

- *Что инновативного в вашей бизнес-идее?*
- *Насколько ваша бизнес-идея уникальна?*
- *Есть ли у вас патент?*

2.4. Реализуемость и прибыльность

Добрые дела даются труднее всего.

Т. Томпсон

Для создания фирмы необходима реалистичная бизнес-идея. Это относится как к специфическим условиям, которые могут затруднить реализацию бизнес-идеи (законодательные акты, инструкции и стандарты), так и к экономическим условиям. Например, сооружение гостиничного комплекса на Луне может быть технически реализуемым, однако учитывая затраты, несопоставимые с будущими доходами, представляется явно нецелесообразным.

С реализуемостью бизнес-идеи тесно связана ее прибыльность. Предприятие должно быть прибыльным в длительном периоде времени. Прибыльность показывает, какое количество денег может заработать бизнес-идея и каким образом это происходит.

Классический механизм получения доходов предприятия упрощенно выглядит так: предприятие покупает материалы или услуги – несет затраты. Выпускает продукт или услугу – получает выручку. Если ваша бизнес-идея функционирует по этому принципу, нет необходимости уделять этому большое внимание. Однако старайтесь, по мере возможности, учитывать затраты и доходы. Считается, что во время начальной стадии развития предприятия брутто-прибыль (доход после вычета прямых производственных затрат) должна составлять 40–50%.

Бывает, что бизнес функционирует не на основе классического механизма. Так, например, Макдоналдс имеет доход с лицензионных платежей от владельцев франшизы. Владелец ресторанов платят Макдоналдсу за имя и технологию. Если ваша инноваци-

онная идея базируется на механизмах подобного рода, вы должны описать ее.

Вопросы:

- *Какую продажную цену вы хотите установить (оценка)?*
- *По каким критериям вы назначаете цену?*
- *Как высок коэффициент прибыльности (оценка)?*
- *К какому объему сбыта (количественно) и товарообороту (в рублях) вы стремитесь (оценка)?*
- *Как продукт дойдет до потребителя?*

3. Безопасность бизнес-идеи

Деловые люди, не умеющие бороться с беспокойством, умирают молодыми.

А. Каррель

Действительно уникальных идей немного. Они являются результатом серьезной работы и требуют не менее серьезной защиты от плагиата. Поэтому на определенном этапе развития оригинальной инновационной идеи необходимо найти золотую середину, при которой бизнес-идея, с одной стороны, была бы надежно защищена, а с другой – существовала бы возможность осуществлять обмен мнениями со специалистами.

Патентование. Будущий успех вашего предприятия во многом зависит от своевременного патентования и, конечно, от имеющих в вашей отрасли финансово устойчивых конкурентов, которые с большим удовольствием могут «утопить» ваш проект. Поэтому здесь требуется осторожность. Патентование не всегда способно защитить вашу бизнес-идею, поскольку делает ее открытой для плагиата. Ваша идея может быть незначительно видоизменена конкурентами или «пиратами», особенно если для этого не требуется больших капиталовложений. Рецепт напитка Coca-cola не патентовался из опасения, что оригинальный рецепт, с незначительными нейтральными добавками, может быть воссоздан «пиратами» и представлен на рынке.

Конфиденциальность. Юристы, тренеры, банковские служащие, инвесторы обязаны соблюдать конфиденциальность. Это же правило распространяется и на профессиональных консультантов. В рамках проведения конкурса все консультанты, эксперты,

члены жюри, подписывают обязательство о неразглашении информации, с которой они работают. Нарушение обязательства рассматривается в суде.

Быстрая реализация проекта. Вероятно, одна из лучших защит от похищения идеи – это быстрая реализация проекта. Между идеей и успешным бизнесом, созданным на ее основе, лежат огромные затраты – так называемый «входной барьер», который может отпугнуть потенциальных «пиратов». В результате выигрывает самый быстрый.

4. Признаки успешного описания бизнес-идеи

Выражайтесь яснее! Выражайтесь яснее!

Наполеон

Хорошее описание бизнес-идеи впечатляет ясностью. Инвесторы должны получить ответы на все свои вопросы и иметь возможность расставить акценты соответственно своим интересам. Описание бизнес-идеи должно быть четко структурировано, чтобы в нем можно было быстро ориентироваться.

Так как описание бизнес-идеи читается не в присутствии его составителей, важной является ясная, недвусмысленная формулировка текста.

Хорошее описание бизнес-идеи убеждает объективностью. Если речь идет о представлении собственной «отличной» идеи, то человек может сильно увлечься. Несмотря на весь желательный восторг, содержание описания должно оставаться объективным и предлагать читателю возможность тщательно взвесить приведенные аргументы. Чрезмерно восторженное представление действует отрицательно: оно порождает недоверие, скепсис, предвзятость.

Также недопустимо и слишком критичное представление своей идеи со ссылками на различные ошибочные оценки и неудачи. Это заставляет усомниться в реализуемости бизнес-идеи и вашей мотивации. Данные в описании должны быть объективными.

Хорошее описание бизнес-идеи должно быть понятно даже техническим дилетантам. Некоторые изобретатели считают, что большим количеством технических подробностей, многочисленными схемами конструкций, мелко напечатанными листами с

расшифровками, они оставят у читателя благоприятное впечатление. Здесь они ошибаются. Только в очень редких случаях технический эксперт будет детально заниматься вашими конструкциями. Как правило, ценится более упрощенное представление или, в случае необходимости, объясняющий рисунок или фотоснимок. Технические подробности продукции или технологии, если необходимо, следует разместить в приложении.

5. Презентация перед инвесторами

Самым важным в публичном выступлении является человек.

Г. Бичер

Презентация бизнес-идеи – первый серьезный экзамен на пути к ее реализации. Задача конкурсанта заключается в том, чтобы за одно короткое представление суметь обратить на себя внимание скептически настроенных инвесторов, многие из которых прослушивают до сорока бизнес-идей в неделю.

Во время презентации не стоит слишком восхвалять качество продукта, а также углубляться в технические детали проекта. Представление должно быть хорошо продуманным, логичным, четким.

Пример 1. «Продавец»: «Я предлагаю вам новую идею по созданию удобнейших платежных средств, имеющих огромный потенциал...; так что если вы по-прежнему хотите...; вы сможете на этом заработать много денег...». Инвестор обязательно при этом подумает: «Пустомеля! Скучно...».

Пример 2. «Технический специалист»: «У меня есть идея по компьютеризации управления машинами. Суть состоит в высокоинтегрированном SSP-чипе с 12-гигабайтовой памятью и сверхасимметричной XXP-технологией, прямо управляемой контрольными единицами». Инвестор при этом подумает: «Как можно вложить деньги в проект, если не понимаешь его суть?».

Пример 3. «Предприниматель»: «У меня есть новая идея создания производства с количеством сотрудников до 100 человек и снижением издержек от 10 до 15%. Установленные цены на продукт и анализ издержек убеждают, что прибыльность составит от 40 до 60%. Совместно с фирмой КМВ я сфокусировал маркетинг».

говые каналы на сбыт по прямым продажам...». Инвестор при этом подумает: «Ага, он знает потребности покупателей, оперирует цифрами, имеет понятие о рынке и прибылях и знает, как донести до потребителей свой продукт!.. Хотелось бы узнать, что это за производство...».

Ясность бизнес-идеи для инвестора является основополагающим мотивом выбора. Исходя из этого на презентации не следует загружать инвестора специальными терминами и техническими особенностями вашего продукта, достаточно будет ознакомить его с общим механизмом бизнес-концепции. Описание технических подробностей лучше отложить до новой встречи.

Там, где нет мечты, народ гибнет.

Соломон

Великая цель образования – это не знания, а действия.

Г. Спенсер

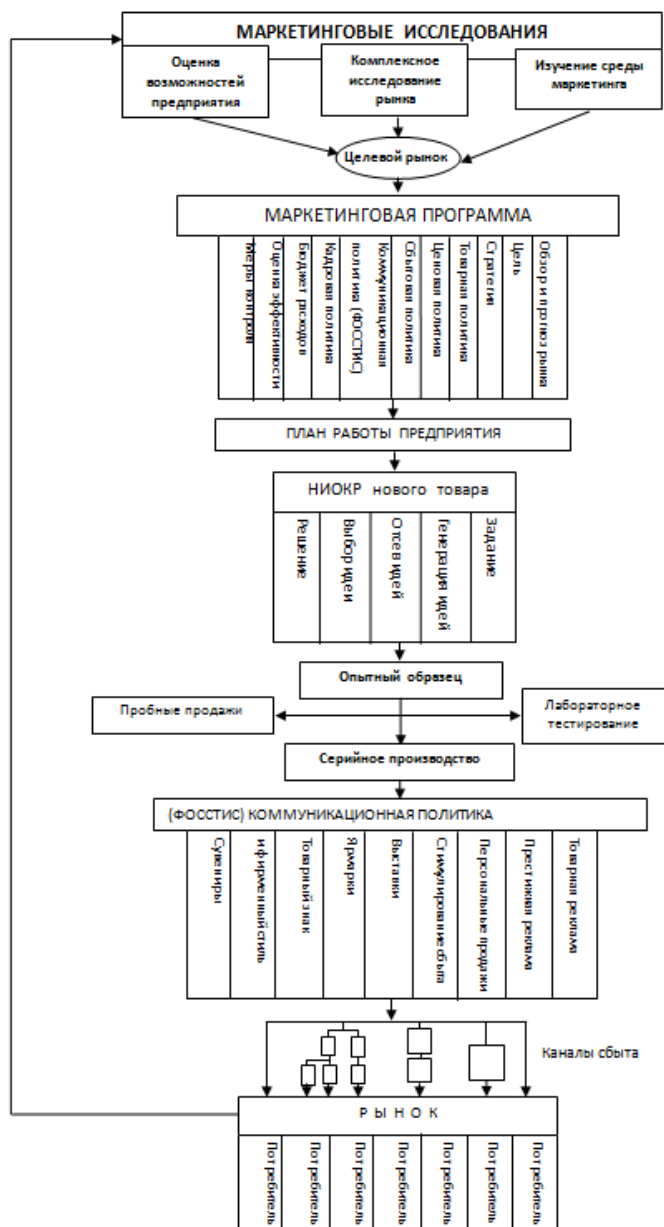


Рис. Пр. 16-3. Схема маркетинговой деятельности

Таблица Пр. 16-1

Основные функции и подфункции маркетинга

Функции маркетинга	Подфункции маркетинга
Аналитическая функция	1. Изучение рынка
	2. Изучение потребителей
	3. Изучение фирменной структуры
	4. Изучение товара (товарной структуры)
	5. Анализ внутренней среды предприятия
Производственная функция	1. Организация производства новых товаров
	2. Организация материально-технического снабжения
	3. Управление качеством и конкурентоспособностью товара
Сбытовая функция	1. Организация системы товародвижения
	2. Организация сервиса
	3. Организация системы ФОССТИС
	4. Проведение целенаправленной товарной политики
	5. Проведение целенаправленной ценовой политики
Функция управления и контроля	1. Стратегическое и оперативное планирование маркетинга
	2. Информационное обеспечение управления маркетингом
	3. Коммуникативная подфункция маркетинга
	4. Организация контроля маркетинга

Таблица Пр.16-2

Классификация товарных рынков

№ п/п	Классификационный признак	Тип рынка
1	Структура хозяйства страны	1. Рынки стран с экономикой типа натурального хозяйства. 2. Рынки стран – экспортеров сырья. 3. Рынки промышленно развивающихся стран. 4. Рынки промышленно развитых стран.

2	Уровень доходов и характер их распределения в стране	1. Страны с низким уровнем доходов (очень низкими и преимущественно низкими). 2. Страны с очень низким и очень высоким уровнями доходов. 3. Страны с низким, средним и высоким уровнями доходов. 4. Страны с преимущественно средним уровнем семейных доходов.
3	Территориальный охват	1. Внутренний. 2. Национальный. 3. Региональный. 4. Мировой.
4	Товарно-отраслевой рынок с многоуровневой детализацией	1. Машин и оборудования. 2. Минерального сырья и топлива. 3. Сельскохозяйственного сырья, продовольственных и лесных товаров
5	Сфера общественного производства	1. Рынок товаров материального производства (сырье, продовольствие, машины и оборудование). 2. Рынок товаров духовного производства (достижения науки, технологии, ноу-хау, произведения искусства, книги и пр.).
6	Характер конечного использования	1. Рынок товаров производственного назначения. 2. Рынок товаров потребительского назначения.
7	Срок использования товаров	1. Рынки товаров долговременного пользования. 2. Рынки товаров краткосрочного пользования. 3. Рынки товаров одноразового пользования.
8	Организационная структура (различные условия торговли и характер взаимоотношений между продавцами и покупателями)	1. Мировой рынок а) открытый; б) закрытый. 2. Внутренний рынок а) оптовый; б) розничный.

Основные факторы сегментации рынка по группам потребителей и наиболее распространенные варианты значения этих факторов

Факторы переменные	Наиболее распространенные значения переменных
Географические	
Регион	Центральный. Центрально-черноземный. Волго-Вятский. Северо-Западный. Северный.
Экономические районы	Северо-Кавказский. Поволжский. Западно-Сибирский. Уральский. Дальневосточный. Восточно-Сибирский. Калининградская область.
Административное деление	Республика, край, область, район, город.
Численность населения (для городов)	До 5 тыс. человек. 5–20 тыс. 20–50 тыс. 50–100 тыс. 250–500 тыс. 500 тыс. – 1 млн. 1–4 млн. 4 млн и более.
Плотность населения	Город, пригород, сельская местность.
Демографические	
Возраст	До 6 лет, 6–11 лет, 12–19 лет, 20–34, 35–49, 50–64, 65 и более.
Пол	Женский, мужской
Размер семьи	1–2 человека, 3–4 человека, 5 человек и более.
Семейное положение	Молодежь – одинокие; молодежь – семейные без детей; молодежь – семейные с самым младшим ребенком до 6 лет; молодежь – семейные с самым младшим ребенком 6 лет и старше; пожилые – семейные, имеющие детей; пожилые – семейные, не имеющие детей младше 18 лет, пожилые – одинокие и т. п.
Уровень дохода (на человека в пересчете на доллары США)	До 50, от 51 до 100, от 101 до 200, от 201 до 300, от 301 до 500, от 501 до 1000, свыше 1001.
Виды профессий	Работники культуры и искусства, научные работники, инженерно-технические работники, предприниматели, работники коммерческих структур, преподаватели, работники сельскохозяйственных предприятий и объединений, фермеры, работники коммерческих банков, руководящие работники предприятий, служащие госучреждений, работники сферы торговли и обслуживания, военнослужащие, студенты, домохозяйки, безработные, пенсионеры.

Уровень образования	Начальное, среднее и неполное среднее, средне-специальное, незаконченное высшее, высшее образование, ученая степень.
Религия	Православная, католическая, баптистская и т. д.
Раса	Европеоидная, монголоидная.
Национальность	Русские, украинцы, белорусы, татары, башкиры, евреи и др.
Психографические	
Социальный слой	Малоимущие, среднего достатка, обеспеченные, высокого достатка, богатые.
Стиль жизни	Богемный, элитарный, молодежный, спортивный и др.
Личные качества	Амбициозность, авторитарность, импульсивность, желание быть «как все» и т. п.
Поведенческие	
Степень случайности покупки	Приобретение товаров обычно носит случайный характер; приобретение товаров иногда носит случайный характер.
Поиск выгод	Поиск на рынке: изделий высокого качества; хорошего обслуживания; более низких, чем обычно, цен.
Статус постоянного клиента	Отсутствие такого статуса; наличие такого статуса в прошлом; потенциально постоянный клиент, приобретающий товар в первый раз; постоянный клиент.
Степень нуждаемости в продукте	Нужен постоянно; нужен время от времени; никогда не требуется.
Степень лояльности к предприятию или изделию	Никогда не покупает продукцию данного предприятия; старается не покупать продукцию данного предприятия; покупает продукцию данного предприятия только при более низкой цене на нее; чаще всего покупает продукцию данного предприятия; покупает продукцию только этого предприятия.
Степень готовности купить изделие	Не желает покупать; не готов купить сейчас; недостаточно информирован, чтобы купить; интересуется изделием; стремится купить изделие; обязательно купит изделие.
Эмоциональное отношение к продукции	Энтузиаст, положительное; безразличное; негативное; враждебное.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СЕГМЕНТАЦИИ РЫНКА ТОВАРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1. Сфера деятельности.
2. Отрасли и предприятия, потребляющие данный товар.
3. Форма собственности предприятий-потребителей.
4. Вид юридического лица.
5. Масштаб деятельности потребителей.
6. Технологические процессы, используемые предприятиями-потребителями.
7. Географическое положение.
8. Климатические условия.
9. Сроки поставок.
10. Объем закупаемой партии.
11. Условия оплаты.
12. Методы расчетов.
13. Способы транспортировки.
14. Формы взаимоотношений.
15. Личностные характеристики лиц, от которых зависит предоставление заказа на покупку.

ПРИМЕР ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

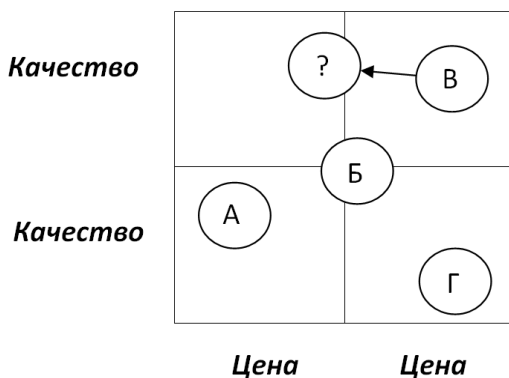


Рис. Пр. 16-4. Карта позиционирования продуктов по параметрам
«качество – цена»

ФАЗЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

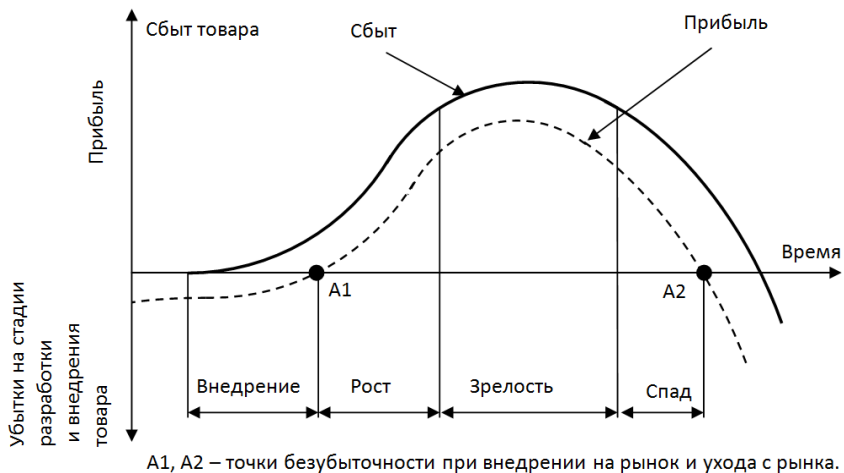


Рис. Пр. 16-5. Фазы жизненного цикла товара

Социальная среда (S)	Экономическая среда (E)
Общий вывод о влиянии социальной среды на предприятие:	Общий вывод о влиянии экономической среды на предприятие:
Технологическая среда (T)	Политическая среда (P)
Общий вывод о влиянии технологической среды на предприятие:	Общий вывод о влиянии политической среды на предприятие:

Рис. Пр. 16-6. STEP-АНАЛИЗ положения предприятия

**Система показателей оценки
сильных и слабых сторон предприятия**

Внутренние сильные стороны

- Уникальная компетентность в ключевых отраслях.
- Достаточные финансовые ресурсы.
- Хорошая репутация среди покупателей.
- Признанный лидер на рынке.
- Хорошо продуманные стратегии.
- Доступ к методам экономии, связанным с крупномасштабным производством.
- Изолированность от давления со стороны сильных конкурентов.
- Наличие собственной технологии.
- Стоимостное преимущество.
- Лучшая организация рекламной кампании.
- Инновационные навыки.
- Испытанные методы руководства.
- В авангарде по опытности.
- Лучшие производственные возможности.
- Высочайшие технологические навыки.
- Другие?

Внутренние слабые стороны

- Отсутствие четкого стратегического направления.
- Устаревшее оборудование.
- Рентабельность ниже средней.
- Отсутствие управленческого таланта.
- Отсутствие некоторых ключевых навыков и уникальных компетенций.
- Плохой опыт осуществления стратегии.
- Наличие внутренних операционных проблем.
- Отставание в области исследований и разработок.
- Слишком узкий ассортимент.
- Плохой имидж на рынке.
- Слабая дистрибьюторская сеть.
- Навыки маркетинга ниже среднего.
- Неспособность финансировать необходимые стратегические изменения.
- Средняя себестоимость единицы продукции выше, чем у основных конкурентов.
- Низкий образовательный и квалификационный уровень кадров.
- Другие?

Анализ сильных и слабых сторон

Факторы, определяющие успех	Оценка									
	Плохо			Посредственно				Хорошо		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Степень известности / «имидж»										
Степень новизны продукции										
Приоритет в патентовании										
Положительные отзывы, рекомендации										
НИОКР: инновация										
НИОКР: производственные мощности										
Конструкторский потенциал										
Производственный потенциал										
Технологическое оборудование										
Гибкость производства										
Длительность изготовления										
Уровень качества										
Низкий процент рекламаций										
Методы сбыта										
Организация сбыта										
Квалификация партнера по сбыту										
Используемое ноу-хау										
Коммуникационная политика										
Сервисные услуги и обеспечение запасными частями										
Сумма покрытия расходов / оборот										
Интеграционные возможности										
Программа производства сбыта										
Покупательский потенциал										
Персонал										
Местонахождения										
Уровень расходов										
Финансовый потенциал										
Система руководства										
Производительность										

Учебное издание

Шаньгин Евгений Сергеевич

МЕТОДОЛОГИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

*Учебное пособие
для учащихся вузов и колледжей
технических специальностей*

Редактор *Н.В. Титова*
Технический редактор *Н.В. Титова*

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 21.02.2020
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. листов 8
Тираж 300 экз. Заказ 2122

*Отпечатано в Нижневартковском государственном университете
Отдел издательской политики и сопровождения публикационной деятельности
628616, Тюменская область, г. Нижневартковск, ул. Маршала Жукова, 4
Тел./факс: (3466) 24-50-51, e-mail: izdatelstvo@nggu.ru*