

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Международный государственный экологический
университет имени А.Д.Сахарова»



Факультет мониторинга окружающей среды

Кафедра энергоэффективных технологий

А. И. Ерошов

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Часть I

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Минск
2012

УДК 001.8 (075.8)
ББК 73.я 73
Е76

*Рекомендовано к изданию НМС МГЭУ им. А.Д.Сахарова
(протокол № 6 от 15 февраля 2011 г.)*

Автор:

А. И. Ерошов, профессор кафедры энергоэффективных технологий
МГЭУ им. А. Д. Сахарова, д.б.н., профессор

Рецензенты:

зав. кафедрой теоретической механики и теории механизмов и машин
УО «БГАТУ», д.т.н., профессор *Орда А. Н.*;
зав. кафедрой физики и высшей математики УО «МГЭУ им. А.Д.Сахарова»,
д.ф.-м.н., профессор *Кузьмин В. С.*

Е76 **Ерошов, А. И.**

Основы научных исследований и инновационной деятельности: учеб.-метод. пособие : в 2 ч. / А. И. Ерошов. – Минск: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2012. – Ч. I. – 88 с.

ISBN 978-985-551-036-0. (часть I)
ISBN 978-985-551-038-4.

В пособии излагаются общие понятия научного знания и определения научных проблем, даются методы, используемые на теоретическом и эмпирическом уровнях исследования, логико-психологический анализ процесса решения технических задач, сравнения и измерения, эксперимент и экспериментально-аналитические методы. Представлено моделирование как средство отражения свойств материальных объектов.

Предназначено для студентов, изучающих курс «Основы научных исследований и инновационной деятельности». Будет полезно преподавателям и специалистам, связанным с инновационной и изобретательской деятельностью, созданием объектов интеллектуальной собственности.

Список использованной литературы приведен в конце второй части пособия.

УДК 001.8 (075.8)
ББК 73.я 73

ISBN 978-985-551-036-0. (часть I)
ISBN 978-985-551-038-4.

© Ерошов А. И., 2012
© Международный государственный
экологический университет
имени А.Д.Сахарова, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. Методологические основы научного познания и творчества	5
1.1. Инновационный процесс	7
1.2. Научные исследования и его этапы	9
1.3. Методологические основы научного знания	11
1.4. Планирование научной работы	15
1.5. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов	16
Глава 2. Поиск, накопление и обработка научной информации	18
2.1. Научная информация и ее источники	18
2.2. Патентная информация и документация	24
Глава 3. Выбор направления научного исследования и этапы научно-исследовательской деятельности	25
3.1. Организация научной деятельности	25
3.2. Специфика научной и инновационной деятельности высших учебных заведений.....	26
3.3. Этапы выполнения научно-исследовательской работы студентов (НИРС).....	26
3.4. Основные направления образовательной деятельности университетов.....	28
3.5. Результаты творческой научно-исследовательской деятельности	29
3.6. Классификация научно-исследовательских работ.....	31
3.7. Круговая (кибернетическая) модель инновационного процесса	32
3.8. Управление инновационными проектами	33
Глава 4. Методы творческих процессов и генерирования идей в процессе создания инноваций	39
4.1. Генерирование идей методами «мозгового штурма» («мозговой атаки»)	39
4.2. Метод обратной мозговой атаки	43
4.3. Метод контрольных вопросов для активизации творческого процесса	45
4.4. Метод синектики, или «объединения разнородных элементов».....	49
4.5. Метод аналогии с живой природой.....	56
4.6. Метод функционально-стоимостного анализа (ФСА)	58
4.7. Морфологический анализ и синтез технических решений	60
Глава 5. Технические противоречия и принципы их решения	69
5.1. Теория решения изобретательских задач	69
5.2. ТРИЗ – основные идеи и положения	69
5.3. Решательные инструменты ТРИЗ	76
5.4. Коллективное решение инженерных задач с использованием ТРИЗ и АРИЗ... ..	79
5.5. Ассоциативные методы поиска технических решений	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении истории, что бы ни создавали люди, от египетских пирамид до греческого Парфенона и от лодки до военного корабля, они старались действовать по принципу «сначала подумай, а потом делай». Такой подход испокон веков обеспечивал экономию энергии и материала, используемых для реализации многочисленных идей.

На ранних этапах развития цивилизации выбор наиболее рационального пути воплощения объекта в природе базировался эмпирических правилах, экспериментально установленных методом проб и ошибок.

Затем появилось то, что называют наукой. Появились примеры применения фундаментальной науки к решению чисто инженерных задач. С тех пор в макром мире ничто не реализуется без предварительных расчетов. Проектировать новый механизм инженер-механик начинает не «от печки». Открытые в физике фундаментальные законы природы трансформируются во множество правил и формул, приспособленных для конкретных ситуаций, «запаковываются» в программы компьютеров, в банки данных и другие комплексы системных программ. Это все относят к математическому инженерному обеспечению какой-либо области прикладной деятельности.

Также поступают и при проектировании других процессов (в биологии, химии), результатом которых должно явиться создание новых материалов и препаратов, при развитии нанотехнологий и создании так называемых молекулярных машин (например, устройств искусственного фотосинтеза). Так, алхимики средневековья пользовались эмпирическими правилами. Затем открыли закон сохранения материального баланса, который позволил, зная химическую реакцию, заранее вычислить количество желаемого продукта. Было создано много приемов количественного прогноза технологических процессов.

Нужно отметить, что основные технологические процессы, прототипы многих машин и оборудования, которые составляют основу современной техники, были изобретены несколько сотен, а то и тысяч лет назад. Стимулом для поиска новых идей уже в древности была необходимость в создании орудий труда, оружия, станков. Человек стремился найти новое техническое решение для совершенствования средств производства материальных благ.

В настоящее время на практике все чаще используется термин «инновационное инженерное творчество», которое предполагает соответствующую инженерную подготовку. Понятие творчества является сложной категорией, т. к. изучается многими направлениями в научно-технической деятельности.

Научное направление – наиболее крупная научная работа, имеющая самостоятельный характер и посвященная решению задач развития данной отрасли науки и техники. Решение задач отдельного научного направления возможно только усилиями ряда научных организаций.

Научная тема – часть проблемы, которая разрабатывается одной научной организацией, научным подразделением компании (фирмы). Цель научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР) заключается в эффективном решении конкретной задачи.

Глава 1. Методологические основы научного познания и творчества

Рост информационных возможностей на фоне ускорения темпов научно-технического развития привел к изменению вкусов и предпочтений потребителей социальных продуктов (товаров и услуг). Поэтому удовлетворить потребности человека (потребителя) становится все сложнее, что приводит к увеличению материальных, трудовых и, что самое главное, временных затрат.

Для получения в будущем экономического эффекта производитель социальных услуг (трудовой коллектив, фирма) должен ориентироваться на удовлетворение будущего спроса, который возникнет к моменту выпуска товаров, предназначенных для общественного потребления. Творческая способность предвидения будущего, прогнозирования последствий социально-экономических преобразований становится важнейшим квалификационным требованием к специалистам-организаторам. Они должны уметь моделировать изменения реальных отношений в сфере предпринимательского творчества (инициативы) и соответствовать сравнительно новому понятию – инновационная деятельность.

В созидательной деятельности можно выделить только три разновидности творчества:

- постановка новых задач при условии их решения традиционными методами;
- разработка новых методов для решения традиционных задач;
- разработка новых методов для решения нетрадиционных задач.

В индустриальном обществе специалист делает свой вывод, ориентируясь на решения типовых задач.

Коренным образом ситуация изменилась в эпоху постиндустриального развития. Сейчас мало свободных ниш хозяйственной деятельности. Потребности людей изменяются очень быстро, спрос потерял былую стабильность. Преимущество в таком положении будет иметь тот производитель товаров (услуг), который в большей степени владеет искусством долгосрочного прогноза на основе собственного моделирования жизненных ситуаций.

В научной и учебной литературе приводятся различные определения понятия «инновация», или «нововведение».

Идея, проект, предложение, результат исследования, изобретение, полезная модель и др. хотя и являются новым продуктом, но в чистом виде не являются нововведением, или инновацией. И только воплотившись в изделие, услуги, технологии, которые восприняты потребителями, они становятся **инновациями**, или **нововведениями**.

В зависимости от характера концепции, на которой основано нововведение, различают:

- **инновации с технологической доминантой**, которые изменяют физические свойства товара на уровне производства, применения нового ком-

понента или нового материала, создания принципиально новых продуктов, новых изделий, нового физического состояния или новых комплексных систем; они возникают в результате применения точных наук в производственной практике и рождаются в научных организациях и подразделениях НИ-ОКР (например, применения новых компонентов – стальной корд в автомобильных покрышках);

- **нововведения с коммерческой или маркетинговой доминантой**, которые касаются в основном вариантов управления сбытом и коммуникациями как составляющих процесса коммерческой реализации товаров и услуг (например, новое средство платежа – кредитная карточка).

Границы между этими формами инноваций размыты и технологические нововведения часто приводят к нововведениям коммерческим.

Под инновацией, или нововведением, понимается не только внедрение новой технологии и выпуск новой продукции, но и изменения в организации бизнеса, в управлении фирмой, во взаимоотношениях с потребителями и т. д. (например, мобилизация покупательской способности через банковский кредит). Инновация – это термин более экономический и социальный и в меньшей степени технический.

В некоторой учебной и научной литературе термины «инновация», «нововведения», «высокие технологии», «научные разработки» употребляются как слова-синонимы, в отрыве от экономической и социальной среды, т. е. потребителей, для которых создаются объекты права промышленной собственности (изобретения, полезные модели, промышленные образцы и др.). Критерии инноваций связаны с изменениями в экономической и социальной среде, в поведении людей, как производителей любой продукции, так и ее потребителей.

Мера инновации – ее влияние на внешнюю среду (например, появление и широкое использование компьютеров в разных сферах деятельности коренным образом изменило рабочие процессы и быт людей).

Это дает основание считать, что компьютеризация является одним из решающих признаков (факторов) перехода человечества к постиндустриальному информационному обществу [Гейтс Б., 2000].

Научно-техническая новизна – это обязательное свойство изобретения и других объектов права промышленной собственности, которое имеет важное значение для производителя. Первенство позволяет ему монополизировать право на товар с помощью патентов и секретов производства и получить значительно больший экономический эффект на единицу цены по сравнению с прежними изделиями.

Рыночная новизна, основанная на инновации, интересует потребителя с точки зрения полезности товара в соответствии с затратами на его приобретение, эксплуатацию и утилизацию. Степень оригинальности научно-технической идеи, на которой основано нововведение, не интересует потребителя [4, 5, 7, 19, 25].

1.1. Инновационный процесс

Инновационный процесс – это творческий процесс создания и преобразования научных знаний в новую продукцию, признаваемую потребителями.

Можно выделить следующие виды инновации [4]:

- **пионерские, или базисные, инновации**, которые коренным образом изменяют производственную структуру, систему управления, технологический уклад или темпы экономического развития;
- **принципиально новые инновации**, на основе которых возможно качественное изменение технологической системы, смена поколений техники, появление новых отраслей производства;
- **улучшающие инновации**, т. е. направленные на усовершенствование известных, относительно новых технологий, объектов техники и продукции;
- **простые, или модифицированные, инновации**, которые обеспечивают частичное изменение технико-экономических характеристик выпускаемой продукции, техники и технологии, позволяющие поддерживать их на определенном потребительском уровне.

Начальной стадией инновационного цикла является **наука**. Понятие «наука» имеет несколько основных значений.

Во-первых, под термином «**наука**» (лат. – *scientia*) понимают сферу человеческой деятельности, направленную на выработку и теоретическую схематизацию объективных знаний о действительности.

Во-вторых, значение слова «наука» выступает как результат этой деятельности – система полученных научных знаний.

В-третьих, «наука» употребляется для обозначения отдельных отраслей научного знания.

В-четвертых, в широком понятии науку можно рассматривать как отрасль культуры, которая существовала не во все времена и не у всех народов. В ходе исторического развития наука превратилась в производительную силу общества и важнейший институт [5, 8, 13, 19, 21].

Непосредственные цели науки – это получение знаний об окружающем мире, изучение процессов и явлений действительности. Наука создана для непосредственного выявления основных сторон всех явлений природы, общества и мышления.

К основным задачам науки относят:

- открытие законов движения природы, общества, мышления и познания;
- сбор, анализ, обобщение фактов;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний [5].

На каждом историческом этапе научное познание использует определенную совокупность познавательных форм – фундаментальных категорий и понятий, методов, принципов и схем объяснения, т. е. всего того, что объеди-

няет понятие «стиль мышления». Например, для античного стиля **наблюдение** было основным способом получения знания. Современная наука опирается на **эксперимент** и на преимущество **аналитического подхода**, который направляет мышление к поиску простых элементов исследуемой реальности.

Вся история науки отражает сложные сочетания дифференциации и интеграции. Освоение новых областей реальности и углубление познания приводят к дроблению науки на все более специализированные области знания.

Первоначально отрасли науки формировались **по предметному признаку**. Для современной науки становится все более характерным переход от **предметной к проблемной ориентации**, когда новые области знания возникают в связи с выдвиганием определенной крупной теоретической или практической проблемы. Так возникает значительное количество пограничных наук типа биофизика, экология и др.

Развитие науки идет от сбора фактов, их изучения и систематизации, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к логически стройной системе научных знаний. Путь познания идет от живого созерцания к абстрактному мышлению и практическому действию. Процесс познания включает накопление фактов. Факты систематизируют и обобщают с помощью абстракций (определений), которые являются важными структурными элементами науки. Наиболее широкие понятия называют категориями. Это самые широкие абстракции.

Научные дисциплины, образующие в своей совокупности систему наук в целом, весьма условно можно подразделить на три группы (естественные, общественные и технические). Они различаются только по своим предметам и методам. Резкой грани между этими группами нет.

По своему непосредственному отношению к практике отдельные науки принято подразделять на **фундаментальные** и **прикладные**.

Задачей фундаментальных наук является познание законов, которые управляют взаимодействием основных структур природы, общества и мышления.

Цель прикладных наук – применение результатов фундаментальных наук для решения познавательных и социально-практических проблем. На стыке прикладных наук и практики развивается особая область исследований – разработки, переводящие результаты прикладных наук в форму технологических процессов, конструкций, промышленных материалов и т. д.

Прикладные науки развиваются с преобладанием как теоретической, так и практической проблематики. Например, в современной физике фундаментальную роль играют электроника и квантовая механика, использование которых к познанию конкретных предметных областей образует различные отрасли теоретической и прикладной физики – физику металлов, физику полупроводников и т. д. Дальнейшее приложение их результатов к практике порождает практические прикладные науки – металловедение, полупроводниковую технологию и т.п. Прямую связь этих наук с производством осуществляют соответствующие конкретные разработки.

Вся техническая наука является прикладной. Как правило, фундаментальные науки опережают в своем развитии прикладные и создают для

них теоретические задачи. В современной науке на долю прикладных разработок приходится до 80 % всех исследований и финансового обеспечения. В настоящее время основная задача организации науки – это активизация движения в цикле «**фундаментальные исследования – прикладные исследования – практические разработки – внедрение (освоение продукта)**»).

1.2. Научные исследования и его этапы

Формой существования и развития наук является научное исследование.

Цель научного исследования – определение конкретного объекта и всестороннее, достоверное изучение его структуры, характеристик, связей на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение полезных для деятельности человека результатов, освоение их производством.

Объектом исследования являются материальная или идеальная система.

Предметом исследования является структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития.

Результаты исследований оцениваются тем выше, чем выше научность сделанных выводов и обобщений, чем достовернее они и эффективнее. Полученные результаты должны создавать основу для новых научных разработок. Одним из важнейших требований, которые предъявляются к научному исследованию, является научное обобщение, устанавливающее зависимость и связь между изучаемыми процессами и явлениями с приведением научных выводов. Чем более классифицированы выводы, тем выше уровень исследования.

По длительности научные исследования разделяются на **долгосрочные, краткосрочные** и **экспресс-исследования**.

В науке выделяют эмпирический и теоретический уровни исследования.

Элементами эмпирического (с помощью органов чувств – *эмпирия*) знания являются факты, получаемые с помощью наблюдений и экспериментов. Они констатируют качественные и количественные характеристики объектов и явлений. Устойчивая повторяемость и связь между этими характеристиками выражаются с помощью эмпирических законов, которые часто имеют вероятностный характер. Но на этом уровне познание является подчиненным.

Структурным компонентом теоретического познания являются **проблема, гипотеза и теория**.

Под **проблемой** понимают сложные теоретические или практические задачи, способы решения которых неизвестны или известны не полностью.

Гипотеза – это требующее проверки и доказательства предположение о причине, которая вызывает определенное следствие в структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей элементов.

Гипотеза является научной лишь в том случае, если она подтверждается фактами. Она существует до тех пор, пока не будет противоречить достоверным фактам опыта. Иначе она становится непродуктивной (т. е. **фикцией**).

Факты опыта и доказанные гипотезы образуют **теорию**. Теория представляет собой целостную систему достоверных знаний.

Теория – это учение об обобщенном опыте (практике), которое формирует научные принципы и методы, позволяющие обобщать и познавать су-

существующие процессы и явления, влияние на них разных факторов и вырабатывать рекомендации по использованию их в практической деятельности людей. Теория выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные зависимости. Все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Структура теории образует понятия, суждения, законы, научные положения, учения, идеи и другие элементы.

Понятие – это мысль, которая отражает существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Научный термин – это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке (совокупность понятий – терминов – понятийный аппарат).

Важная форма знаний – **принципы (постулаты), аксиомы**. Под **принципами** понимают исходные положения какой-либо отрасли науки. Они являются начальной формой систематизации знаний (постулаты Нильса Бора в квантовой механике и др.).

Суждение – это мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо.

Аксиома – это положение, которое является исходным, недоказуемым и из которого по установленным правилам выводятся другие положения.

Закон – положение, выражающее ход вещей в какой-либо области. Законы объективны и выражают наиболее существенные, устойчивые, причинно-обусловленные связи и отношения между явлениями и процессами.

Научный закон – это знание, формулируемое людьми в понятиях, которое имеет свое основание в природе, объективном мире.

Положение – научное утверждение, сформулированная мысль.

Учение – совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности.

Идея – новое интуитивное объяснение события или явления или основное положение в теории.

Концепция – это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей, основная мысль.

Эмпирический уровень исследования характеризуется преобладанием чувственного познания (изучение внешнего мира через органы чувств). На этом уровне формы теоретического познания присутствуют, но имеют подчиненное значение.

Взаимодействие теоретического и эмпирического уровней исследования заключаются в том, что:

- совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы;
- факты могут подтверждать теорию или опровергать ее;
- научный факт всегда пронизан теорией, т. к. он не может быть сформулирован без системы понятий, разъяснен без теоретических представлений;
- эмпирическое исследование в современной науке предшествует и направляется теорией;
- формирование теоретического уровня науки приводит к качественному изменению эмпирического уровня.

Смысл теоретических концепций состоит в том, что предпосылки формируют эмпирический материал (база обыденного опыта) и направляют постановку наблюдений и экспериментов основных методов эмпирического исследования в качественную сторону.

Структуру эмпирического уровня исследования составляют факты, эмпирические обобщения и законы (зависимости).

Понятие «**факт**» употребляется в нескольких значениях:

- объективное событие, результат, относящийся к объективной реальности (факт действительности) или к сфере сознания и познания (факт сознания);
- знание о каком-либо событии, явлении, действительность которого доказана (истина);
- предложение, фиксирующее знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Эмпирическое обобщение – это система определенных научных фактов, на основании которой можно сделать определенные выводы или выявить недочеты или ошибки.

Эмпирические законы отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

Для успеха научного исследования его необходимо правильно организовать, спланировать и выполнить в определенной последовательности (процедура исследования). Эти планы и последовательность действий зависят от вида объекта и целей научного исследования.

Если научное исследование проводится на технические темы, то в начале разрабатывается основной предплановый документ – технико-экономическое обоснование (**бизнес-план**), затем осуществляются теоретические и экспериментальные исследования, составляется научно-технический отчет и результаты работы осваиваются производством. Это самая простая форма (схема) научно-исследовательской работы. Современные подходы к научно-исследовательской работе в организациях рассматриваются в последующих разделах пособия.

1.3. Методологические основы научного знания

Методология в широком смысле слова представляет собой систему принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.

Методология науки дает характеристику научного исследования, его объекта, предмета, задач, совокупности средств, необходимых для решения задач исследования, а так же формирует представление о последовательности действий исследователя в процессе решения задачи.

Различают четыре уровня методологии:

- философская методология – общие принципы познания;

- общенаучная методология – содержательные общенаучные концепции, воздействующие на достаточно большое число научных дисциплин – системный подход, кибернетический подход и т. д.;
- конкретно-научная методология (совокупность методов, принципов исследования и процедур, применяемых к той или иной дисциплине);
- методология данного конкретного исследования – методика и техника исследования, набор процедур, обеспечивающих получение эмпирического материала, его первичную обработку.

Метод, или путь исследования, представляет собой достижение определенной цели, совокупность приемов и операций практического или теоретического освоения действительности. Метод научного исследования – это способ познания объективной действительности.

Все обобщенные методы для анализа целесообразно распределить на три группы: **общелогические, теоретические и эмпирические**.

Любое научное исследование осуществляется определенными приемами и способами, по определенным правилам.

Способ – это действие (система действий), применяемое при исполнении какой-либо работы, при осуществлении чего-либо. Методику определяют как совокупность способов и приемов познаний.

Общелогическими методами являются **анализ, синтез, индукция, дедукция, аналогия**.

Анализ – метод исследования, с помощью которого изучаемое явление или процесс мысленно расчленяются на составные элементы с целью изучения каждого в отдельности. Разновидностями анализа являются классификация и периодизация.

Синтез – метод исследования, предполагающий мысленное соединение составных частей или элементов изучаемого объекта, его изучение как единого целого.

Методы анализа и синтеза взаимосвязаны, их одинаково часто используют в научных исследованиях.

Индукция – это движение мысли (познания) от фактов, отдельных случаев к общему положению. Индукция приводит к всеобщим понятиям и законам, которые могут быть положены в основу дедукции.

Дедукция – это выведение единичного частного из какого-либо общего положения, движения мысли (познания) от общих утверждений к утверждениям об отдельных предметах или явлениях. Посредством дедуктивных умозаключений «выводят» определенную мысль **из других мыслей**.

Аналогия – это способ получения знаний о предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими предметами и явлениями; рассуждение, в котором из сходства изучаемых объектов в некоторых признаках делается заключение об их сходстве и в других признаках.

К методам **теоретического** уровня причисляют **аксиоматический, гипотетический, формализацию, абстрагирование, ранжирование, обобщение**.

ние, **восхождение от абстрактного к конкретному, исторический, метод системного анализа.**

В научных исследованиях широко применяется **способ абстрагирования**, т. е. отвлечения от второстепенных фактов с целью сосредоточения на важнейших особенностях изучаемого явления. Например, при исследовании какого-либо механизма анализируют расчетную схему, которая отображает основные, существенные свойства механизма.

Иногда при анализе явлений и процессов возникает потребность рассмотреть большое количество фактов (признаков, свойств). Здесь важно суметь выделить главный фактор. В таком случае может быть применен **способ ранжирования**, с помощью которого исключают все второстепенное, не влияющее на рассматриваемое явление.

Аксиоматический метод заключается в том, что некоторые утверждения (постулаты, аксиомы) принимаются без доказательств и затем по определенным логическим правилам из них выводятся остальные знания.

Во многих случаях используют **способ формализации**. Сущность его состоит в том, что основные положения процессов и явлений представляют в виде **формул и специальной символики**. Путем операции с формулами искусственных языков можно получить новые формулы, доказать истинность какого-либо положения.

Формализация является основой для **алгоритмизации и программирования**, без которых не может обойтись компьютеризация знания и процесса исследования. Применение символов и других знаковых систем позволяет установить закономерности между изучаемыми фактами.

Гипотетический метод основан на разработке **гипотезы** – научного предположения, содержащего элементы новизны и оригинальности. Гипотеза должна полнее и лучше объяснить явления и процессы, подтверждаемые экспериментально, и соответствовать общим законам естествознания. Этот метод является основным и наиболее распространенным в прикладных науках.

Обобщение – установление общих свойств и отношений предметов и явлений; определение общего понятия, в котором отражены существенные основные признаки предметов или явлений данного класса. Обобщение может также выражаться в выделении не существенных, а любых признаков предмета или явления. Этот метод исследования опирается на философские категории общего, особенно единичного (используется в основном в исторических науках). В прикладных науках он применяется при изучении, например, развития и формирования разных отраслей науки и техники.

Восхождение от абстрактного к конкретному – метод научного познания, который состоит в том, что исследователь вначале находит главную связь изучаемого предмета (явления), а затем, определяя, как она видоизменяется в различных условиях, открывает новые связи и таким методом отображает полную его сущность.

К методам **эмпирического** уровня относятся **наблюдение, описание, счет, изменение, сравнение, эксперимент, моделирование.**

Первичным в познании физической и экономической сущности различных процессов является наблюдение – способ познания, основанный на непосредственном восприятии свойств предметов и явлений **при помощи органов чувств**. Каждое наблюдение может зафиксировать только отдельные факторы. Для полного понятия любого процесса необходимо иметь большое количество наблюдений. В зависимости от положения исследователя по отношению к объекту изучения различают простое и включенное наблюдение.

Простое наблюдение заключается в наблюдении со стороны, когда исследователь – постороннее по отношению к объекту лицо и **не является участником** деятельности наблюдаемых.

Включенное наблюдение характеризуется тем, что исследователь **является участником** наблюдения.

Важной составной частью научных исследований являются **эксперименты**. Основной целью эксперимента является проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы, а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования).

Различают эксперименты естественные и искусственные. **Естественные** эксперименты проводятся при изучении, например, социальных явлений. **Искусственные** эксперименты широко применяются во многих естественнонаучных исследованиях. В таких случаях изучают явления, изолированные до определенной требуемой степени, чтобы оценить их в количественных и качественных отношениях.

Экспериментальные исследования бывают **лабораторные** и **производственные**.

Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, другого оборудования. Эти исследования позволяют наиболее полно и доброкачественно, с необходимой повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными затратами. Однако такие эксперименты не полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса. Поэтому необходимо проведение производственного эксперимента.

Производственные экспериментальные исследования имеют цель изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды.

Описание – это фиксация признаков исследуемого объекта, которые описывают, например, путем наблюдения, измерения или эксперимента.

Метод моделирования – изучение явления с помощью моделей – один из основных в современных исследованиях.

Различают физическое и математическое моделирование.

При **физическом** моделировании физика явлений в объекте и модели и их математические зависимости одинаковы.

Математическое моделирование особенно ценно тогда, когда возникает необходимость изучить очень сложные процессы.

При построении модели свойства и сам объект обычно упрощают, обобщают. Чем ближе модель к оригиналу, тем удачнее она описывает объект, тем эффективнее теоретическое исследование и тем ближе полученные результаты к принятой гипотезе исследования.

Модели могут быть физические, математические, натурные.

Физические модели позволяют наглядно представлять протекающие в природе процессы. С помощью физических моделей можно изучать влияние отдельных параметров на течение физических процессов.

Математические модели позволяют количественно исследовать явления, которые трудно изучать на физических моделях.

Натурные модели представляют собой масштабно изменяемые объекты, которые позволяют наиболее полно исследовать процессы, протекающие в натуральных условиях.

Стандартных рекомендаций по выбору и построению моделей не существует. Модель должна отображать существенные явления процесса. Для построения наилучшей модели необходимо иметь глубокие и всесторонние знания не только по теме и смежным наукам, но и хорошо знать практические аспекты исследуемой задачи [4, 10, 11, 13, 14, 30].

1.4. Планирование научной работы

Научно-исследовательские организации и учреждения образования (университеты) разрабатывают планы работы на основе целевых комплексных программ, долгосрочных научных и научно-технических программ, хозяйственных договоров и заявок на исследования, представленных заказчиком.

Научная работа кафедры университета организуется и проводится в соответствии с планом на учебный год. Преподаватели, аспиранты выполняют научно-исследовательскую работу по индивидуальным планам или целевым комплексным программам.

Должна быть запланирована научно-исследовательская работа студентов (НИРС). Планы работы университета и кафедр должны содержать соответствующие разделы НИРС. По планам должны работать студенческие научные кружки и даже группы по отдельным научным проблемам.

Рабочая программа – это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и задачами. Она состоит из двух разделов: методологического и процедурного.

Методологический раздел включает:

- формулировку проблемы или темы;
- определение объекта и предмета исследования;
- определение цели и постановку задач исследования;
- интерпретацию основных понятий;
- формулировку рабочих гипотез.

Формулировка проблемы (темы) – это определение задачи, которая требует решения (например, разработать биогазовую установку для фермерского хозяйства).

Определение объекта и предмета исследования является важным методологическим этапом научно-исследовательской работы (например, получение необходимого объема газа, его очистка и использование для определенных целей).

Цель исследования – общая направленность на конечный результат (например, получение газа с целью снижения потребления других источников энергии).

Интерпретация основных понятий – это разъяснение значения основных понятий с теоретической и эмпирической позиций (например, источники получения газа, их эффективность и т. д.).

Гипотеза и ее формулировка выдвигается для объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов, является важным инструментом решения исследовательских задач.

Планы научных исследований бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Разведывательный план применяется тогда, когда об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу.

Описательный план используется, когда можно выделить объект и предмет исследования и сформулировать описательную гипотезу. Цель плана – проверить эту гипотезу, описать факты, характеризующие объект исследования.

Экспериментальный план применяется, когда сформулированы научная проблема и объяснительная гипотеза. Цель плана – определение причинно-следственных связей в исследуемых объектах.

В процедурной части программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования [3, 6, 7, 20, 22, 24].

1.5. Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов

Основой совместного анализа теоретических и экспериментальных данных исследований является сопоставление выдвинутой рабочей гипотезы с опытными данными наблюдений. Теоретические и экспериментальные данные сравнивают методом сопоставления соответствующих графиков. Критериями сопоставления могут быть средние и максимальные отклонения экспериментальных результатов от данных, установленных расчетом на основе теоретических зависимостей. Возможны также вычисления среднеквадратичных отклонений и дисперсии. Однако более достоверными следует считать критерии адекватности (соответствия) теоретических зависимостей экспериментальным.

В результате теоретико-экспериментального анализа могут возникнуть три результата.

Установлено полное или достаточно хорошее совпадение рабочей гипотезы. В результате эта гипотеза превращается в доказанное теоретическое положение – в теорию.

Экспериментальные данные частично подтверждают положение рабочей гипотезы и в той или иной части противоречат ей. В таком случае рабочую гипотезу изменяют или перерабатывают так, чтобы она наиболее полно соответствовала результатам эксперимента. Чаще всего производят корректировочные эксперименты с целью подтвердить изменения рабочей гипотезы, после чего она также превращается в теорию.

Рабочая гипотеза не подтверждается экспериментом. Тогда ее критически анализируют и полностью пересматривают. Затем проводят новые экспериментальные исследования с учетом новой рабочей гипотезы.

Отрицательные результаты научной работы, как правило, не бывают бросовыми, они во многих случаях помогают выработать правильные представления об объектах, явлениях и процессах.

После выполнения анализа принимают окончательные решения, которые формулируют как заключения, выводы или предложения.

Эта часть работы требует высокой квалификации, т. к. необходимо кратко, четко, научно выделить то новое и существенное, что является результатом исследования, дать ему исчерпывающую оценку и определить пути дальнейших исследований.

Обычно по одной теме не рекомендуется составлять много выводов (не более 5–10). Если же помимо основных выводов, которые отвечают поставленной цели исследования, можно сделать еще и другие, то их формулируют отдельно для того, чтобы не снизить значения конкретных результатов по основной задаче темы.

Глава 2. Поиск, накопление и обработка научной информации

2.1. Научная информация и ее источники

Умственный труд в любой его форме всегда связан с поиском информации. Система поиска все время усложняется, она уже превратилась в специальную отрасль знаний. Знания и навыки в этой области становятся все более обязательными для любого специалиста.

Понятие подготовленности специалиста складывается из следующих основных элементов:

- четкого представления об общей системе информационных ресурсов и возможностей использования информационных источников в своей области;
- знания всех возможных источников информации по своей специальности;
- умения выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с его задачами и условиями;
- наличия навыков в использовании библиографических и информационных материалов.

Характерной чертой развития современной науки является появление огромного количества новых научных данных, получаемых в результате научных исследований. Ежегодно в мире издаются миллионы книг, журналов и других информационных источников по различным вопросам. Таким образом, отыскать сведения, которые необходимы для подтверждения доказательств новизны научных разработок, – сложная задача не только для одного научного работника, но и для большого коллектива. Недостаточное использование мировой информации по конкретной теме, разработке, т. е. по объектам промышленной собственности приводит к дублированию научных разработок в разных областях науки и техники.

Документальные источники научной информации содержат в себе основной объем сведений, которые используются в научной, преподавательской и практической деятельности. Информация имеет свойство «стареть». Это объясняется появлением новой печатной и неопубликованной информации или снижением потребности в данной информации. Интенсивность падения ценности информации («старения») ориентировочно составляет 10 % в год для книг и 10 % в месяц для журналов.

Все документальные источники научной информации делятся на **первичные и вторичные**.

Первичные документы содержат исходную информацию, непосредственные результаты научных исследований (монографии, сборники научных трудов, авторефераты, диссертации, патенты и описание к ним и др.).

Вторичные документы являются результатом аналитической и логической переработки первичных документов (справочные, информационные, библиографические и т. п.).

Приступая к поиску необходимых сведений, следует четко представлять, где их можно найти и какие возможности в этом отношении имеют те орга-

низации, которые функционируют для этой цели, – **библиотеки с разным научно-техническим направлением и органы научной информации.**

Библиотеки. В первую очередь это библиотеки научные и специальные, т. е. предназначенные для обслуживания ученых, преподавателей и специалистов различного профиля. Формы обслуживания читателей у них в основном одинаковые:

- справочно-библиографическая;
- читальный зал;
- абонемент;
- межбиблиотечный отдел;
- заочный абонемент;
- изготовление фото- и ксерокопий.

Для справочно-библиографического обслуживания каждая библиотека имеет специальный отдел, в котором в дополнение к системе каталогов и картотек собраны все имеющиеся в библиотеке справочные издания, позволяющие ответить на вопросы, связанные с подбором литературы по определенной теме, уточнением фамилий авторов, названия произведения и т. д.

Задачей библиографических отделов является также обучение читателей правилам пользования библиотечными каталогами и библиографическими указателями.

Научная и специальная литература издается ограниченным тиражом, поэтому в научных и специальных библиотеках основной формой обслуживания является читальный зал.

При пользовании абонементом нужно помнить, что для облегчения и ускорения подбора книг в заявке необходимо точно указывать все данные книги и ее шифр, указывающий на место ее хранения.

Межбиблиотечный абонемент (МБА) представляет собой территориально-отраслевую систему взаимного использования фондов всех научных и специальных библиотек. Присланные на определенный срок книги из специальной библиотеки выдаются для работы в читальном зале.

Заочный абонемент обслуживает иногородних читателей по их заявке необходимой книги с почтовой пересылкой.

Большое распространение в нашей стране получает изготовление фото- и ксерокопий материалов из книг и журналов. Это дает возможность получить доступ для работы с источником в его подлинном виде.

Реферативный журнал (РЖ) – основное информационное издание, содержащее преимущественно рефераты, аннотации и библиографические описания литературы, представляющей наибольший интерес для науки и практики.

Алфавитный каталог – по нему можно установить, какие произведения того или иного автора имеются в библиотеке.

Каталоги и картотеки – это принадлежность любой библиотеки и справочно-информационных фондов бюро научной информации. Под **каталогом** понимается перечень документальных источников информации, имеющих в фонде библиотеки или бюро научно-технической информации (НТИ).

Систематический каталог – карточки сгруппированы в логическом порядке по отдельным отраслям знаний. С его помощью можно выяснить, по

каким отраслям знаний и какие именно произведения имеются в библиотеке, подобрать нужную литературу, а также установить автора и название книги, если известно ее содержание.

Последовательность расположения карточек систематического каталога всегда соответствует определенной библиографической классификации. В нашей стране две такие классификации:

- универсальная десятичная классификация (УДК);
- библиотечно-библиографическая классификация (ББК).

В основу Универсальной десятичной классификации (**УДК**) положен десятичный принцип, в соответствии с которым вся совокупность знаний и направлений деятельности условно разделена в таблицах УДК на десять отделов, каждый из которых разделен на десять подотделов, те в свою очередь на десять подразделений и т. д. При этом каждое понятие получает свой цифровой индекс.

Индексы, составленные по основным таблицам УДК, называются простыми. Для удобства произношения каждые три цифры в них, считая слова, отделяются от последующих точкой (например, 549.76). В УДК имеется некоторое количество «**Таблиц определителей**», содержащих понятия, необходимые для индексирования произведений по их дополнительным признакам. Каждый из этих признаков, выраженный соответствующей цифрой, имеет свой особый символ для выделения в общем ряду.

Универсальная десятичная система служит основой для библиографических и реферативных изданий по естественным наукам и технике для организации систематических каталогов научно-технических библиотек.

Принятая в систематическом каталоге классификационная система отражается с помощью карточек-разделителей, на выступах которых пишутся индексы и направления отделов, подотделов и рубрик от общих понятий к частным в порядке детализации того или иного раздела классификации.

Предметный каталог. Задачей этого каталога, так же как и систематического, является группировка литературы по ее содержанию. Рубрификация предметных каталогов производится в соответствии с «рубрикаторами», имеющимися по всем отраслям знаний. Рубрики предметного каталога расставлены, как правило, в порядке алфавита первых слов. Поэтому в одном алфавитном ряду оказываются предметы, логически между собой не связанные.

Библиографические указатели – это перечни литературы, составленные по тому или иному принципу.

Подготовкой различного рода библиографических изданий занимаются многие организации: крупные библиотеки, институты научно-технической информации, многие научные учреждения и учебные заведения.

Работа с книгой. Умение работать с книгой – это умение правильно оценить произведения, быстро разобраться в его структуре, взять и зафиксировать в удобной форме все, что в нем оказалось ценным и нужным.

Работа с книгой – процесс сложный. Обусловлено это прежде всего тем, что чтение научно-литературных произведений всегда связано с необходимостью усвоения каких-то новых понятий.

Умением работать с литературой обладают далеко не все. Наиболее частые ошибки – отсутствие должной целенаправленности в чтении, недоста-

точное использование справочного аппарата, нерациональная форма записи прочитанного. Все это снижает эффективность умственного труда, приводит к непроизводительным тратам времени.

Техника чтения. Одной из особенностей чтения специальной литературы является то, что оно должно протекать в определенной последовательности: сначала предварительное ознакомление с книгой и только после этого ее тщательная проработка.

Предварительное ознакомление с книгой. Ценность каждого научного произведения колеблется в весьма широких пределах. Далеко не любую книгу следует читать полностью. В ряде случаев могут быть нужны лишь отдельные ее части.

Для экономии времени и определения целей и подходов к чтению книги рекомендуется начинать с предварительного ознакомления с ней в целях общего представления о произведении и его структуре, организации справочно-библиографического аппарата. При этом необходимо принять во внимание все те элементы книги, которые дают возможность оценить ее должным образом. Делать это лучше всего в следующей последовательности: название; автор; издательство (или учреждение, выпустившее книгу); время издания; аннотации; оглавление; авторское или издательское предисловие; справочно-библиографический аппарат (указатели, приложения, перечень сокращений и т. д.).

Предварительное ознакомление может дать четкий ответ о целесообразности дальнейшего чтения книги, в каких отношениях она представляет интерес и какими должны быть способы ее проработки, включая наиболее подходящую для данного случая форму записей.

Чтение книги. Существуют два подхода к чтению научно-литературного произведения: быстрый (беглый) просмотр его содержания и тщательная проработка текста в целом или отдельных его частей.

Быстрый просмотр содержания книги необходим в тех случаях, когда предварительное ознакомление с ней не дает возможности определить значения книги по интересующему вопросу. Быстрый просмотр книги – по существу «поисковое» чтение.

Тщательная проработка текста (можно назвать ее «сплошным» чтением) – это усвоение его в такой степени, в какой необходимо по характеру выполняемой работы. Текст надо обязательно понять, расшифровать определенные сложные понятия, осмыслить содержание. Усвоить прочитанное – значит понять все так глубоко и продумать так серьезно, чтобы мысли автора, соединяясь с собственными мыслями, превратились бы в единую систему знаний по данному вопросу.

Эта цель достигается легче тогда, когда уровень подготовки специалиста выше и он больше знаком с тематикой изучаемой литературы. Нужно помнить о том, что чтение специальной литературы – это процесс накопления и расширения знаний.

В процессе чтения могут возникать затруднения при определении логической структуры материала книги, т. к. она бывает различной не только в каждой книге, но может меняться от главы к главе и от страницы к странице в одной и той же работе.

Главные мысли любого сочинения можно понять и усвоить только в том случае, если в полной мере уяснена схема его построения. Необходимо проследить последовательность хода мыслей автора, логику его доказательств, установить связь между отдельными положениями, выделить то главное, что приводится для их обоснования, отделить основные положения от иллюстраций и примеров. И именно при таком подходе становится возможным понять его и по-настоящему усвоить.

Проведение такого анализа значительно облегчится, если все это попытаться изобразить на бумаге в текстовой форме, выписывая главные положения, или в форме графической схемы, на которой можно наиболее наглядно представить всю картину логических связей изучаемого явления. Усвоению тех или иных построений автора способствует так же система подчеркиваний и выделений в тексте книги и нумерации отдельных положений. В данном случае речь идет о книгах из личной библиотеки.

В процессе чтения могут попадаться непонятные слова, термины в различных контекстах, различного рода сокращения. Все это затрудняет чтение, может приводить к искажению смысла текста. Необходимо приучить себя к **обязательному уточнению всех терминов и понятий**, по поводу которых возникают хоть какие-либо сомнения. Очень важно всегда иметь под рукой необходимые справочники и словари.

Критическое и творческое восприятие литературных данных должно прийти само по себе по мере накопления опыта. На определенном профессиональном уровне могут возникнуть те или иные несогласия с взглядами отдельных авторов, появиться аргументированные доводы против каких-то их положений и возможность сопоставить со своими взглядами. Чтение – это стимуляция идей. Внимательное ознакомление с любым текстом должно вызывать какие-то мысли, соображения, даже гипотезы, отвечающие собственным взглядам на вещи. Все эти вопросы находятся вне того, что касается техники чтения.

Записи при чтении. Чтение научной и специальной литературы, как правило, должно сопровождаться ведением записей. **Это обязательное условие**, а не вопрос вкуса или привычки. Необходимость ведения записей в процессе чтения неотделима от самого существа использования книги в работе, будь то наука или практика. Не случайно всегда говорится о необходимости чтения с «карандашом в руке». Ведение записей способствует лучшему усвоению прочитанного, дает возможность сохранить нужные материалы в удобном виде, помогает закрепить их в памяти, позволяет сохранить время на поиск при повторном обращении к данному источнику. Рациональными записи могут быть лишь в том случае, если соблюдены некоторые общие требования к их ведению и правильности выбора их формы.

Следует выработать в себе умение читать и вести записи в любых условиях. Особенно важно быть дисциплинированным в отношении немедленной и обязательной записи **оригинальных мыслей**, появившихся в процессе чтения. Нужно помнить, что они являются **результатом ассоциаций**, которые в других условиях невозможны.

Записи должны быть предельно полными. Их чтение, как правило, занимает гораздо меньше времени, чем повторное обращение к книге. Необходимо предвидеть и будущую потребность в материале, который имеется в книге, и, в пределах целесообразного, взять из нее все, что только можно.

Для уменьшения времени чтения записей и легкости их использования нужно стремиться к лаконизму в изложении и использованию всякого рода сокращений. Большую экономию времени дает также применение условных знаков – символов (например, математических: =, >, < и т. д.). Можно вводить и любые понятные себе знаки.

К технике записей относится также вопрос о форме как о лучшем способе систематизации любых материалов. Практические рекомендации – вести записи только на одной стороне листа. При этом ускоряется их поиск и систематизация, становится возможным производить любые вставки в тексте, использовать записи при работе над докладами и рукописями научных произведений.

В отношении каждого отдельного вида записей имеется ряд правил и практических приемов их ведения, направленных на то, чтобы они наиболее полно отвечали своему названию.

Выписки. По своему характеру они очень разнообразны, но в отношении их следует сказать об определенных требованиях. Прежде всего – особая тщательность записей. Любая небрежность в выписке данных из книги может привести к потере времени на их уточнение или повторный поиск. Выписывают все те данные, которые представляют интерес для работы. Текстовые выписки – цитаты – могут быть переданы своими словами. Дословно выписывать следует то, что обязательно должно быть передано именно в той форме, в какой это было у автора книги.

В некоторых случаях бывает целесообразным использовать формализованные выписки. В таких случаях используют листы или карточки с заранее подготовленными формами (строки, графы). Это ускоряет выборку из книги нужных данных. Примером, облегчающим работу с книгой, является использование закладок с надписями.

К **аналитической группе записей** относятся оценочные записи по отдельным книгам, занесенные на библиографические карточки личной картотеки. Этим фиксируется факт, что данная книга была просмотрена или проработана.

К сложным видам записей относятся тезисы и конспекты.

Тезисы (от греч. «положение») – это основные положения книги. Для их составления требуется достаточно полное усвоение содержания произведения, четкое представление о его основной идее и главных положениях, утверждаемых автором. Располагает тезисы следует в логической последовательности, в которой изложены основные идеи книги.

Одним из наиболее часто применяемых видов записей является **конспект**, т. е. краткое изложение прочитанного. В буквальном смысле слово «конспект» означает «обзор». Его надо составлять как обзор, содержащий основные мысли произведения, без подробностей и второстепенных деталей. Слишком подробный конспект – это уже не конспект. В ряде случаев можно использовать конспект, где все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы (формализованный конспект).

Табличная форма конспекта применяется при подготовке единого конспекта по нескольким источникам, особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, которые обеспечивают информацию о характеристиках однотипных предметов или явлений.

Еще одна форма конспекта – **графическая**. Элементы конспектируемой работы в графическом конспекте располагаются по значению понятий и взаимосвязи между ними (иерархия понятий). На первой горизонтали находится формулировка темы, на второй – основные положения, которые в нее входят. По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части.

Словарь терминов и понятий связан с необходимостью аналитической переработки текста. Составление такого словаря и точное толкование всех специальных терминов и понятий связано с необходимостью длительного поиска в справочниках и руководствах. В связи со сложностью специальной терминологии, наличием множества всевозможных сокращений ведение подобного словаря обязательно для специалиста любого уровня подготовки [4, 8, 10, 11, 14, 20, 21, 30].

2.2. Патентная информация и документация

Государственная система информации представляет собой сеть взаимосвязанных информационных центров и служб информации, которые функционируют в составе территориальных, отраслевых органов научно-технической информации предприятий, организаций и учреждений нашей страны.

Одним из основных хранилищ информации об интеллектуальной собственности является Республиканская научно-техническая библиотека – РНТБ (г. Минск, пр. Победителей, д. 7, 5–6 этажи).

Государственный патентный фонд (ГПФ) функционирует на основе РНТБ и является основным центром, который располагает полным фондом патентной документации, имеет и сохраняет все направления своей деятельности. Тематическая полнота комплектования достигается политематическим комплектованием по основным разделам Международной патентной классификации.

Патентный фонд РНТБ является крупнейшим хранилищем документации (32 млн экземпляров), имеются фонды патентной документации 70 стран и 6 международных организаций.

Патентная информация является важной частью научно-технической информации, т. к. она отражает результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских (прикладных) работ (НИОКР), направленных на разработку новых или совершенствование известных технических средств или материалов, которые будут использованы непосредственно в эксперименте.

Патентный документ содержит обширный набор информации, которой нет ни в одном другом информационном источнике. В нем отражены правовые, технические и экономические аспекты создания нового объекта промышленной собственности.

Глава 3. Выбор направления научного исследования и этапы научно-исследовательской деятельности

3.1. Организация научной деятельности

Анализ научной литературы показывает, что большинство авторов придерживается мнения, что любой инновационный процесс должен заканчиваться выпуском на рынок нового продукта, услуги, технологии. В любом случае средства труда и предметы труда должны обладать потребительской стоимостью.

Инновационный процесс характеризуется высоким уровнем неопределенности и риска, сложностью прогнозирования конечных результатов, т. к. он направлен на создание новых продуктов, технологий или услуг.

Основой инновационного процесса являются научные исследования (стадия «наука»). Они включают фундаментальные исследования (ФИ), прикладные исследования (ПИ), научно-технические разработки (НТР).

Фундаментальные исследования можно разделить на теоретические фундаментальные исследования (ТФИ) и поисковые фундаментальные исследования (ПФИ), которые служат первичным этапом инновационного процесса. Задачей поисковых фундаментальных исследований (ПФИ) является создание изделий и технологий с неизвестными ранее свойствами. В поисковых исследованиях намечена цель работы, в общем ясны основы исследуемого явления, но не известны конкретные направления. В ходе прикладных исследований находят или не находят подтверждения теоретические предположения и идеи. Фундаментальные исследования выступают в качестве генератора идей, открывают пути и новые области знаний [12, 14, 15, 16].

Базой развития прикладных исследований являются как фундаментальные, так и самостоятельные научные разработки. Такие исследования направлены на практическое применение открытых ранее процессов и явлений.

Прикладные исследования включают научно-исследовательские работы (НИР), информационные работы (ИР), организационно-экономические работы (ОЭР), научно-учебные работы (НУР).

НИР прикладного характера ставят своей целью решение технических проблем, уточнение неясных теоретических результатов, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве научно-технического задела при выполнении НТР.

Информационные работы – научные работы, направленные на улучшение поиска и совершенствование анализа научно-технической информации. Важнейшей частью ИР являются **патентные исследования** [5, 21, 29].

Организационно-экономические работы направлены на совершенствование организации, управления и планирования производства, методов организации труда, классификации и оценки эффективности научных работ.

Научно-учебные работы осуществляются с целью подготовки кандидатских и докторских диссертаций, монографий, научных статей, учебных пособий, а также учебных и научных работ аспирантов, соискателей и студентов.

На стадии прикладных исследований получают результаты в виде научных отчетов, рекомендаций, изобретений, лабораторных установок, макетов.

Научно-технические разработки включают опытно-конструкторские (ОКР) и опытно-технические (ОТР).

Главная цель ОКР – практическое применение научных исследований по созданию образцов новой техники, материалов. Результатом ОКР является документация, которую можно использовать в производстве. На основе документации изготавливается, испытывается и доводится до процесса производства опытный образец новой техники.

Опытно-технические работы (ОТР) направлены на модернизацию, совершенствование и разработку новой технологии производства [5, 8, 9, 10, 21, 25].

3.2. Специфика научной и инновационной деятельности высших учебных заведений

Специфика научной и инновационной деятельности высших учебных заведений состоит в том, что ее первоочередной целью является обеспечение подготовки квалифицированных кадров для разных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Поэтому в работе учебных заведений должно быть естественное сочетание работы научных, учебных и инновационных подразделений в интересах подготовки квалифицированных специалистов. Наука и образование представляют собой две стороны единого процесса подготовки специалистов высокой квалификации, уровень которых должен соответствовать требованиям развития науки, техники и культуры [5, 7, 19, 25].

3.3. Этапы выполнения научно-исследовательской работы студентов (НИРС)

Подготовительный этап: выбор темы, обоснование необходимости проведения исследований, разработка плана или программы научного исследования (оборудование, приборы), определение гипотез, цели и задач исследования; по материалам исследований нужно установить нерешенные задачи предыдущих исследований.

Первый (исследовательский) этап: знакомство с литературой и материалами ранее проведенных исследований; выполнение разработанных методик.

Второй этап: обсуждение полученных результатов.

Третий этап включает оформление результатов исследования в виде курсовой или дипломной работы (уточнение заглавия, названий глав, параграфов, подготовка черновой рукописи и ее редактирование, оформление текста, списка использованной литературы и приложений).

Четвертый этап состоит в практическом использовании результатов исследования [9, 10, 22].

В вузах научная и инновационная деятельность выполняет многие функции. Это производство знаний, вклад в ускорение темпов научно-технического развития, а также воздействие на совершенствование организации

учебного процесса, повышение качества подготовки специалистов и квалификации научно-педагогических работников.

Одно из преимуществ вузовских научных исследований состоит в том, что они в основном носят комплексный характер. В вузе сосредоточены специалисты различных профилей, что способствует выполнению комплексных тем на стыке различных наук. Результативность и экономичность научной деятельности в вузах повышается в связи с постоянным участием в ней преподавателей, аспирантов, студентов.

Развитие исследований по актуальным проблемам научно-технического прогресса оказывает большое влияние на все стороны учебного процесса, на содержание учебных курсов, техническую оснащенность, классификацию профессорско-преподавательского состава, научно-исследовательскую работу студентов (НИРС), методику обучения, организацию и планирование учебного процесса [19, 29].

Высшая школа обладает значительным интеллектуальным потенциалом, готовит высококвалифицированных специалистов для производства, она также должна проводить научные исследования, предлагать их результаты производству с целью повышения его научно-технической оснащенности и эффективности. Для выполнения этой роли высшая школа должна быть хорошо связана с практикой и использовать условия реального производства.

В системе высшего образования необходима деятельность различных научно-технических организаций, которые должны создавать условия поиска различных вариантов проведения исследований и разработок. В ближайшем будущем структура научных подразделений ВУЗов будет меняться, но основные функции и задачи научно-исследовательских подразделений должны способствовать интеграции образования, науки и производства.

В настоящее время в вузах функционируют проблемные научно-исследовательские лаборатории (ПНИЛ), научно-исследовательские институты (НИИ), опытные производства, научно-исследовательские сектора (НИС), научно-исследовательские части (НИЧ) учебно-производственных объединений (УНПО) и другие научно-исследовательские подразделения.

В УНПО осуществляется согласование учебной и практической деятельности выпускников, всестороннее развитие их личности, используется материальная база предприятий, находит применение в производстве опыт и знания профессорско-преподавательского состава. УНПО создаются на основе договоров, заключаемых вузами и предприятиями определенной отрасли хозяйства.

УНПО как форма интеграции науки, производства и высшего образования способствует повышению уровня профессиональной подготовки студентов, что заключается в организации на производстве филиалов кафедр вузов.

Заводская кафедра – это структурное научно-учебное подразделение вуза. Она входит в состав соответствующего факультета. Основными ее задачами являются: чтение учебных курсов и их отдельных разделов, проведение лабораторных и практических занятий, организация и проведение учебных и произ-

водственных практик, проведение научно-исследовательской работы студентов (НИРС), курсового и дипломного проектирования, научной работы аспирантов и соискателей по тематике предприятия, стажировка молодых специалистов.

Для проведения лабораторных занятий и совместных работ по перспективным направлениям научных исследований кафедры на производстве организуются специализированные учебно-научные лаборатории.

Важной формой развития связи вузовской науки и производства в нашей стране должны стать **технопарки** (Постановление Совета министров Республики Беларусь № 1016 от 31.07.2003 г.). Основой деятельности технопарков, инновационных центров, центров трансфера (передачи) технологий является создание условий, благоприятных для организации, развития и деятельности малых инновационных предприятий для ускорения производственного освоения результатов НИОКР (продукции интеллектуальной собственности) и доведения их до потребителя на коммерческой основе.

В связи со стремительным нарастанием объема информации во всех областях знаний происходит быстрое сокращение жизненного цикла приобретенных студентами знаний, т. е. приобретенные знания в какой-то мере устаревают. Поэтому подготовка квалифицированного специалиста должна основываться на современных конкретных научных, технических, производственных проблемах, связанных с получением новых знаний и рыночных запросов общества (потребителей).

Как пишут М. И. Демчук и А. Т. Юркевич, профессиональная подготовка специалистов должна способствовать решению ими проблем двух уровней сложности [19].

Первый уровень – это решение частных задач в рамках своей предметной области деятельности (в технике, например, приборов, материалов, технологических процессов их изготовления, т. е. создание того, что принято называть объектами интеллектуальной собственности). Их создание требует владения специальными знаниями и профессиональными навыками, умения самостоятельно выбирать, а при необходимости и разрабатывать методы решения поставленных перед ним задач.

Второй уровень – это решение более сложных проблем, связанных с созданием органично действующих человеко-машинных модулей и систем на основе интеграции отдельных объектов интеллектуальной собственности в рамках комплексных технологий. Данная деятельность предполагает наличие знаний и навыков самостоятельной постановки цели и системной декомпозиции задач для достижения результата. Такой специалист должен иметь хорошее базовое специальное образование и практический опыт в своей профессиональной сфере.

3.4. Основные направления образовательной деятельности университетов

Важнейшей проблемой подготовки специалистов высокого уровня являются разработки необходимых учебно-методических материалов, методи-

ческих пособий, которые отвечают современным требованиям. Важнейшей особенностью учебных материалов является **междисциплинарность** подачи материалов и **системность** изложения проблем. Междисциплинарная и системная подача материала при подготовке специалистов необходима для преодоления **монодисциплинарности**. В настоящее время необходимо сотрудничество различных наук, культурных традиций для решения проблем инновационного развития и прогноза будущего развития общества. Для познания системных связей и умения разобраться в комплексных процессах необходимы соответствующие знания и способности.

В настоящее время развился нужный комплекс целеориентированных знаний, который состоит из блока специальных дисциплин, под названием **общая теория систем (ОТС)**, системный подход или системный анализ. В числе новых гуманитарных дисциплин можно выделить выдающиеся научные разработки XX в., которые содействуют научному прогрессу: кибернетику, общую теорию систем, логику аддитивного поведения, методологию принятия решения, теоретические основы маркетинга, основы компьютерного моделирования социально-экологических процессов и др.

Разработка учебных пособий на основе методологии системного подхода – это очень важное направление совершенствования образовательных процессов в нашей стране. Одной из важнейших целей образовательной деятельности является постоянное повышение качества усвоения предоставляемых знаний и расширение компетенции будущего специалиста.

Первостепенная ориентация высшей школы на качество подготовки своих выпускников показывает основную особенность и проблему образовательных процессов.

3.5. Результаты творческой научно-исследовательской деятельности

В научной и учебной литературе используют понятия «инновация», или «нововведение» (см. главу 1): результаты творческой научно-исследовательской деятельности, направленной на разработку, создание, распространение новых видов изделий, технологий, внедрение новых организационных решений и т. д., которые удовлетворяют потребности человека и общества и, вместе с тем, вызывают социальные и другие изменения.

Это и результат творческого процесса в виде созданных (или уже освоенных) новых потребительских стоимостей, применение которых требует от использующих их лиц или организаций изменения привычных стереотипов деятельности и навыков.

Еще в начале XX в. Й. Шумпетер охарактеризовал и сформулировал закономерности технологической революции и подробно проанализировал подходы к классификации нововведений, выделив пять их разновидностей:

- новый, более эффективный метод производства известной продукции;
- открытие новых закономерностей сбыта известной продукции;
- открытие новых источников сырья или производства полуфабрикатов;
- реорганизация производства, которая ведет к подрыву какой-то установившейся в нем монополии [30].

Й. Шумпетер стремился к тому, чтобы термин «новшество» употреблялся в совершенном смысле: им должно было обозначаться решение предпринимателя о приведение в жизнь (впервые) новой идеи, которая касается технологии или другого вопроса, относящегося к управлению предприятием (заготовка материалов, сбыт продукции и т. д.).

Идея, предложение, проект, результат исследования, изобретение и т. д. хотя и выступают в качестве нового продукта, в чистом виде не являются нововведением, или инновацией. Только воплотившись в изделия, услуги, технологии, которые уже восприняты потребителями, они становятся инновациями, или нововведениями.

Выделяются три составляющих нововведения:

- потребность, подлежащая удовлетворению, т. е. функция или набор функций, которые нужно выполнить;
- концепция объекта или совокупности объектов, способная удовлетворить потребность, т. е. новая идея;
- компоненты, которые представляют совокупность имеющихся знаний, материалов и доступных технологий, позволяющих довести концепцию до рабочего состояния (пример 1).

Пример 1:

Отсоединяемый захват и горные лыжи.

Потребность: избежать утомительного подъема на лыжах по горному снежному склону.

Концепция: подъем с помощью движущегося вверх троса, к которому крепится захват.

Технология: механическая.

В зависимости от характера концепции, на которой основаны нововведения, различают:

- **инновации с технологической доминантой**, которые изменяют физические свойства товара на уровне производства, применения нового физического состояния или новых комплексных систем. Они возникают в результате применения точных наук в производственной практике и создаются в научных организациях и подразделениях научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (табл. 1);
- **инновации с коммерческой или маркетинговой доминантой**, которая касается вариантов управления сбытом и коммуникациями как составляющими процесса коммерческой реализации товара или услуги (табл. 2).

Таблица 1

Инновации с технологической доминантой

Инновация	Пример
Применение нового компонента	Стальной корд в покрышках
Применение нового материала	Пенополиуретан
Создание новых изделий	Цифровой телевизор
Создание нового физического состояния	Растворимый кофе
Создание новых комплексных систем	Скоростной поезд

Инновации с коммерческой или маркетинговой доминантой

Инновация	Пример
Новое средство платежа	Кредитная карточка
Новая презентация товара	Карманное издание книги (pocket book)
Новый вид рекламы	Плакаты на автобусных остановках
Новое применение известного товара	Кофе «3 в 1»
Новый способ коммуникаций	Интернет
Новый способ продаж	Интернет-магазин, телемаркетинг

Границы между этими формами инноваций не четкие, и технологические нововведения часто приводят к коммерческим нововведениям.

Инновации имеют две основные особенности:

- новизну применения данной потребительской стоимости для удовлетворения какой-то общей потребности (рыночная новизна);
- новизну научной идеи или технического решения, лежащую в основе нововведения.

Научно-техническая новизна – это обязательное свойство изобретения, или научно-технического ноу-хау, а не нововведения. Если инновация основана на одном или нескольких изобретениях или ноу-хау, то она, кроме рыночной, обладает и научной новизной.

Для производителя степень научно-технической новизны имеет важное значение: **первенство позволяет монополизировать право на идею с помощью патентов и секретов производства.** Монопольное право производителя в сочетании с исключительными свойствами товара, которые обеспечивают потребителям значительно больший эффект на единицу цены по сравнению с прежними изделиями, позволяют фирме на определенный период сохранить устойчивое экономическое положение.

3.6. Классификация научно-исследовательских работ

Полный научно-исследовательский цикл состоит из относительно самостоятельных этапов и стадий: **наука, производство, потребление.** Этапы определяют последовательность прохождения пути от научного знания к реальному продукту.

Начальной стадией инновационного цикла является наука. Она обеспечивает познание объективных законов природы и превращение этого знания в научный информационный продукт, который может использоваться в производстве [8, 21, 22, 25].

Стадия «наука» включает:

- фундаментальные исследования (ФИ);
- прикладные исследования (ПИ);
- проектно-конструкторские работы (ПКР).

Эти составляющие тесно связаны между собой и взаимно стимулируют друг друга.

Непосредственная цель фундаментальных исследований заключается в выработке и теоретизации объективных знаний о действительности,

в описании, объяснении и предсказании процессов и явлений действительности на основе открываемых законов. Этим исследованиям свойственна максимальная неопределенность получения положительных результатов.

Прикладные исследования направлены на разработку на базе открытого нового явления вариантов конкретных технологий и изделий, которые могут найти своих потребителей. Исследования ведутся по разным направлениям. Но большая часть из них прекращается. Остается вариант, который обеспечивает вполне ясное представление о будущей инновации (содержательная характеристика, рабочие параметры процессов или изделий, оценка будущих затрат и экономическая эффективность и т. д.). Целевая направленность прикладных исследований и высокая вероятность достижения конечных результатов позволяют организовать их выполнение на плановой основе.

Проектно-конструкторские работы предполагают дополнительное исследование нескольких альтернатив будущего нововведения с целью выбора окончательного варианта. Этот выбранный вариант разработки (например, промышленный образец – полезная модель, изобретение) детально прорабатывается: разрабатываются рабочие чертежи, изготавливается действующая модель или опытный образец изделия, проводятся его испытания и другие действия.

Результатом этого проекта служит полный комплект документов, необходимых для принятия решения о начале подготовки промышленного производства. На данном этапе прикладных исследований идет работа по постановке нововведения на бухгалтерский учет, введению изделия в гражданский оборот, коммерческому использованию объекта инноваций и т. д.

Все эти положения осваиваются студентами при изучении дисциплины «Основы управления интеллектуальной собственностью». На стадии производства осуществляется выпуск продукции (услуг) на основе использования результатов предыдущих этапов инновационного цикла.

3.7. Круговая (кибернетическая) модель инновационного процесса

Большое значение в создании нововведений имеют обратные связи. Они представляют информацию о результатах работы на его этапах, которая передается на предыдущие этапы. Содержание информации при этом может подтверждать правильность принятых ранее решений или отрицать необходимость дальнейшей работы над проектом.

Обратные связи содержат сведения по следующим направлениям:

- недоработки при подготовке производства новой продукции, дополнительных требованиях к проектно-конструкторской проработке продукции;
- предложения производителей по улучшению технологии производства продукции;
- отношение потребителя к продукции и ее выявленным дефектам, появление конкурентной продукции на рынках и т. д.

Информация по обратной связи оказывает значительное влияние на эффективность инновационных процессов. Основная информация, которая необходима

всем специалистам, занятым в создании нововведения, – это желания потребителей, их предпочтения, оценка ими поступившей на рынок продукции.

Кибернетическая модель процесса представляется в виде системы (круга), которая включает этапы инновационного цикла и взаимосвязи между ними: результаты исследований, разработка, опытное производство, маркетинг, сбыт, исследования. Данная модель выражает непрерывность и автономность общественного процесса обработки информации.

Здесь невозможно определить начало инновационного процесса обработки или его окончание: вместе с образованием системы начинается непрерывная обработка информации, серия инноваций, безостановочное обновление.

Кибернетическая модель инновационного процесса основана на том, что знания, создаваемые на любых стадиях, считаются товаром, т. е. объектами интеллектуальной собственности. Это позволяет при их реализации как компенсировать затраты на производство, так и обеспечить дальнейшее развитие инновационного процесса.

3.8. Управление инновационными проектами

3.8.1. Определение понятия «проект»

Проект – это совокупность задач или мероприятий, связанных с достижением запланированной цели, которая обычно имеет уникальный и неповторяющийся характер. Понятие «проект» также можно рассматривать как:

- деятельность, мероприятие, предлагающее осуществление комплекса каких-либо действий, обеспечивающих достижение определенных целей;
- систему технических, организационно-правовых и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления каких-либо действий.

Как было отмечено раньше, появление на рынке инновации («что-то новое») – результат выполнения разнообразных и относительно обособленных работ:

- научных исследований по разным темам;
- проектно-конструкторских разработок;
- создания опытных образцов изделия и их испытаний;
- подготовки производства изделий;
- выпуска опытной партии;
- исследования реакции потребителя на появление нового изделия;
- проведения рекламной кампании;
- организации серийного производства изделия;
- создания сети сбыта и т. д.

Эти и другие работы выполняются разными подразделениями определенной компании. Какая-то часть работ может осуществляться другими фирмами по специальным договорам.

Проект обладает определенными отличительными сроками начала и конца; ограниченными ресурсами и другими признаками. Это связано с существованием различных организационных подходов реализации работ у разных фирм.

Под определение «проект» подпадает огромное количество видов человеческой деятельности – от производства продукции предприятием до введения дисциплин в профессиональную образовательную программу и проекты, например, в области телекоммуникаций. Проекты различаются в зависимости от:

- отрасли экономики и социальной сферы (промышленность, строительство, транспорт, здравоохранение, туризм и т. д.);
- срока реализации, объема необходимых инвестиций (краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные);
- степени охвата этапов инновационного процесса (полные инновационные проекты, включающие НИР, ОКР, освоение новшеств и его коммерциализацию, неполные инновационные проекты, включающие отдельные этапы инновационного процесса).

В настоящее время количество реализуемых проектов и их сложность стали резко возрастать. Особенно это заметно в аэрокосмической промышленности, робототехнике, связи, военном деле.

3.8.2. Общие положения оценки проектов

К важнейшим областям принятия решений в инновационной деятельности относятся:

- отбор проектов для реализации;
- прекращение работы над проектом до его завершения.

Основное различие между ними связано с качеством информации, на основе которой принимаются решения.

Оценка проектов должна производиться как на первоначальном их отборе, так и в период их реализации. Она служит элементом системы оперативного управления инновационными процессами [5, 7, 19, 22].

К основным факторам, которые необходимо учесть при оценке проектов, относятся:

- финансовые преимущества, ожидаемые от реализации проекта;
- воздействие оцениваемого проекта на другие, имеющиеся в портфеле организации;
- влияние проекта в случае его успеха на экономику организации в целом. Финансовые преимущества – главное, что ожидается от реализации проекта.

Успех проекта часто зависит от многих факторов, которые не учитываются при изобретении, например, экономические оценки, но их следует принимать во внимание на самых ранних стадиях отбора и оценки проектов.

Считается, что невозможно составить исчерпывающего количества критериев, общих для разных проектов и организаций.

Важные качественные критерии отбора проектов (**6 групп**):

- оценка проекта с позиций его соответствия стратегии и ценностям организации (соответствие проекта представлениям потребителей о фирме, отношению фирмы к риску, к нововведениям и др.);
- оценка рыночных перспектив проекта (оценка общей емкости рынка, вероятности коммерческого успеха, объема продаж, ценообразования, стартовых затрат и др.);

- научно-технические критерии осуществления проекта (вероятность технического успеха, стоимость и время разработки, патентная чистота, воздействие на другие проекты и т. д.);

- финансовые критерии (стоимость НИИОКР, вложения в производство, в маркетинг, наличие финансов в нужные периоды времени, размер прибыли, ожидаемая норма прибыли, эффективность проекта);

- производственные возможности осуществления проекта (наличие производственного персонала, соответствие существующим мощностям, цена и наличие материалов, издержка производства, безопасность производства и др.);

- внешние экологические критерии (возможные вредные воздействия продуктов и производственных процессов, влияние общественного мнения, современные перспективные законодательства, воздействие на уровни занятости и др.).

Качественные методы в большей степени применяются к проектам, которые ведут к радикальным инновациям. Один из подходов к отбору проектов связан с оценкой следующих факторов:

Преимущество: стоит ли осуществлять **этот** проект?

Время (срок): стоит ли осуществлять этот проект **сейчас**?

Устойчивость: стоит ли осуществлять этот проект, устойчивы ли изменения рынка в обозримом будущем?

Преимущество проекта зависит от двух фундаментальных факторов: **технического качества и потенциальной ценности.**

Техническое качество определяется на основе субъективной оценки рейтинга, который отражает следующие факторы:

- ясность целей проекта;
- степень существующих технических препятствий;
- степень существующих рыночных препятствий;
- соответствие уровня квалификации имеющегося персонала и технического оборудования;
- при успешной реализации проекта: насколько возможно найти применение новой технологии, процессу или услуге.

Рейтинг потенциальной ценности проекта основывается на оценке изменения положения предприятия на рынке, если реализация проекта будет иметь успех:

- компания может стать лидером на крупном рынке (рейтинг – 5);
- может добиться значительной доли рынка (рейтинг – 4);
- может добиться значительной доли на ограниченном рынке (рейтинг – 3);
- может добиться скромной доли на ограниченном рынке (рейтинг – 2);
- может иметь очень ограниченное влияние на сегодняшний рынок или иметь некоторое влияние на будущие рынки (рейтинг – 1).

Таким образом, выбор проектов осуществлен на основе матрицы при соединении технического качества и потенциальной ценности проекта, где явно предпочтительны те проекты, которые имеют высокий рейтинг. Проекты, лежащие в низкой рейтинговой зоне, нужно внимательно изучить с целью их модификации и повышения ценности.

3.8.3. Этапы разработки нового проекта

Маркетинговая ориентация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) должна быть обеспечена на всех этапах разработки нового продукта. Кратко охарактеризуем каждый этап и его задачи.

Первый этап – генерирование идеи нового продукта. На этом этапе нужно распределить усилия фирмы (предприятия) между разработкой оригинального продукта, модификацией уже существующего и копированием продуктов конкурентной фирмы.

Второй этап – отбор идей. Предполагает как можно более ранний отсев неудачных предложений, т. е. затраты на разработку товара существенно возрастают на каждом следующем этапе (оценка рейтинга товара, соотношение качество/цена, уровень конкуренции, маркетинг, финансы, производство – сводный индекс качества).

Третий этап – разработка концепции нового продукта и его проверка. Предполагает определение базового рынка продукта (описание физических характеристик продукта, перечень требований для разработчиков в научно-исследовательском секторе, оценка всех видов ресурсов).

Четвертый этап – разработка предварительного плана маркетинговой стратегии для выведения продуктов на рынок. Этот этап содержит три раздела:

- описание объекта, структуры целевого рынка и поведения на нем потребителей, показателей объема продаж, доли рынка и планируемой прибыли на несколько лет;
- сведения о планируемой цене товара, смете расходов на маркетинг в течение первого года;
- показатели объема продаж на перспективу.

Пятый этап – анализ возможностей производства и сбыта. Позволяет оценить привлекательность предложений на основе расчета предполагаемых показателей продаж, издержек и прибыли и проверить их на соответствие целям компании (фирмы).

Шестой этап – разработка продукта. Предполагает проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию одного или нескольких вариантов технического воплощения концепции продукта.

Создается **прототип**, который удовлетворяет следующим критериям:

- воспринимается потребителями как носитель всех основных свойств, изложенных в описании товара;
- безопасен и надежно работает;
- его себестоимость не превышает запланированных издержек производства.

Проводятся:

- функциональные испытания (подтверждается надежность и безопасность использованного продукта);
- потребительские испытания в различных формах: от приглашения пользователя в лабораторию до выдачи им образцов продуктов для пробного использования в домашних или производственных условиях.

Для проверки отношения потребителей к товарам используют методы, основанные на рейтинговой основе.

Седьмой этап – тестирование нового продукта в рыночных условиях. Продукту присваивается марочное название, проектируется упаковка и разрабатывается предварительная маркетинговая программа для проверки продукта в целях определения размеров рынка, реакции потребителей и дилеров на появление нового продукта.

Для тестирования разработанных товаров широкого потребления необходимо оценить:

- их восприятие потребителями;
- количество пробных покупок;
- количество повторных покупок и их частотность.

Рыночные испытания товаров промышленного назначения включают:

- тестирование типа альфа (проводит сама компания (фирма)-производитель);
- тестирование типа бета (потенциальным пользователем продукции на площадках фирмы-производителя с соблюдением конфиденциальности);
- демонстрация нового оборудования на отраслевых выставках;
- испытания в демонстрационных залах дистрибьюторов и дилеров;
- пробный маркетинг, т. е. изготовление опытно-промышленных образцов оборудования и продажа его на ограниченной географической территории, с помощью различных стимулирующих сбыт мер (временное снижение цены на продукт и т. д.).

Восьмой этап – разворачивание коммерческого производства. Компанией (фирмой) принимается решение о целесообразности выпуска данного продукта. Решаются следующие вопросы:

- момент выхода на рынок (первой, одновременно с продуктом-аналогом конкурента или позже);
- выбор целевого рынка;
- выбор системы маркетинга на начальном этапе.

Несмотря на то, что маркетинговые исследования сопровождают весь процесс разработки новых продуктов, на этапе запуска товара в производство компании отказываются от 2/3 новинок. Это связано с переоценкой объема рынка (недостаточно потребителей), готовый продукт имеет конструктивные недостатки, высокие затраты на разработку, недооценен конкурент, отставание от конкурента во времени.

3.8.4. Содержание бизнес-плана

Бизнес-план является элементом любого проекта и включает следующие разделы:

1. Характеристика проекта, раскрывающая цели и доказательства его **выгодности**:

- сущность проекта, преимущества продукции (услуг) в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными аналогами;
- объем ожидаемого спроса на продукцию;

- потребность в инвестициях и срок возврата заемных средств;
- срок окупаемости инвестиционных затрат;
- риски и варианты их предотвращения.

2. Анализ возможностей компании с учетом положения дела в отрасли:

- оценка потребности и спроса на продукцию (услуги);
- ожидаемый объем выпускаемой продукции после выхода на мощностные инвестиционного проекта (%);
 - потенциальные конкуренты, сравнение уровня используемых технологий конкурентов и предприятия (фирмы), реализующей проект;
 - какие и где появились аналоги продукта за последние три года, их патентная защищенность;
 - достижения фирмы в отрасли, ее возможности в данной области исследований (наличие патентов, ноу-хау), освоение новой продукции (услуг).

3. Производственный план:

- программа производства и реализации продукции;
- требования к организации производства, степень готовности организации (фирмы) к серийному производству, наличие сертификатов и лицензий, изготовленных опытных образцов;
 - состав основного оборудования, его поставщики и условия поставок (покупка, аренда, лизинг);
 - поставщики сырья, материалов и покупных комплектующих изделий и ориентировочные цены, обоснование выбора поставщиков;
 - численность работающих и затраты на оплату труда;
 - обеспечение экологической и технической безопасности.

4. План маркетинга:

- существующие и потенциальные потребители;
- патентная ситуация, защита товара в стране лицензиата на внутреннем и экспортном рынках;
 - организация сбыта, трудности выхода на рынок предлагаемого продукта;
 - возможные действия конкурентов, стратегия противодействия;
 - обоснования цены на продукцию;
 - расходы и доходы при проведении послепродажного обслуживания;
 - программа по реализации рекламы (затраты).

5. Организационный план:

- финансовое положение;
- распределение обязанностей руководящего состава;
- стратегические альянсы (союзы).

6. Финансовый план:

- объем финансирования проекта с указанием источника;
- согласие коммерческих банков (условие предоставления кредитов);
- эффективность проекта (окупаемость);
- поправка на риск проекта;
- эффективность от реализации проекта в смежных областях.

Глава 4. Методы творческих процессов и генерирования идей в процессе создания инноваций

Ф. Энгельс в свое время очень точно заметил, что когда в промышленности возникает определенная потребность, то она двигает науку быстрее, чем десятки университетов. Эта мысль применима и к развитию технического творчества.

В 40-е гг. XX в. возникла острая потребность в активных методах поиска технических решений. Дефицит этих методов сказывался на интенсивности развития атомной энергетики, ракетостроения, электронно-вычислительной техники и др. Начались поиски научной организации творческого труда. Они велись по различным направлениям.

Во-первых, стало ясно, что решения сложных задач не под силу даже гениальным изобретателям-одиночкам, нужны коллективные усилия, позволяющие охватить решаемые проблемы всесторонне.

Во-вторых, в условиях дефицита времени научный поиск должен сопровождаться интенсивной генерацией идей.

В-третьих, нужно определить, как в общем потоке новых идей повысить «концентрацию» идей оригинальных, перспективных.

Поиски научной организации творческого труда привели к появлению новых методов решения технических задач.

4.1. Генерирование идей методами «мозгового штурма» («мозговой атаки»)

Современные методы «мозгового штурма» возникли и были развиты в США. Их основателем считается морской офицер, в дальнейшем – американский предприниматель и изобретатель А. Ф. Осборн, он разработал метод мозговой атаки и создал свою школу подготовки изобретателей и рационализаторов.

Заметив, что одни изобретатели более склонны к генерированию идей, другие – к их критическому анализу, А. Ф. Осборн предложил поручать поиск решений технических задач коллективу, состоящему из групп таких «генераторов» и «экспертов».

Были разработаны следующие правила «мозгового штурма».

1. Оптимальное количество людей, решающих поисковую задачу методом «мозгового штурма», должно составлять 12–25 человек. Половина из них генерирует идею, а другая – ее анализирует.

2. В группу «генераторов» включают людей с бурной фантазией. Желательно, чтобы в состав этой группы вошли и специалисты-смежники, и 1–2 человека со стороны, не имеющие отношения к решаемой задаче. В группу «экспертов» вводят людей с аналитическим, критическим складом ума. Руководит «сессией» ведущий, наиболее опытный участник «мозгового штурма».

3. Основная задача «генераторов» должна заключаться в предложении максимального количества идей решения поисковой задачи (в том числе идей

фантастических, а иногда и шуточных). Идеи протоколируются или фиксируются с помощью магнитофона. Задача «экспертов» состоит в отборе приемлемых идей. Ведущий, не прибегая к приказаниям и критическим замечаниям, задает вопросы, иногда подсказывает и уточняет высказывания участников обсуждения, следит, чтобы беседа не прерывалась.

4. Продолжительность «сессии» зависит от сложности решаемой задачи, но не должна превышать 30–50 мин.

5. Между участниками «мозгового штурма» должны быть установлены свободные и доброжелательные отношения. При генерации идей запрещается всякая критика, скептические улыбки, жесты и мимика. Надо, чтобы идеи, выдвинутые одним участником, подхватывались и развивались другими. Анализ идей группой «экспертов» проводится очень внимательно. Без тщательного анализа не должны быть отвергнуты даже самые фантастические или абсурдные идеи. При этом в ходе анализа идеи оцениваются (например, в десятибалльной системе), учитывается мнение каждого «эксперта». В случаях расхождений в оценке проводят дополнительный анализ.

6. Если «сессия» окончилась безуспешно и задача не решена, повторять ее с предыдущими установками нет смысла. Нужно заменить состав групп или изменить формулировку задачи, оставив конечную цель.

Опыт использования метода «мозгового штурма» показывает, что генерации идей способствуют такие приемы, как **аналогия** (сделай так, как это делалось при решении другой задачи), **инверсия** (сделай наоборот), **фантазия** (предложи нечто неосуществимое) и пр.

Большую роль играют здесь и субъективные качества участников штурма – наличие прошлого опыта, боязнь оказаться бесполезным, отсутствие творческого настроения, усталость и т. д.

На первый взгляд «мозговой штурм» может показаться не очень-то применимым для решения конкретных изобретательских и рационализаторских задач.

Дальнейшее развитие метода «мозгового штурма» привело к изменению отдельных его этапов. Появились разновидности этого метода. Одной из разновидностей, широко используемой в настоящее время, является «теневого мозгового штурм».

Дело в том, что не каждый человек может творчески трудиться, генерировать идеи в присутствии посторонних лиц и при активном их вмешательстве. Некоторые нуждаются для этого в полном уединении и тишине. Как выяснилось, такие люди очень полезны в группе «генераторов». При «теновом мозговом штурме» формируют две подгруппы «генераторов»: первая из них – собственно «генераторы», выдвигающие идеи, а вторая – теневая, она следит за ходом работы первой, но не принимает участия в обсуждении. Ее называют «теньвым кабинетом». У членов этой подгруппы идеи возникают под влиянием идей, высказанных активными «генераторами». Они их записывают и затем передают «экспертам».

Активная и теневая подгруппы размещаются в одном помещении на определенном расстоянии или в разных помещениях, но в этом случае связь между ними устанавливается с помощью телемонитора.

Методы мозгового штурма, или мозговой атаки (МА), основываются на следующем психологическом эффекте. Если взять группу в 5–8 человек и каждому предложить независимо и индивидуально высказывать идеи и предложения по решению поставленной или рационализаторской задачи, то в сумме можно получить N идей. Если предложить этой группе коллективно высказывать идеи по этой же задаче, то получится N_k идей. При этом оказывается, что N_k намного больше N .

Обычно за 15–30 мин. коллективно высказывается (при соблюдении правил МА) от 50 до 150 разных идей, а при индивидуальной работе – только 10–20 идей.

Во время сеанса МА происходит как бы цепная реакция идей, приводящая к интеллектуальному взрыву. В одном из американских руководств по методу МА говорится: «99 % ваших конструктивных идей возникает подобно электрической искре при «контакте» с мыслями других людей».

В связи с этим Г. Я. Буш, известный специалист по эвристическим методам технического творчества, пишет: «Мозговая атака, предложенная А. Ф. Осборном, представляет собой применение эвристического диалога Сократа с широким использованием механизма свободных ассоциаций творческого коллектива и одновременно созданием путей той или иной психоэвристической настройки оптимального микроклимата для творчества» [14, 29].

Методы МА представляют собой эмпирически найденные эффективные способы решения творческих задач. Методы МА рекомендуются для изучения в числе первых и обязательных методов, активизирующих принятие решений во всех областях, в том числе и в экономике, менеджменте.

Мозговую атаку целесообразно использовать:

- при решении творческих задач в самых различных областях науки, техники, управления;
- при самых различных постановках задачи (по форме, детальности и глубине проработки);
- на различных этапах решения творческой задачи и на различных стадиях разработки и принятия решений;
- в сочетании с другими методами экспертных оценок.

Удивительная универсальность методов МА позволяет с их помощью рассматривать почти любую проблему или любое затруднение в сфере человеческой деятельности.

Метод прямой мозговой атаки – постановка задачи перед творческой группой (участниками МА) может иметь различную форму и содержание. Однако в ней должны быть четко сформулированы два момента: что в итоге желательно получить или иметь; что мешает получению желаемого.

Задачу может сформулировать внешний заказчик, руководитель творческой группы или ее член. Важно одно, чтобы перед сеансом МА имелась достаточно исчерпывающая четкая постановка задачи, желательно в документальном виде. Постановка задачи для МА должна также отличаться краткостью изложения.

Постановка задачи может быть дана в виде описания проблемной ситуации. Иногда имеет смысл дать более детальное изложение постановки, когда описание проблемной ситуации дополняют предварительной формулировкой задачи.

Содержание постановки задачи должно стимулировать и вдохновлять членов творческой группы на активную деятельность, чтобы предлагаемая задача стала для них главной задачей, которую необходимо неотложно решить.

Если формулировка задачи содержит очень специальные и малоизвестные термины для специалистов из смежных или других областей, то необходимо сделать вторую редакцию предварительной формулировки без специальных терминов.

Формирование творческой группы. Наиболее эффективное число участников в творческой группе для проведения сеанса МА составляет 5–7 человек, хотя допустимо и меньшее (до 3) и большее число участников.

Как правило, творческие группы состоят из двух подгрупп: постоянное ядро группы и временные члены. Ядро группы постепенно отбирается при решении различных задач методом МА. В ядро группы входят ее руководители, сотрудники, легко и плодотворно генерирующие идеи, а также участники, хорошо знающие и соблюдающие правила игры (правила для участников сеанса МА). Временные члены приглашаются в зависимости от характера и содержания предстоящей задачи. В творческую группу никогда не включаются прирожденные скептики и критиканы.

Временные члены служат необходимым и гармоничным дополнением к ядру группы, обеспечивающим выполнение следующих рекомендаций:

- число специалистов по решаемой задаче должно быть не более половины;
- в состав группы целесообразно включать специалистов-смежников (конструкторы, технологи, экономисты, снабженцы, программисты и т. д.), которые обеспечат комплексное и всестороннее рассмотрение задачи;
- в состав группы желательно включать женщин, которые весьма практично и оригинально мыслят, стимулируют и повышают дух соревнования среди мужчин;
- рекомендуется включать «людей со стороны», не имеющих никакого отношения к задаче (повар, врач, парикмахер, проводник поезда и т. д.).

Творческая группа – это дружная сыгранная команда, члены которой взаимно дополняют друг друга.

Правила для участников сеанса МА:

1. Необходимо стремиться высказывать максимальное число идей. Отдавать предпочтение количеству, а не качеству идей. Свои идеи высказывать короткими предложениями.

2. Во время сеанса МА должна быть запрещена критика предложенных идей. Запрещаются также неодобрительные замечания, иронические реплики, консервативные мысли, ядовитые шутки. Запрет критики создает благоприятный творческий микроклимат.

3. Внешне и внутренне одобряйте и принимайте все идеи, даже заведомо непрактичные и, казалось бы, глупые. Оказывайте предпочтение не систематическому логическому мышлению, а озарениям, необузданной и безграничной фантазии в самых разных направлениях.

4. Весьма способствуют продуктивному мышлению шутки, каламбуры, юмор и смех. Поддерживайте и создавайте такую обстановку.

5. Стремитесь развивать, комбинировать и улучшать высказанные ранее идеи, получать от них новые ассоциативные идеи.

4.2. Метод обратной мозговой атаки

Теоретические предпосылки. В основе обратной мозговой атаки лежит закон прогрессивной конструктивной эволюции. По этому закону переход к новым решениям происходит через выявление и устранение недостатков в существующих условиях. Поэтому при создании любого нового, значительно улучшенного проекта решаются две задачи:

- 1) выявление в существующих изделиях максимального числа недостатков;
- 2) максимальное устранение этих недостатков во вновь разрабатываемом изделии.

Первая задача относится **к постановке новых задач**, вторая – **к синтезу нового решения**. Первая задача оказывается не менее простой, поскольку необходимо выявить полный список недостатков.

Таким образом, методы решения первой задачи должны обеспечивать не только выявление всех известных недостатков, но и прогнозировать все будущие недостатки.

Гипотетически существует некоторый идеальный полный список недостатков, каждый из которых может быть устранен или учтен в новом изделии, в результате чего новое решение будет реализовывать максимально возможный скачок для существующего уровня. Поэтому наилучшее решение первой творческой задачи соответствует наибольшему приближению к такому идеальному списку недостатков.

Говоря иначе, полный список недостатков (независимо от причины их возникновения) должен отражать все возможные отклонения действительно существующего положения от желаемого.

Область применения метода. Метод обратной МА ориентирован на решение первой творческой задачи, т. е. цель обратной МА заключается в составлении наиболее полного списка недостатков рассматриваемого объекта, на который обрушивается ничем не ограниченная критика. Объектом обратной МА может быть конкретное изделие или его узел, технологический процесс или его операция, сфера обслуживания и т. д.

Обратная МА может быть использована при решении, например, следующих вопросов и задач:

- уточнение постановки задач;
- разработка технического задания или технического предложения;
- экспертиза проектной документации на любой стадии разработки (техническое задание, техническое предложение, эскизный, технический или рабочий проект, экспериментальный или опытный образец): например, прочность определенных деталей, надежность работы системы, экономия жидкого топлива, охрана окружающей водной среды и т. п.

В творческую группу необходимо включить технологов, наладчиков, ремонтников, эксплуатационников, работников по сбыту.

Формулировка задачи. Формулировка задачи для обратной МА должна содержать краткие и достаточно исчерпывающие ответы на следующие вопросы:

- 1) Что представляет собой объект, который требуется улучшить?
- 2) Какие известны недостатки объекта, связанные с его изготовлением, эксплуатацией, ремонтом и т. д.
- 3) Что требуется получить в результате МА?
- 4) На что нужно обратить особое внимание?

Изложение по п. 1 желательно сопроводить наглядным эскизом, слайдами, кинофильмом, показом макета и натурального образца («лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»).

Наиболее полно и объективно информация по п. 2 может быть собрана у изготовителей, пользователей, наладчиков и ремонтников.

По п. 3 МА должна дать максимально полный список недостатков и дефектов у рассматриваемого объекта. Во время сеанса МА его участники должны прозорливо угадать все будущие недостатки на 10–20 лет вперед, чтобы полученный полный список недостатков создавал наиболее **длительную конкурентоспособность созданного объекта**, исключая эти недостатки из новых объектов.

По п. 4 нужно указать, в каком направлении особенно нетерпимы недостатки и дефекты, например, прочность определенных деталей, надежность работы системы, экономия жидкого топлива, охрана окружающей среды и др.

Правила для участников сеанса обратной МА. Эти правила совпадают с правилами проведения прямой МА. Для обеспечения непрерывности высказывания идей и полноты формируемого списка недостатков ведущему рекомендуется использовать следующий список вопросов:

1. У каких параметров объекта или его элемента ожидаются отклонения от нормы?
2. Какие ожидаются трудности изготовления, сборки, контроля изделия или его отдельных узлов?
3. Какие могут возникнуть затруднения с материалами и комплектующими деталями и узлами в настоящее время и через 10–20 лет?
4. Какие ожидаются трудности энергоснабжения в данное время и через 10–20 лет?
5. Какие неудобства в обслуживании или какие могут возникнуть ошибки у оператора?
6. Могут ли возникнуть опасные моменты для пользователей и обслуживающего персонала?
7. Какие возможны трудности доставки и транспортирования в настоящее время и через 10–20 лет?

Для стимулирования мышления на экране показывают отдельные предложения из межотраслевого, проблемного и объектно ориентированных списков недостатков изделий и списков их параметров.

Запись и оформление работы сеанса аналогичны сеансу прямой мозговой атаке. В дополнение выполняется классификация недостатков по родственным группам.

Могут быть выделены, например, следующие группы: основные функциональные требования, производство, сбыт, эксплуатация, защита окружающей среды.

Проводится ранжирование недостатков от самых больших (главных) до малых (второстепенных). Ранжирование можно выполнить также путем отнесения каждого недостатка к главным, средним или второстепенным. Если список недостатков составляется с целью последующего его использования в постановке и решении изобретательских или рационализаторских задач, то желательно еще составить таблицу анализа недостатков.

Двойная прямая мозговая атака. Суть ее заключается в том, что после проведения прямой МА делается перерыв от двух часов до двух–трех дней и еще раз повторяется прямая МА. Практика показала, что при проведении второй МА по одной и той же задаче часто выявляются наиболее ценные практически полезные идеи или удачное развитие идеи первого совещания, т. е. во время перерыва включается в работу мощный аппарат решения творческих задач – подсознание человека, синтезирующее неожиданные фундаментальные идеи.

4.3. Метод контрольных вопросов для активизации творческого процесса

Метод контрольных вопросов (МКВ) – один из методов психологической активизации творческого процесса. Цель метода – с помощью наводящих вопросов подвести к решению задачи. Списки таких вопросов предлагались многими авторами с 20-х гг. XX в.

Суть метода. Изобретатель отвечает на вопросы, содержащиеся в списке, рассматривая свою задачу в связи с этими вопросами.

В США наибольшее распространение получил список вопросов изобретателя А. Ф. Осборна. В этом списке несколько групп вопросов. Используется также список вопросов Системы Усовершенствованных Методов (СУМ), рекомендованный всем компаниям, фирмам и т. д.

Каждая группа вопросов содержит подвопросы. Например, вопрос: «Что можно уменьшить?» – включает подвопросы: можно ли что-нибудь уплотнить, сжать, сгустить, сконденсировать, применить способ миниатюаризации, укоротить, сузить, отделить, раздробить?

И следуют вопросы типа: «Можем ли мы упростить операцию, совмещая ее с подобными действиями? Можем ли мы улучшить работу переменной последовательности?»

Был опубликован еще один список вопросов: Как эта проблема была бы решена в прошлом? В эпоху доисторической техники? В будущем? Создавалось ли что-нибудь аналогичное в прошлом в какой-либо области техники? Можно ли рассредоточивать части и детали? Изменить последовательность операций? Как бы решалась эта проблема под водой? В космосе и т. д.

Один из наиболее полных и удачных списков вопросов принадлежит английскому изобретателю Т. Эйлоарту.

Существует также список вопросов математика Д. Пойа. Этот список отличается тем, что вопросы в нем составляют определенную систему (в изобретательских списках вопросы можно менять местами). Но список Д. Пойа предназначен преимущественно для решения учебных математических задач.

В МКВ используются также наводящие вопросы, которые названы «операторами»: оператор обобщения, оператор частного случая, фантастический оператор, практический оператор (нужно обнаружить сферу практического приложения идеи) и т. д. [5, 8, 9, 12, 18].

Достоинства метода контрольных вопросов:

1. Метод контрольных вопросов способен помочь, когда нужно быстро предложить решение.

Такие ситуации не так уж редки. Создатель теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г. С. Альтшуллер выделял три уровня творчества [1, 2]:

- применение известного решения к известной проблеме;
- новое применение известного решения или новое решение старой задачи непринятыми, непривычными средствами;
- для принципиально новой проблемы находится принципиально новое решение.

Как видим, метод контрольных вопросов, скорее всего, решит задачу 1-го уровня и способен решить задачу 2-го уровня. Задавать контрольные вопросы – все равно, что простучивать молотком: а вдруг где-то да обнаружится пустота, которую необходимо заполнить?

2. Метод контрольных вопросов помогает не тратить время на «изобретение велосипеда». Это шпаргалка, чтобы быстро пробежать поле шаблонных решений и, отбросив их, заняться поиском действительно креативных сюжетов. Это «пропуск» в настоящую креативность. Метод можно трактовать как обязательную программу фигуриста: откатай ее и тогда получишь право выступить с показательным танцем на публике.

3. Метод помогает преодолеть вязкость мышления, «раскочегаривает» воображение, будит креативность. Он применяется в форме монолога, обращенного к самому себе, либо диалога креаторов.

4. Метод универсален и ему практически не надо учиться. Любой посторонний может принять участие в формировании списка вопросов.

5. Благодаря методу работа над проблемой идет более целенаправленно, системно. Контрольными вопросами полезно проверять идеи, полученные при мозговом штурме. Связка «**Мозговой штурм**» + «**Метод контрольных вопросов**» эффективна, поскольку в ней иррациональный, сугубо эвристический мозговой штурм дополняется алгоритмическим, рациональным методом контрольных вопросов.

6. Сила метода контрольных вопросов в том, что он формируется на основе долговременного опыта специалистов [1, 2, 4, 9, 23, 29].

Системность – вот что отличает его от хаотичного метода проб и ошибок.

Недостатки метода контрольных вопросов:

1. Главный недостаток очевиден: большая вероятность получить шаблонное решение. Собственно, решение почти наверняка будет стереотипным, потому что, например, в список контрольных вопросов рекламиста включены типичные, наиболее употребляемые в его языке действия и образы. Новизна возможна на путях деления объектов на части, перетасовки частей, комбинирования действий и образов и т. п.

Ведущему не следует превращать список контрольных вопросов в простой чек-лист – «Сделай это, поставь птичку». Двигаясь по списку, следует то и дело выходить за его рамки, придумывать иные сценарии поведения объекта.

2. Этот метод довольно трудоемок. В условиях цейтнота можно рекомендовать ограничиться какой-то частью списка. Или прибегнуть к одному из более компактных вариантов метода: матрица изменений и др.

3. Думая о методе контрольных вопросов, трудно отделаться от ощущения механистичности, поверхностности этой технологии.

Область применения. МКВ является совершенствованием метода «проб и ошибок». В сущности, каждый вопрос является пробой (или серией проб). Составляя списки вопросов, их авторы, естественно, отбирают из изобретательского опыта наиболее сильные вопросы. Поэтому МКВ сильнее обычного метода «проб и ошибок». Но отбор вопросов без понимания внутренней механики изобретательства приводит к накоплению в списках внешних, поверхностных вопросов.

Разработано множество различных списков вопросов, но все они, несмотря на их отличия, преследуют одну цель – посредством ответов на вопросы направить ход мысли по направлению к наиболее сильным решениям. Специально подобранные вопросы требуют таких ответов, которые позволяют лучше уяснить проблему и условия ее решения, «подсказывают» возможные пути решения, помогают преодолевать психологическую инерцию.

Контрольные вопросы составляются на основе опыта решения схожих задач. Они могут использоваться при совершенствовании производства, продукции, организационных структур, для поиска новых бизнес-идей для выявления ошибок при поиске решений различных проблем.

Пример списка контрольных вопросов:

1. Какова основная функция объекта (процесса)?
2. Что представляет собой идеальный объект (процесс)?
3. Что будет, если убрать данный объект (не выполнять процесс)?
4. Какие функции выполняет данный объект (процесс), нельзя ли часть из них сократить?
5. Как иначе можно выполнить основную функцию объекта (процесса)?
6. В какой другой области наилучшим образом выполняется данная функция и нельзя ли позаимствовать решение?
7. Можно ли разделить объект (процесс) на части?
8. Можно ли отделить слабое звено?
9. Можно ли объединить несколько элементов?

10. Можно ли неподвижные объекты сделать подвижными и наоборот?
11. Нельзя ли поменять последовательность операций или исключить предварительные, подготовительные операции?

12. Нельзя ли использовать вредные факторы и функции?

13. Какие дополнительные функции может выполнять данный объект?

14. Где в объекте (процессе) заложены излишние запасы? Как их сократить?

План действий при использовании контрольных вопросов может быть следующим:

- Уточнить проблему.
- Выбрать список контрольных вопросов, наиболее соответствующих характеру решаемой проблемы.

- Последовательно рассмотреть каждый вопрос списка, пытаясь использовать заложенную в нем информацию для решения проблемы.

- Фиксировать все возникающие идеи и дополнительную информацию, которую необходимо привлечь к процессу поиска.

Результатом использования списков может быть целый спектр изобретательских решений, оригинальных бизнес-идей или переосмысление проблемы и формулирование ее с других позиций с целью дальнейшего поиска решений.

Список контрольных вопросов Т. Эйлоарта (английского изобретателя). Он дал «программу» работы способного изобретателя, который с фантастической настойчивостью пытается решить задачу.

Некоторые вопросы требуют развитого воображения, другие – глубоких и разносторонних знаний. Есть и вопросы очень тонкие, свидетельствующие о богатом опыте и наблюдательности автора. Интересен этот список еще и тем, что многие его вопросы в той или иной степени совпадают с идеями, вошедшими в арсенал Теории решения изобретательских задач – ТРИЗ.

Список контрольных вопросов по Т. Эйлоарту:

1. Перечислить все качества и определения предлагаемого изобретения, изменить их.

2. Сформулировать задачи ясно. Попробовать новые формулировки. Определить второстепенные и аналогичные задачи. Выделить главные.

3. Перечислить недостатки имеющихся решений, их основные принципы, новые предложения.

4. Набросать фантастические, биологические, экономические, молекулярные и другие аналоги.

5. Построить математическую, гидравлическую, механическую и другие модели (модели точнее выражают идею, чем аналоги).

6. Попробовать различные виды материалов, состояния веществ, эффекты, виды энергии:

- газ, жидкость, твердое тело, гель, пену, пасту и др.;
- теплоту, магнитную энергию, электрическую энергию, свет, силу удара и т. д.;

- различные длины волн, поверхностные свойства и т. п.;

- переходные состояния – замерзание, конденсация, переход через точку Кюри и т. д.;

- эффекты Джоуля-Томсона, Фарадея и др.
7. Установить варианты, зависимости, возможные связи, логические совпадения.
 8. Узнать мнение некоторых совершенно неосведомленных в данном деле людей.
 9. Устроить сумбурное групповое обсуждение, выслушивая все рассуждения и каждую идею без критики.
 10. Попробовать «собственные» (личные) решения: хитрое, всеобъемлющее, расточительное, сложное.
 11. Спать с проблемой, идти на работу, гулять, принимать душ, ехать, пить, есть, играть, играть в теннис – все с ней.
 12. Бродить среди стимулирующей обстановки (выставки, технические музеи, магазин для технического творчества), просматривать журналы.
 13. Набросать таблицу цен, величин, перемещений, типов материалов и т. д., разных решений проблемы или разных ее частей, искать проблемы в решениях или новые комбинации.
 14. Определить идеальное решение, разрабатывать возможные варианты.
 15. Видоизменить решение проблемы с точки зрения (скорее или медленнее) размеров, вязкости и т. п.
 16. В воображении залезть внутрь механизма.
 17. Определить альтернативные проблемы и системы, которые изымают определенное звено из цепи и таким образом создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужного решения.
 18. Чья это проблема? Почему его?
 19. Кто придумал это первый? История вопроса. Какие ложные толкования этой проблемы имели место?
 20. Кто еще решал эту проблему? Чего он добился?
 21. Определить общепринятые граничные условия и причины их установления.

4.4. Метод синектики, или «объединения разнородных элементов»

Термин «синектика» обозначает «объединение разнородных элементов» [5]. **Синектика** – это теория для сознательного применения подсознательного психологического механизма в группе разнообразных индивидуальностей, объединенных с целью постановки и решения проблем. Теория постоянно развивается и дополняется новым опытом Кембриджской синектической группы, которая является первой в практике использования синектики.

Теория включает в себя следующие положения:

- Творческие процессы в человеке могут быть познаны.
- Изобретения в науке и искусстве аналогичны и характеризуются теми же самыми фундаментальными психическими процессами.
- Процесс индивидуального творчества аналогичен процессу группового творчества.

Кроме того, при таком подходе утверждается приоритет индивидуально-творчества перед коллективным.

Автором метода синектики считается американский ученый В. Дж. Гордон, который получил разностороннюю подготовку в Гарвардском, Калифорнийском, Пенсильванском и Бостонском университетах.

Творческий процесс даже отдельного человека, с точки зрения Гордона, аналогичен творческому процессу коллектива людей, имеющих в совокупности разностороннюю подготовку.

В первую группу «синектиков», которая была организована В. Дж. Гордоном в 1952 г., входили люди разной квалификации и образования: архитектор, инженер, биолог, дизайнер. Неожиданно для всех эта группа сделала много изобретений.

Метод синектики получил дальнейшее развитие и теоретическое обоснование в работах Г. Я. Буша [16]. Суть метода синектики заключается в следующем. На первых этапах его применения идет процесс обучения «механизмам творчества». К ним причисляют прямую, личную и символическую аналогию.

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

В условиях применения метода синектики следует избегать преждевременной четкой формулировки проблемы (творческой задачи), т. к. это нейтрализует дальнейший поиск решения. Обсуждение целесообразно начинать не с самой задачи (проблемы), а с анализа некоторых общих признаков, которые как бы вводят в ситуацию постановки проблемы, неоднократно уточняя ее смысл.

Не следует останавливаться при выдвижении идеи, если даже кажется, что уже найдена оригинальная идея и что задача уже решена. Если проблема (творческая задача) не решается, то целесообразно вновь вернуться к анализу ситуации, порождающей проблему, или раздробить проблему на подпроблемы.

В процессе применения метода синектики большое внимание уделяется использованию метода аналогии. Аналогия используется в самых различных видах: как личная (эмпатия), прямая, фантастическая и символическая. Символическая аналогия, например, приняла форму конкретного приема поиска названия, характеризующего в парадоксальной форме определенное понятие.

Как показали исследования, выдвижение идей и последующая их селекция во многом зависят от руководителя творческой группы, его мастерства, такта, находчивости, от его умения стимулировать творческое воображение членов группы. Он должен овладеть искусством задавать вопросы, давать подсказки, уточнения, разъяснения, вставлять реплики, которые бы побуждали, стимулировали фантазию, воображение, то сужая, то расширяя поле поиска решения творческой задачи.

Критический отбор и оценку идей решения творческой задачи лучше осуществлять в несколько этапов. На первом этапе дается краткий анализ каждой

выдвинутой идеи, на втором – эти цели целесообразно сгруппировать, далее важно критически проанализировать и отобрать наиболее оригинальные.

К достоинствам метода синектики относятся практически все, присущие эвристическим методам, на базе которых он разработан.

К его недостаткам и ограничениям можно отнести следующие:

- метод синектики не позволяет решать слишком специальные творческие задачи, а дает возможность отыскать преимущественно наиболее оригинальные идеи решения;
- после применения метода более 30–40 мин. продуктивность генерирования новых идей постепенно падает;
- применение метода синектики требует высокого мастерства руководителя творческой группы.

Ряд исследований по психологии раздвинул границы взглядов на природу. Теперь можно утверждать, что таинственный творческий элемент может быть познан и понят, и этому качеству можно обучать. Ученые и авторы-биографы таких изобретателей, как Томас Эдисон, делали акцент на творчестве одной личности, не уделяя внимания работе групп. С другой стороны, группа не всегда способна творчески работать. Составленная из случайных людей, группа без дисциплины не способна к творческому акту.

Синектическая группа способна сократить затраты времени с нескольких месяцев, необходимых отдельной личности для решения проблемы, до нескольких часов. Окончательные решения проблем, полученные группой, рациональны, процесс же решения их – иррационален. Синектическая группа отличается от «отряда особого назначения» – группы экспертов – тем, что «отряд» состоит предпочтительно из технических экспертов одной специальности, подобранных для решения конкретной проблемы.

Группа, состоящая из людей различных специальностей, имеет более высокие способности при решении проблем. Однако ни одна группа из 5–7 человек не может охватить вопросы во всех областях науки.

В тех случаях, когда это необходимо, в группу вводится эксперт по данной области. Эксперт играет двойную роль: во-первых, роль энциклопедии; во-вторых, «дьявольского адвоката», т. е. критика. У эксперта должно быть желание и способность вторгаться во все сферы деятельности других экспертов и в то же время принимать вторжение группы в его собственную область.

Начало исследований в области Синектики относится к 1944 г., когда В. Дж. Гордон с рядом единомышленников начал серию наблюдений над индивидуальным творчеством. Изобретатель, который был предметом этих исследований, решал проблему по конструированию нового высотометра-альтиметра для самолета и одновременно описывал происходящий в нем психологический процесс, наговаривая на диктофон свои размышления. Заметим, что подобный эксперимент очень сложен, а результаты его могут быть неоднозначны.

Приведем некоторые выдержки из этих записей. Весьма интересен момент, когда изобретатель, не осознавая того, формулирует к высотометру

требование идеальности: «Я выброшу остальное содержимое и посмотрю только на пружину. ... конечно, самое элегантное решение было бы иметь циферблат... без шерстенок ... Это, конечно невозможно, но все-таки, как сама пружина делает все?»

В 1945 г. было положено начало серии интервью с людьми искусства и науки с целью определения того, испытывают ли они аналогичные психологические состояния. Интервьюируемые подтвердили, что они узнавали те психологические состояния, которые описал изобретатель, хотя никогда этого не осознавали. После того, как результаты опроса были обобщены, стало очевидным, что четыре аспекта психологического состояния: **вовлечение, отделение, размышление и автономия объекта** – достаточно универсальны для экспериментальных попыток.

Дальнейшие эксперименты проводились в Гарвардской лаборатории подводной акустики с группами, работающими над проблемами гидродинамики и акустики. Определенные трудности в понимании вызвала рекомендация группе по вовлечению в проблему. Через некоторое время этот принцип был сформулирован следующим образом: «Я нахожусь прямо внутри этой проблемы. Мои уши, глаза и руки – ее элементы».

После завершения этих экспериментов у исследователей возник интерес к сходству творческих процессов в искусстве и в науке.

В 1948 г. был организован Рокпульский эксперимент с группами художников. Интерес объясняется уверенностью в том, что новые данные могут быть получены от наблюдения процессов творчества художников, поскольку художники более членораздельно выражали свои мысли относительно их подсознательной субъективной умственной деятельности.

В ходе этого исследования члены группы завоевали много призов за картины, графику и скульптуру. Почти все члены группы сделали карьеру в области искусства и стали хорошо известны в своих кругах. Рокпульский эксперимент не обнаружил новых положений творческого процесса. Однако он обнаружил важную процедуру самого научного исследования, связанного с использованием группы в противоположность индивидууму.

В 1949 г. был сделан обзор всей имеющейся информации по исследованиям творческого процесса. Эта работа оказалась небольшой помощью, т. к. большинство из этих исследований были попытками составить тесты для опознания творческих людей. Автобиографические же описания творческого процесса обычно сверхсубъективны.

В 1952 г. была образована оперативная синектическая группа в фирме «Артур Д. Литтл Инкорпорейтед» в Кембридже. Все проведенные синектические сессии записывались на магнитофонную ленту. На этой группе были опробованы конкретные механизмы для решения проблем.

К 1956 г. были открыты другие механизмы, дополняющие известные, и доведены до практического применения. В течение 1956 г. была определена роль руководителя в синектической группе.

В 1956–1957 гг. наметилось отличие между повторяющимися психологическими состояниями и операционными механизмами для поддержания этих состояний.

1958 г. был посвящен разработке проблемы «делать знакомое незнакомым». Игра с метафорой – один из самых плодотворных механизмов, который может быть использован, чтобы делать знакомое незнакомым [5, 12, 13].

В. Дж. Гордон выделяет **не операционные** и **операционные механизмы**.

К первым относятся такие абстракции, как интуиция, игра, использование не относящегося к делу, вовлечение – всем этим механизмам невозможно учить, потому что отсутствует их конкретность. Ко вторым, операционным механизмам относятся прямая, личная, символическая и фантастическая аналогии – это психологические инструменты, которые на сознательном уровне может использовать каждый.

Синектический процесс включает в себя:

1. превращение незнакомого в знакомое;
2. превращение знакомого в незнакомое.

Процесс превращения незнакомого в знакомое, если он используется один, приводит к множеству поверхностных решений. Важнее новый подход, свежая точка зрения на проблему. Главное в том, чтобы рассмотреть проблему новым способом. Делать знакомое незнакомым – это сознательная попытка достигнуть нового взгляда на мир, людей идеи и проблемы. Механизмы для превращения знакомого в незнакомое не являются набором хитростей, они были разработаны и использованы в нескольких синектических группах, как систематический способ решения актуальных изобретательских задач.

Синектика определила 4 механизма для превращения знакомого в незнакомое, каждое метафорично по характеру:

1. Личная аналогия.
2. Прямая аналогия.
3. Символическая аналогия,
4. Фантастическая аналогия.

Согласно практике применения Синектики, без присутствия этих механизмов ни попытка постановки проблемы, ни попытка ее решения не будут успешны. Автор приводит пример использования **личной аналогии**. Группа решала проблему конструирования механизма, на входе которого скорость вращения вала могла меняться от 400 до 4000 об/мин., а на выходе была бы все время постоянной и составляла 400 об/мин. Один за другим каждый член группы метафорично входил в коробку передач и представлял себя валом. Без инструментов, своим собственным телом он пытался добиться постоянства требуемой скорости. Подобное «вхождение в образ» весьма затруднительно для новичков. Поэтому руководитель сессии должен первым преодолеть это и только потом – вся группа.

Механизмы **прямой аналогии** основаны на сравнении параллельных фактов из различных областей. Очень продуктивны сравнения с биологией.

Символическая аналогия использует объективные и неличные образы, чтобы описать проблему. Это сжатое описание функций и элементов пробле-

мы в процессе ее рассмотрения. На примере работы группы по изобретению подъемного механизма рассматривается применение символической аналогии. Была построена модель, основанная на символической аналогии с индийским фокусом с веревкой, твердеющей в руках факира.

Фантастическая аналогия предполагает сравнение с фантастическими образами. В ее основе мысль Зигмунда Фрейда о творческом труде как исполнении желания. Приводится отрывок стенограммы сессии, на которой решается задача по конструированию герметичной застежки для скафандра космонавта. «Давайте вообразим, что вы смогли захотеть, чтобы скафандр был закрытым: и он будет делать все, как вы хотите, по желанию», – в этом, по мнению Гордона, раскрывается фантастическая аналогия. Параллельно с использованием этой аналогии используются и другие – прямая, личная. Сознательный самообман проявляется во всех аналогиях, но в фантастической он наиболее сильный.

Гордон рассматривал вопросы организации синектической группы, ее подготовку, работу группы в фирме, а также рекомендации по поддержанию работоспособности группы и поощрению участников синектических сессий.

Образование синектической группы включает 3 фазы:

1. Выбор персонала.
2. Тренировка группы.
3. Реорганизация группы.

Выбор в кандидаты синектической группы осуществляется по следующим критериям:

1. Представительство. Основная работа кандидатов должна отражать операции компании вообще, т. е. все стороны деятельности.

2. Энергетический уровень. Подбираются деятельные натуры, а человека, который жалуется на то, что у него никогда не было «шанса» («не везет») следует остерегаться.

3. Возрастные требования. Кандидаты должны быть в возрасте от 25 до 40 лет. До 25 лет человек не вполне сформировался, чтобы судить о его синектическом потенциале. Человек старше 40 лет становится менее терпимым к новому. Однако это не означает, что таких людей не должно быть в группе, хотя возможность нахождения их невелика, а процесс поиска ведет к излишним затратам.

4. Административный потенциал. У хороших администраторов присутствует способность обобщать, основанная на синектике. Персонал с административными способностями после обучения синектике с большим успехом решает конкретные проблемы.

5. Предпринимательство. Для того чтобы группа принесла компании экономические достижения, она не должна сдерживаться компанией. Группа должна чувствовать независимость от компании и все-таки быть связанной с ней. Члены группы должны чувствовать ответственность за успех и неудачу.

6. Основная профессия. Идеально, если выбранные люди были бы с различными специальностями. Разнообразие опыта внутри компании дает им ее хорошее знание.

7. Образование. Способность к метафорам и аналогиям увеличивается, если кандидат получит дополнительную профессию.

8. «Почти» личность. Иногда при отборе кандидатов встречаются люди, у которых есть все данные. Этот тип личности, если он соответствует критериям конечного выбора, весьма желателен.

С избранными кандидатами организаторы группы ведут многочасовые беседы с целью осуществления конечного выбора.

Критерии конечного выбора следующие:

1. Способность к метафорам.
2. Отношение к помощи.
3. Координация движений.
4. Риск.
5. Эмоциональное совершенство.
6. Способность к обобщению.
7. Самоограничение.
8. Не ориентирование на общественное положение.
9. Аспект укомплектованности.

Проблема эксперта состоит в том, что он стремится обсуждать ситуацию на языке своей технологии. При этом перед другими членами группы встает проблема понимания его, возникает скептицизм, неверие в возможность решения задачи.

Чтобы добиться созидательного действия, необходимо снять условные законы сдерживания. Для этого Гордон предлагает мысленно игнорировать законы, например, закон всемирного тяготения, второе начало термодинамики, и отслеживать предполагаемые изменения в окружающем мире. Приводится пример использования этого метода на сессии.

Поставленная задача состояла в том, что необходимо было изобрести продукт, ежегодное производство которого может возрасти до 300 млн долларов. Группа, состоящая из химика, зоолога, физика, психолога, музыканта и филолога решала эту проблему.

Во всех трех случаях группа получила решения, близкие к идеальным (дорога сама себя создает, покрытие само возникает, краска сама изменяет цвет), но это не было выделено автором в принцип, отдельный механизм. Кроме того, только в одном случае задавался вопрос о расширении сферы применения полученного решения.

В. Дж. Гордон считает, что наиболее действенный механизм преодоления банальности – это метафоры, аналогии, относящиеся к данной проблеме.

Метафора – это выразительное сравнение, которое производит интеллектуальное и эмоциональное действие. Самые известные виды метафор – это аналогия и сравнение. Аналогия производит интеллектуальное действие, сравнение – эмоциональное. Первая чаще используется в описаниях ученых, вторая – более поэтична. Автор отмечает, что использование метафор характерно для человека, хотя в некоторых людях метафоры скрыты и сдерживаются. Способность людей использовать язык притуплена, а результат – снижение возможности охватывать новые связи.

Игра со словами и фразами – это способ делать знакомое не знакомым. Чтобы метафоры были действенными, их необходимо обновлять. Именно игра со словами позволяет это делать. На синектической сессии изобретался новый открыватель консервных банок. Играя со словом «открытый», группа смогла отойти от привычной точки зрения, что привело к использованию прямой аналогии.

Особый случай не относящегося к делу – это метод компьютерного перебора массы **не относящихся к делу данных** с целью выбора **относящегося к делу факта**. Это просто случайный и механизированный способ поиска иголки в стоге сена.

Не относящееся к делу (какие-то данные) имеет три общие формы:

1. Восприятия, идеи и всеобщности.
2. Эмоциональный фактор.
3. Случайности.

Продуктивный художник, ученый или изобретатель должен обдумывать не только свою проблему. Думая более широко, он использует восприятия и идеи, не относящиеся к делу.

Эмоциональный фактор заключается в следующем. Процесс производства эстетического или технического предмета сопровождается определенными полезными эмоциональными реакциями. Эти реакции не имеют отношения к делу, но им следует обучать. Такое обучение может быть осуществлено не столько правилами и указаниями, сколько практикой и примерами. При достаточном опыте задолго до появления решения возникает приятное ощущение, что ты прав.

Случайное, как не относящееся к делу, помогает процессу изобретения, если относиться к нему не как к препятствию намерениям. Важно принять, а не отвергнуть случайность и использовать ее.

Часто служащие из среднего управленческого уровня – «хранители свитков» – защищают от изменений старые привычки. Синектическая группа действует изнутри, как «пятая колонна», чтобы изменить положение, поскольку закон – это основа для продуктивного принятия решения.

Синектическое научное исследование показало, что возможно обучить определенных людей определенным мыслительным операциям, которые увеличат возможность успеха в ситуациях постановки проблемы и ее решения. Однажды изученные, эти операции полностью никогда не будут забыты.

4.5. Метод аналогии с живой природой

Природные формы среды являются неиссякаемым источником идей для художников и конструкторов, многие из них обладали обширными познаниями в ботанике и черпали вдохновение в мире растений.

Бурный рост технической мысли, начавшийся с середины XX в., развитие биологии, кибернетики и других наук привели к взаимосвязи биологических и технических дисциплин и обусловили развитие нового научного направления – бионики.

Бионика (от греч. *bíon* – элемент, ячейка жизни) изучает особенности строения жизнедеятельности организмов для создания новых систем (приборов, механизмов) и совершенствования существующих.

Бионика занимается изучением аналогий в живой и неживой природе для дальнейшего использования установленных принципов построения и функционирования биологических систем и их элементов при совершенствовании существующих технических систем, созданием принципиально новых машин, аппаратов, строительных конструкций.

Изучая процесс окраски у животных, бионики заимствовали идею изменения цвета в зависимости от изменения температуры. Ученым удалось создать особые термометрические краски, с помощью которых легко узнать, как нагреваются во время работы различные детали машин и механизмов.

Бионики давно исследуют конструктивные особенности принципов работы оригинальных «живых движителей», отличающихся высокой проходимостью, маневренностью, надежностью и экономичностью (насекомые, черные морские ежи, ящерицы, пингвины, горные козлы, тигры, леопарды и проч.). На их основе разрабатываются проекты вездеходных, прыгающих, ползающих и других универсальных средств передвижения.

По принципу вакуумной присоски стали делать подъемные краны, стоящие на прижатой к земле стальной чаше, из-под которой откачивают воздух. В основе движения шагающего экскаватора лежит гидропривод, напоминающий гидропривод пауков. Чтобы не проваливаться при ходьбе, у пингинов существует оригинальный способ передвижения – на животе, отталкиваясь крыльями и лапами от снега. Создана снегоходная машина «Пингвин», развивающая скорость по рыхлому снегу до 50 км/ч.

Напряжение клеточных оболочек, вызванное давлением жидкости в клетках (внутриклеточным давлением), получило название тургор. Благодаря тургору растения приобретают упругость, происходит активное формирование в природе, особенно при отсутствии в организме арматурной ткани, как у медуз, гусениц, помидоров, патиссонов.

Спираль – одна из форм проявления движения, роста и развития жизни. Описывая спираль, вытягиваются стебли растений; двигаясь по спирали, раскрываются лепестки некоторых цветов, например флоксов, разворачиваются побеги папоротника.

В то же время спираль является в природе и сдерживающим началом, направленным на экономию энергии и материала. Изменение формы природной конструкции в виде спирали приводит к устойчивости в пространстве и появлению дополнительной жесткости в конструкции.

Раковины простейших одноклеточных организмов форманифер и раковины моллюсков, закрученные в одной или разных плоскостях (турбоспираль), – это также проявление способа достижения наибольшей прочности при экономном расходовании материала. Благодаря завитой форме такие тонкостенные конструкции выдерживают большое гидродавление при погружении на глубину.

Первым, кто начал изучать механику полета живых моделей с бионических позиций, был великий **Леонардо да Винчи**. Он пытался построить летательный аппарат с машущим крылом. Идея создания летательного аппарата по принципу полета насекомых – энтомоптера – зародившаяся в глубокой древности, продолжает оставаться на повестке дня для биоников.

Биомеханика (от греч. *bios* – жизнь) изучает механические свойства живых тканей, органов и организма в целом, а также происходящие в них механические явления (при движении, дыхании и т. д.).

Паутина явилась прообразом конструкции моста на длинных гибких тросах, положив начало строительству подвесных мостов. Принципы построения природных конструкций из тонких натянутых нитей, а также конструкций из нитей с натянутыми между ними мембранами легли в основу вантовых конструкций. Прототипами для них послужили паутина, перепончатые лапы водоплавающих птиц, плавники рыб, крылья летучих мышей.

В формообразовании современного костюма распространены образные темы, повторяющие прозрачность и деликатность строения паутины в трикотажных переплетениях. Тончайшие нити вискозы и шелковой пряжи в структурах и хаотичных рисунках, полученных на основе спущенных петель, – идеальные переплетения для вечерней одежды.

Металлизированная пряжа с эффектом ржавчины и окисления позволяет создать ощущение каркаса – структуры, существующей как бы отдельно от тела и создающей объемные скульптурные силуэты. Трикотаж, напоминающий кокон, создают из веревок и лент, как бы обвязанных или оплетенных вокруг тела. С одной стороны, он защищает, а с другой – ограничивает подвижность.

С развитием городов и ростом населения перед строителями встала задача проектирования значительных по объему и размеру зданий без тяжелых трудоемких покрытий и промежуточных опор. Поэтому легкие и прочные, тонкостенные и экономичные природные конструкции заинтересовали архитекторов. Принцип конструкции этих оболочек лег в основу создания легких, большепролетных стальных и железобетонных покрытий различной кривизны, которые нашли широкое применение при строительстве спортивных комплексов, кинотеатров, выставочных павильонов и т. д.

В современных постройках толщина купола измеряется миллиметрами, и получают такие купола название оболочек-скорлуп. Скорлупа страусиного яйца обладает особой микроструктурой, допускает газообмен содержимого яйца с внешней средой, однако не пропускает внутрь микроорганизмы и молекулы веществ, своими размерами превышающие молекулу кислорода. Задача бионики состоит в имитировании свойств скорлупы страусиных яиц – этой природной упаковки – техническими средствами, используя имеющиеся технические возможности, сконструировать некую слоистую структуру, которая дает такой же физический эффект, как природная скорлупа.

4.6. Метод функционально-стоимостного анализа (ФСА)

Функционально-стоимостный анализ – это метод системного исследования функций объекта (изделия, процесса, структуры), направленный на

минимизацию затрат в сферах проектирования, производства и эксплуатации объекта при сохранении (повышении) его качества и полезности.

В зарубежной практике ФСА используется под названиями **«анализ»** и **«инженерно-стоимостной анализ»**. Первый термин применяется, когда речь идет об анализе существующих изделий, второй – при проектировании новых. Однако целевая ориентация обоих видов анализа одинакова: и тот, и другой предназначены для обеспечения эквивалентных характеристик изделий при меньших затратах. Все чаще для обозначения этого метода в зарубежной литературе применяется термин **«руководство ценностью», или «управление ценностью»**.

В экономической литературе отмечают взаимосвязь стратегии маркетинга и стратегии ФСА. Стратегия ФСА развивает стратегию маркетинга, т. к. является эффективным методом исследования технико-экономических характеристик товаров и их функциональных возможностей.

Под функционально-стоимостным анализом понимают метод комплексного системного исследования стоимости и характеристик продукции, включая функции и ресурсы, задействованные в производстве, деятельность по продаже, доставке, технической поддержке, оказанию услуг, а также по обеспечению качества. Данный метод направлен на оптимизацию соотношения между качеством, полезностью функций объекта и затратами на их реализацию на всех этапах его жизненного цикла [23].

Цели использования функционально-стоимостного анализа на предприятии могут различаться в зависимости от объекта исследования. Если объектом исследования будет выступать подразделение предприятия, например, отдел маркетинга, то цель исследования будет состоять в достижении улучшений в работе отдела по показателям стоимости, трудоемкости и производительности.

Если в качестве объекта исследования рассматривать качество продукции предприятия, то целями ФСА будут: на стадиях научно-исследовательской работы и опытно-конструкторских разработок – предупреждение возникновения излишних затрат, на стадиях производства и эксплуатации объекта – сокращение или исключение неоправданных затрат и потерь.

Конечной целью ФСА является поиск наиболее экономичных с точки зрения потребителя и производителя вариантов того или иного практического решения.

Соответственно различают и задачи ФСА по объектам исследования. В первом случае анализируется деятельность персонала отдела маркетинга и определяется стоимость исполнения функций управления, исследуется эффективность использования трудовых ресурсов отдела, выявляются источники повышения производительности труда, устранения «узких мест» в управлении и др.

Во втором случае основными задачами будут следующие: снижение материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости и фондоемкости продукции, повышение качества продукции, обеспечение сокращения расходов на улуч-

шение качества продукции за счет полного или частичного исключения излишних затрат на малоэффективные мероприятия.

Объектами ФСА могут быть:

- организационные и управленческие процессы и структуры, построение (совершенствование) организационной структуры, распределение задач, прав и ответственности в системе управления подразделением, создание условий для эффективной работы сотрудников служб;
- качество продукции (выявление резервов повышения качества продукции, достижение оптимального состояния «качество–цена»);
- конструкция изделия (на стадиях проектирования, подготовки производства, непосредственно в процессе изготовления), все виды технологической оснастки и инструментов, специальное оборудование и специальные материалы;
- технологический процесс (на стадиях разработки технологической документации, технологической подготовки производства, организации и управления производством) и иные процессы производства (заготовительные, обработочные, сборочные, контрольные, складские, транспортные).

Функционально-стоимостной анализ позволяет выполнить следующие виды работ:

1. Определить уровень (или степень) выполнения различных бизнес-процессов на предприятии, в том числе эффективность управления маркетингом и управления качеством продукции.
2. Обосновать выбор рационального варианта технологии реализации бизнес-планов.
3. Провести анализ функций, выполняемых структурными подразделениями предприятия.
4. Обеспечить высокое качество продукции.
5. Проанализировать интегрированное улучшение результатов деятельности предприятия и др.

С целью обеспечения наибольшей отдачи от выполнения работ по ФСА необходимо соблюдать принципы анализа.

Теория ФСА широко используется в отраслях машиностроения, электротехнической и электронной промышленности. В силу системности ФСА позволяет выявить в каждом изучаемом объекте причинно-следственные связи между качеством, характеристиками и затратами.

4.7. Морфологический анализ и синтез технических решений

Метод морфологического анализа и синтеза был разработан в 30-х гг. XX в. швейцарским астрономом Ф. Цвикки для конструирования астрономических приборов. Первое весьма результативное практическое использование метода было продемонстрировано в 1942 г. в США Ф. Цвикки в авиационной фирме, где он за короткое время получил несколько десятков новых технических решений ракетных двигателей и ракет. Рассматриваемый морфологический метод основан на комбинаторике [5].

Суть его состоит в том, что в интересующем изделии или объекте выделяют группу основных конструктивных или других признаков. Для каждого признака выбирают альтернативные варианты, т. е. возможные варианты его исполнения или реализации. Комбинируя их между собой, можно получить множество различных решений, в том числе представляющих практический интерес. Например, для изделия «нож» в таблице приведен перечень признаков и альтернативных вариантов. Если из каждой строки этой таблицы взять по одному варианту, то получим некоторую конструкцию ножа. Так, для сочетания вариантов (1.1; 2.3; 3.3; 4.2; 5.1), где в каждой паре первая цифра обозначает номер строки, а вторая – номер столбца, получим конструкцию ножа: «лезвие из металла, рукоятка – пластмассовая, форма лезвия треугольная, лезвие в чехле, дополнительная функция ножа – распиливание твердых тел» (табл. 4.1).

Число возможных конструкций ножа в таблице нетрудно подсчитать. Оно будет равно произведению чисел вариантов в каждой строке, т. е. $5 \times 5 \times 4 \times 3 \times 5 = 1500$.

Из рассмотренного примера видно, что суть метода заключается в построении морфологической таблицы, заполнении ее возможными альтернативными вариантами и в выборе из всего множества получаемых комбинаций наиболее подходящих и наилучших решений.

Таблица 4.1

**Морфологическая таблица на изделие
«Нож для резания пищевых продуктов»**

№ строки	Признаки	Альтернативные варианты (номер столбца)				
		1	2	3	4	5
1	Материал лезвия	металл	камень	кость	пластмасса	луч электронов
2	Материал рукоятки	дерево	кость	пластмасса	металл	металл и кожа
3	Форма лезвия	удлиненный прямоугольник	кривая вытянутая	треугольник	круглая	
4	Безопасность хранения	открытое лезвие	лезвие в чехле	лезвие в рукоятке		
5	Выполняемые дополнительные функции	распиливает твердые тела	открывает металлические пробки бутылок	выворачивает шурупы	отворачивает гайки М12	открывает замок

4.7.1. Постановка задачи и построение конструктивной функциональной структуры

Постановка задачи поиска улучшенного технического решения с помощью морфологического метода выполняется как и ранее. В дополнение к этому выбирают критерий качества, т. е. такой наиболее важный количественный показатель или параметр, с помощью которого из двух или нескольких допустимых вариантов технического решения выбирают наилучший.

Допустимыми называют такие варианты решений, которые удовлетворяют основным требованиям. За критерий качества обычно принимают какой-либо критерий развития или другие наиболее важные показатели.

4.7.2. Выбор наиболее эффективных технических решений

Определение числа возможных технических решений. Выбрать из морфологической таблицы наиболее приемлемые или эффективные комбинации технических решений (ТР) нелегко из-за большого числа комбинаций.

Поэтому сначала оценивают число возможных вариантов технических решений, которые можно получить (синтезировать) на основе морфологической таблицы:

$$N = n_1 \times n_2 \dots n_m,$$

где n – число альтернативных вариантов в столбце; m – число столбцов.

Сокращение числа альтернативных вариантов в столбцах и числа столбцов. Наиболее эффективные технические решения из множества всех возможных вариантов можно выбрать путем последовательного сокращения этого множества за счет исключения наименее эффективных и наименее перспективных технических решений.

Другой путь уменьшения числа N заключается в сокращении числа столбцов в морфологической таблице. При этом среди всех столбцов (функциональных элементов) выделяют главные, или основные, которые решающим образом влияют на эффективность и качество изделия, а также самые второстепенные и малозначащие функциональные узлы, которые можно исключить.

Сокращение множества возможных вариантов технических решений можно проводить путем исключения наихудших комбинаций элементов. В морфологической таблице, имеющей $N \leq N_{об}$, можно последовательно по разным правилам синтезировать (составлять) варианты технических решений и сравнивать их между собой для выбора наилучших. Однако такой способ, несмотря на его простоту, является весьма трудоемким. Поэтому здесь предлагается более экономная процедура сокращения числа вариантов.

При выполнении этой процедуры образуют различные альтернативные комбинации из нескольких элементов и исключают из них наихудшие. К наихудшим относятся нереализуемые или несовместимые, трудно реализуемые и наиболее дорогие по затратам комбинации, а также комбинации, в наименьшей мере устраняющие недостатки прототипа или улучшающие критерий качества и т. п.

Опишем эту процедуру, используя абстрактный пример – абстрактную морфологическую таблицу (табл. 4.2).

1. В исходной морфологической табл. 4.2 выбираем два столбца, имеющие наименьшее число альтернативных вариантов, и образуем из их элементов все возможные парные комбинации (см. табл. 4.3). Пусть в нашем абстрактном примере обе комбинации – допустимые и равноценные, потому ни одну из них не относим к наихудшим и не исключаем.

2. Выбираем из исходной табл. 4.2 следующий столбец с наименьшим числом альтернатив – столбец Ф2. С помощью вариантов этого столбца и

допустимых комбинаций в табл. 4.3 образуем все возможные комбинации из трех элементов (табл. 4.4). Сравнительный анализ этих комбинаций позволил три из них отнести к наихудшим и исключить.

Таблица 4.2

Абстрактная морфологическая таблица

ϕ	ϕ_2	ϕ_3	ϕ	ϕ
A_1^1	A_2^1	A_3^1	A_4^1	A_5^1
A_1^2	A_2^2	A_3^2		A_5^2
A_1^3		A_3^3		
A_1^4		A_3^4		
		A_3^5		

Таблица 4.3

Комбинация из двух элементов

		A_5^2
A_4^1	$A_4^1 A_5^1$	$A_4^1 A_5^2$

Таблица 4.4

Сокращение комбинаций из трех элементов

	A_2^1	A_2^2	A_2^3
A_4^1	$A_2^1 A_4^1 A_5^1$	$A_2^1 A_4^1 A_5^1$	$A_2^3 A_4^3 A_5^1$
$A_4^1 A_5^2$	$A_2^1 A_4^1 A_5^2$	$A_2^2 A_4^1 A_5^2$	$A_2^3 A_4^1 A_5^2$

3. Выбираем из табл. 4.2 следующий столбец с наименьшим числом альтернатив Φ_1 , и с помощью оставшихся допустимых комбинаций из табл. 4.4 образуем все возможные комбинации из четырех элементов (табл. 4.5). Поскольку комбинации легко образуются мысленно, то их не обязательно выписывать в клетках таблицы.

В табл. 4.5 на основе сравнительного анализа отмечены клетки с наихудшими комбинациями.

Таблица 4.5

Сокращение комбинаций из четырех элементов

	A_1^1	A_1^2	A_1^3	A_1^4
$A_2^1 A_4^1 A_5^2$		+		
$A_2^2 A_4^1 A_5^2$			+	+
$A_2^3 A_4^1 A_5^1$	+	+		

По аналогии с п.п. 1–3 образуем таблицы вариантов до последнего столбца, имеющего наибольшее число альтернатив. В последней таблице (после исключения наихудших) остается множество допустимых вариантов технических решений. Если допустимых вариантов окажется довольно много, то проводят сокращение по дополнительным наиболее важным показателям (**надежность, расход энергии или дефицитных материалов, трудоемкость и т. д.**).

Выбор наиболее эффективных вариантов технических решений. Множество допустимых вариантов технических решений, полученных после сокращения возможных технических решений путем исключения наихудших комбинаций элементов, упорядочивают по критерию качества от лучших к худшим. При равных или близких значениях критерия качества в упорядочиваемых вариантах учитывают степень устранения недостатков в прототипе. После упорядочивания выбирают 3–5 наиболее эффективных вариантов технических решений для дальнейшей проработки.

4.7.3. Идеальное техническое решение

Одним из приемов, помогающих выбору нового технического решения и конструирования улучшенного технического объекта, может служить прием идеального технического решения (ИТР).

Ученые, конструкторы по-разному называют прием ИТР – идеальный конечный результат, идеальная машина, идеальная техническая система, увеличенная степень идеальности.

Одним из первых ввел в инженерную практику понятие идеальное техническое устройство («идеальный» радиоприемник) В. А. Котельников (академик РАН). Но даже самый лучший приемник не может полностью избавиться от помех, а лишь максимально снижает их. Но идея и теория «идеального» приемника позволили конструкторам и изобретателям искать новые технические решения на более узком и прогрессивном направлении, на основном направлении развития того или иного технического объекта.

Техническое решение может считаться идеальным, если оно может обеспечить техническому объекту одно (или несколько) следующих свойств:

1. Если габариты (размеры) технического объекта приближаются или совпадают с габаритами (размерами) обрабатываемого или транспортируемого объекта (материала, изделия), а собственная масса технического объекта намного меньше массы обрабатываемого или транспортируемого им объекта.

2. Если габариты и масса технического объекта или его главных функциональных элементов приближаются к ничтожно малым величинам, а в идеальном случае становятся равными нулю. Это соответствует ситуации, когда необходимость в применении устройства или какого-то элемента отпадает, но необходимые функции (с равным успехом или даже лучше) выполняются.

3. Если технический объект и все его элементы выполняют полезную работу в полную меру своих расчетных возможностей.

4. Если коэффициент полезного действия технического объекта приближается к единице, а в идеальном случае равен единице. Потери энергии в таком объекте отсутствуют или приближаются к нулю.

5. Если технический объект обеспечивает обработку или транспортировку другого объекта (материала или изделия) за время близкое к нулю.

6. Если технический объект функционирует бесконечно длительное время без отказов и длительных наладок, без ремонтов и остановок.

7. Если технический объект функционирует в полностью автоматическом режиме, т. е. без участия человека-оператора или при его минимальном участии.

8. Если технический объект не оказывает никакого отрицательного влияния на человека и окружающую его природную среду.

Изобретательский опыт выработал ряд рекомендаций по поиску идеальных технических решений. Главная из них – надо на какое-то время стать фантастом (даже футурологом), попытаться представить и подробно описать техническое решение будущего технического объекта заданного класса. Это решение должно обеспечить реализацию той или иной рассматриваемой функции, придать техническому объекту несколько или хотя бы одно из перечисленных выше восьми идеальных свойств. При этом, как рекомендует автор АРИЗа Г. С. Альтшуллер, не следует заранее думать о реальности осуществления такого идеального технического решения и путях его реализации [2].

В процессе этой деятельности не следует ограничивать свою фантазию, но, в то же время, надо обращать особое внимание на конкретный физический принцип действия технического устройства и на основные показатели эффективности этого объекта.

Важность использования формулировок идеального технического решения заключается в том, что они позволяют в многомерном пространстве поиска выделить достаточно малый угол поиска, который обеспечивает более целенаправленную творческую деятельность и концентрирует интуицию разработчика в наиболее перспективном направлении.

Целесообразность и эффективность приема поиска идеальных технических решений подтверждают объективно существующую закономерность развития техники: **развитие всех технических объектов и технических систем идет в направлении увеличения степени их идеальности.**

Предельный случай идеализации технического объекта заключается в его существенном уменьшении (и, в конечном итоге, в исчезновении) при одновременном увеличении количества выполняемых им функций.

В идеале технический объект вырождается, исчезает, а полезные функции, нужные человеку и обществу, должны сохраняться и выполняться. При этом надо иметь в виду, что для выполнения этих функций требуется только материальный, а не эфемерный, призрачный, нереальный объект. А это значит, что за исчезнувший (идеализированный) объект его функции будут выполнять другие (соседние) технические объекты, или надсистема, в состав которой он входил как элемент. Если при этом принятая надсистемой «чужая» функция аналогична собственной, происходит просто увеличение главной полезной функции, а если эти функции не совпадают, то происходит увеличение числа функций надсистемы.

Более общий вид идеализации технических решений заключается в том, что добиваются снижения веса, габаритов и энергоемкости технических объектов при одновременном увеличении полезной функции (или количества функций).

4.7.4. Основные законы развития технических систем

«Линия жизни» технической системы. В течение «своей жизни» техническая система переживает три этапа – зарождение, развитие и угасание.

На этапе зарождения формируется только рабочий орган, появляются изобретения в небольших количествах, но очень высоких уровней. В систему вкладываются большие финансовые средства, но она пока не приносит прибыли. По мере формирования остальных частей системы наступает период ее расцвета – она становится экономически выгодной, бурно развивается, внедряются изобретения, в основном, средних уровней.

Наступает момент, когда рабочий орган системы останавливается в развитии, т. к. исчерпаны все его резервы. Этот период характеризуется стремлением системы резко увеличить свои габаритные размеры и мощность. Появляется масса изобретений, но все они мелкого или мельчайшего уровня – система полностью выбрала свои ресурсы. Развиваются все части, кроме рабочего органа, возникают и все более обостряются противоречия с надсистемой, в том числе с экологической. Вкладывание средств в развитие старой системы не приводит к положительным результатам.

И вот на смену старой приходит новая система, с принципиально новым рабочим органом и все повторяется сначала.

Закон повышения степени идеальности. Любая система в своем развитии приближается к идеалу, т. е. для выполнения своей функции она все меньше и меньше затрачивает энергии, времени и пространства.

Достигнув идеала, техническая система исчезает, но ее функция продолжает выполняться.

Идеальная техническая система ничего не весит, не занимает пространства, не затрачивает энергии, но работа выполняется. (Системы нет, а функция выполняется!)

При приближении к идеалу техническая система вначале борется с окружающей средой, максимально затрачивая свою энергию и вещества, затем постепенно и поэтапно начинает приспосабливаться к ней, частично используя уже ее энергию и вещества, и, наконец, полностью сливается с окружающей средой, становясь ее частью с нужной функцией.

Основные этапы приближения к идеалу:

1. Техническая система увеличивает количество выполняемых ею функций.
2. Части технической системы поэтапно сворачиваются в рабочий орган.
3. Техническая система поэтапно передает свои функции элементам надсистемы, вначале ближайшим, затем все более отдаленным, вплоть до природных систем. С передачей последней функции система исчезает.

Внутри каждого этапа есть свои особенности и закономерности.

Если потребность в развитии какой-либо технической системы сохраняется и все более возрастает, то она, в конечном итоге, становится не отличимой от природной.

Любая проблемная ситуация должна рассматриваться с позиции идеальности, т. е. должны соблюдаться условия, при которых:

- система сама устраняет свои недостатки, используя для этого только свои ресурсы;
- элемент, порождающий проблему, сам ее устраняет.

Закон повышения степени динамизации. В своем развитии любая техническая система стремится перейти от использования неподвижных элементов к подвижным (динамичным).

Вначале используется вещество в твердом состоянии, затем в жидком, газообразном и, наконец, в полевом, т. е. в виде какой-либо энергии.

На каждом этапе процесса динамизации происходит изменение формы рабочего органа вначале в статике – точка, линия, плоскость, объем и снова точка, затем в динамике – движение по линии, движение в одной плоскости, движение во многих плоскостях, движение на микроуровне вещества.

На каждом из перечисленных шагов используются возможности бисистемы (сдвоенной), затем полисистемы, т. е. многочисленной.

Процесс динамизации захватывает вещество рабочего органа вначале на макроуровне, т. е. на уровне «железок», затем на микроуровне, т. е. на уровне кристаллической решетки вещества, далее на уровне молекулы и, наконец, на уровне атома и его частей.

Существует ряд других законов развития технических систем, но в данном пособии они не рассматриваются.

Закон единства противоречий. Виды противоречий. При движении к идеалу техническая система качественно меняется. Всякое такое изменение сопровождается возникновением противоречивых требований и необходимостью их устранения.

Вначале противоречия, как правило, проявляются (наблюдаются) со стороны надсистемы, затем, по мере анализа ситуации, они уточняются на уровне изменяемой системы, и, наконец, с наибольшей ясностью противоречивые требования проявляются на уровне подсистемных элементов.

С этой позиции различают три уровня формулирования противоречий:

Административное противоречие возникает между технической системой и окружающей средой (человеком). Как правило, такое противоречие не имеет однозначных, явно выраженных требований и четко выраженных границ. Решение таких задач невозможно или крайне затруднено, т. к. они не определены и включают в себя многие системы. Необходимо конкретизировать задачу, выявив в ней техническое противоречие.

Техническое противоречие возникает между несколькими техническими системами или между частями одной системы. При улучшении какой-либо одной системы недопустимо ухудшается другая и наоборот. Или при улучшении одного какого-либо параметра системы недопустимо ухудшается другой параметр. Решение задач, сформулированных на этом уровне, возможно с помощью специальных приемов устранения технических противоречий. Однако наилучшие результаты достигаются, если задача будет сформулирована на уровне физических противоречий.

Физическое противоречие – это предельное противоречие, которое выражается в том, что к одному элементу системы предъявляются противоположные требования по физическому состоянию. Например, «быть горячим и холодным», «быть тяжелым и легким» или «быть магнитным и не магнитным» и т. п.

Основным условием успешного решения любой изобретательской задачи является нахождение в ней физического противоречия и его последующее разрешение.

Для разрешения физических противоречий используются **диалектические принципы, вещественно-полевой(вепольный) анализ и стандарты.**

4.7.5. Основы системного мышления

В природе и технике не существует обособленных систем, изолированных друг от друга. Все связано со всем и все меняется.

В основе творческого мышления лежит умение анализировать объект во времени (прошлое, настоящее, будущее) и в пространстве (система, подсистема, надсистема). Видеть систему в будущем – это значит не делать ошибок в настоящем. Видеть систему в прошлом – это значит не делать ошибок в будущем.

Для решения задачи на творческом уровне необходимо задействовать как минимум девять мысленных экранов – сам объект, т. е. наблюдаемую систему, то, куда этот объект входит, т. е. надсистему, и то, из чего этот объект состоит, т. е. подсистему.

Причем рассматривать все экраны надо в прошлом, будущем и настоящем времени.

Решая изобретательскую задачу необходимо мыслить глобально, охватывая все системы в пространстве и во времени, а действовать необходимо локально с минимальными изменениями.

Уровни творчества. Различают пять уровней творчества в технике:

Первый уровень – задача и средства ее решения находятся в пределах одной специальности.

Второй уровень – задача и средства ее решения находятся в пределах разных специальностей.

Третий уровень – задача и средства ее решения находятся в пределах одной науки.

Четвертый уровень – задача и средства ее решения находятся в пределах нескольких наук.

Пятый уровень – задача и средства ее решения находятся за пределами известных наук.

Глава 5. Технические противоречия и принципы их решения

5.1. Теория решения изобретательских задач

В области общей теории систем (ОТС) сформулированы законы сложных надорганизменных систем. Теорией решения изобретательских задач (ТРИЗ) разработаны практические приемы обращения с системным объектом.

Зародившись в недрах **патентоведения и инженерного** дела, эта практическая дисциплина успешно применяется в других дисциплинах (педагогика, психология, бизнес и менеджмент) [1, 2].

Ведущие ученые отмечают, что выпускники технических ВУЗов должны осваивать гуманитарную культуру – науку и практику, т. к. важную часть работы инженера составляют определение и оценка новых технических задач (**праксеология**).

Инженер должен определить, как люди будут применять разработанные им приборы (**психология**). Он обязан предвидеть тот эффект, который вызовет появление в продаже, например, механической зубной щетки.

Таким образом, деятельность инженера (как и других специалистов) в большой степени зависит от нужд общества (**социология**), признания полезности его изобретения и того, как эти изобретения помогают людям (**история**).

Эта заинтересованность вместе с экономической стороной деятельности инженера делают его работу не только технической, но и социальной (**гуманитарной**).

ТРИЗ располагает серьезным арсеналом приемов разрешения системных противоречий. В ТРИЗ есть правила обращения с системным объектом и законы поведения этого системного объекта при воздействии на него изобретателя. Основой объединения ОТС и ТРИЗ являются общие свойства социальных (живых) и технических (исходно неживых) систем. Обе системы включают в себя или состоят из живых (социальные и технические системы) элементов. В обоих типах систем присутствует процесс изобретения.

5.2. ТРИЗ – основные идеи и положения

Все изменилось с древних времен, неизменной оставалась лишь технология создания нового. Метод проб и ошибок, которым пользовались и продолжают пользоваться люди, ограничивает эффективность их творческих действий.

Любая работа, которую делает человек, имеет свою технологию, свои правила, выполнение которых обеспечивает достижение поставленной цели.

Поиск нового в технике – это тоже работа и, пожалуй, одна из самых важных и трудных. Но, к сожалению, для этой работы отсутствует какая-либо технология, и человек вынужден искать новые решения методом проб и ошибок, затрачивая многие годы и значительные материальные средства.

В начале 80-х гг. XX в. в Российской Федерации сформировалась и получила широкое распространение **Теория Решения Изобретательских За-**

дач – ТРИЗ, которая является научно обоснованной технологией получения новых решений в технике. Знание ТРИЗ дает любому думающему инженеру возможность целенаправленно и без перебора вариантов получать изобретения высоких уровней.

Автором ТРИЗ является российский ученый – исследователь Генрих Саулович Альтшуллер [1, 2, 3].

В настоящее время в Российской Федерации и в других странах ТРИЗ развивается усилиями многих учеников и последователей Г. С. Альтшуллера.

С помощью ТРИЗ сегодня созданы тысячи изобретений.

Основная идея ТРИЗ: развитие технических систем определяется объективными, познаваемыми закономерностями. Этим законам подчиняется развитие любых технических систем – от кофеварки до космической станции.

Цель разработки – дать каждому человеку (независимо от таланта и способностей) реальную возможность делать изобретения. В этом заключается актуальность данной темы. Ведь темпы технического прогресса напрямую зависят от изобретателей, а экономические успехи – от темпов технического прогресса. Многие изобретения, открытия, идеи опаздывают, как минимум, на несколько лет и, следовательно, порой уже бывают бесполезны.

Среди основных задач можно выделить следующие:

1. Рассмотреть метод «мозгового штурма».
2. Определить некоторые приемы ТРИЗ.
3. Проанализировать рациональную тактику решения изобретательских задач.

Известные приемы ТРИЗ. Решения задач по «Теории...» подразделяются на пять уровней; на каждом уровне разный расход времени на решение. Например, на первый уровень расходуется обычно несколько десятков минут, на второй – несколько часов, третий – несколько дней, четвертый – одну-две недели максимально. На исследование условий постановки задачи уходит от 50 до 90 % общего времени решения. Чем выше уровень решения – тем выше эффективность его внедрения.

Со временем на базе ТРИЗ появились различные методы и методологии, имеющие конкретную направленность.

Разработки показали отличные результаты, ТРИЗ получила распространение во многих странах. Книги по ТРИЗ были изданы в США, Великобритании, Японии, Швеции, Финляндии, Германии, Болгарии и других странах.

В 1989 г. была образована международная ассоциация ТРИЗ. Тогда же на рынке впервые появился программный продукт «Изобретающая машина», базирующийся на некоторых ТРИЗ – технологиях и помогающий инженерам решать их профессиональные проблемы.

За два года было продано более 1000 копий «Изобретающих машин». В 1995–1997 гг. этот программный продукт, переведенный на английский язык, приобрели такие известные фирмы, как «Форд», «Катерпиллер», «Проктор энд Гэмбэл», «ИВМ», а «Моторола» заключила специальный долгосрочный контракт на поставку 1000 копий системы для своих предприятий. Заинтересовались «Изобретающей машиной» и японские фирмы.

Многие российские профессиональные разработчики ТРИЗ разъехались в различные страны, где создали ряд успешно работающих консалтинговых фирм. И сейчас во многих странах существуют фирмы, занимающиеся ТРИЗ-консалтингом. Услугами специалистов по ТРИЗ начали пользоваться разработчики государственных программ, политические деятели, бизнесмены, менеджеры. Известная южнокорейская фирма LG приглашает специалистов по ТРИЗ.

В Российской Федерации организовано обучение ТРИЗ в ряде вузов, колледжей и школ страны. Как сама теория, так и методология преподавания ТРИЗ непрерывно развиваются. Идеи и методы ТРИЗ переносятся в гуманитарные области: искусство, литературу, менеджмент, рекламу, PR, педагогику.

Эта система позволяет каждому «очень желающему» после соответствующего обучения получить возможность работать на уровне талантливого и даже гениального человека, находить оригинальные высокоэффективные решения. Применять инструменты ТРИЗ можно в любой специальности (задавая, при необходимости, сравнительно небольшое число узких специфических вопросов соответствующим специалистам или обращаясь к соответствующей литературе).

Инженер, владеющий ТРИЗ, имеет возможность эффективно развивать и совершенствовать технические системы. У педагога, использующего ТРИЗ, дети занимаются с увлечением и без перегрузок осваивают новые знания, развивают речь и мышление. Сценаристам и писателям прикладные технологии ТРИЗ помогут развить сюжеты их произведений, придумать неординарные фантастические объекты.

«Тризовцы»-бизнесмены обходят конкурентов и повышают свои доходы за счет более эффективного использования своих ресурсов. Сегодня использование ТРИЗ доступно как детям, так и специалистам разного профиля. Это открывает новые возможности в освоении столь загадочного пространства, в котором происходит синтез новых идей, решение творческих задач, освоение различных континентов знаний.

Методология решения проблем строится на основе общих законов эволюции, общих принципов разрешения противоречий и механизмов решения конкретных практических проблем.

ТРИЗ включает в себя:

- механизмы преобразования проблемы в образ будущего решения;
- механизмы подавления психологической инерции, препятствующей поиску решений (неординарные решения трудно находить без преодоления устойчивых представлений и стереотипов);
- обширный информационный фонд – концентрированный опыт решения проблем.

«**Приемы**» – исторически первая форма ТРИЗ. Это достаточно конкретные рекомендации типа «сделать наоборот»: вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие; сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную – движущейся».

щейся; повернуть объект «вверх ногами», вывернуть его. Приемов было выявлено более сорока.

Следующим шагом стала сводная таблица приемов, дающая представление, в каких случаях применяется тот или иной прием и какое противоречие при этом разрешается. Была определена ситуация, при которой возникает изобретательская, да и любая творческая задача.

Как оказалось, в этот момент появляются противоположные требования либо к самой системе в целом, либо к ее части. Например, двигаться, оставаясь неподвижным; показать исключительность стандартного товара, чистоту при работе в «нестерильных» условиях и т. д. При разрешении противоречия система получает возможности дальнейшего развития, в отличие от компромисса, когда «здесь и сейчас» становится чуть-чуть лучше, но за улучшение приходится расплачиваться ухудшением в каких-то других параметрах.

Более развитая форма ТРИЗ-рекомендации – «**Стандарты**». Сейчас их известно более семидесяти. Как правило, стандарт – это конгломерат, сочетание приемов, геометрических, физических, химических и иных эффектов, а также законов развития различных систем. Стандарты полнее, чем приемы, отражают логику развития (в частности, технических систем). Эффективность системы может быть повышена путем объединения с другой системой (или системами) в более сложную би- или полисистему. Это как при объединении нескольких коротких жестких звеньев можно получить цепь или браслет, обладающий новым свойством – гибкостью.

Следующий блок ТРИЗ – «**Информационный фонд**». Практика обучения ТРИЗ, решения изобретательских задач показывает, что зачастую сильные решения задачи связаны с использованием эффектов, выходящих за пределы специальности решающего. Поэтому в рамках ТРИЗ были созданы указатели различных явлений и эффектов: физических, химических, геометрических.

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития технических систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач. АРИЗ возник и развивался вместе с теорией решения изобретательских задач, являясь ее ядром. Первоначально АРИЗ назывался «методикой изобретательского творчества».

Впервые словосочетание «алгоритм решения изобретательских задач» использовано в 1965 г. В дальнейшем модификации АРИЗ включали указание на год публикации, например, АРИЗ-65, АРИЗ-68, АРИЗ-71, АРИЗ-77, АРИЗ-80, АРИЗ-85-В.

АРИЗ основан на диалектическом подходе к процессу изобретательства, на использовании не только объективных закономерностей развития техники, но и всей наиболее ценной для изобретательства информации из различных областей знаний.

Он представляет собой программу последовательных операций по выявлению и устранению противоречий, позволяющую шаг за шагом переходить от расплывчатой исходной ситуации к четко поставленной задаче, затем

к предельно упрощенной модели задачи и к противоречиям, лежащим на пути решения задачи. Далее – к разрешению этих противоречий с помощью явных или скрытых ресурсов систем, так или иначе связанных с задачей. При этом пути разрешения противоречий ищутся в том числе и в самих противоречиях.

Главные узловые понятия АРИЗ – это «противоречие», «идеальный конечный результат» и «принцип разрешения противоречия».

Рациональная тактика решения изобретательских задач. Создать рациональную тактику решения изобретательских задач можно лишь на основе объективных закономерностей развития технических систем. Но что это такое?

Рассмотрим конкретный пример. Киносъемочный комплекс – типичная техническая система, включающая ряд элементов: киносъемочный аппарат, осветительные приборы, звукозаписывающую аппаратуру и т. д. Аппарат ведет съемку с частотой 24 кадра в секунду, причем при съемке каждого кадра затвор открыт очень небольшой промежуток времени, иногда 0,001 сек. А светильники освещают съемочную площадку все время. Таким образом, полезно используется 2,4 % энергии или чуть больше. Остальная энергия расходуется, в сущности, на вредную работу, утомляет артистов. Использовать для светильников переменный ток рискованно, поскольку частота промышленного переменного тока (50 герц) не совпадает с частотой съемки; в промежутках между периодами излучение ламп падает, и колебания света могут отразиться на освещенности площадки.

Итак, мы имеем техническую систему, основные элементы которой «живут» каждый в своем ритме. Отсюда недостатки системы. Одна из объективных закономерностей развития технических систем состоит в том, что системы с несогласованной ритмикой вытесняются более совершенными системами – с согласованной ритмикой. В данном случае нужны безинерционные светильники, работающие синхронно и синфазно вращению шторки объектива.

Принцип согласования ритмики частей системы – всего лишь одна из многих закономерностей, определяющих развитие технических систем. Но даже знание этой одной закономерности дает изобретателю мощный эвристический инструмент. Можно рассматривать разные технические системы и сознательно их совершенствовать. Внешне АРИЗ представляет собой программу последовательной обработки изобретательской задачи. Объективные закономерности развития технических систем заложены в самой структуре программы или выступают в «рабочей одежде» – в виде конкретных операторов.

Во многих случаях решение задачи затруднено потому, что поставлена она неверно: надо решать не данную задачу, а другую. В АРИЗе это учтено. Получив задачу, изобретатель, пользуясь определенными правилами, проверяет возможность и целесообразность ее трансформации или даже полной замены. При этом подчас обнаруживаются совершенно новые задачи, выявляется логика развития технической системы. АРИЗ поэтому можно рассматривать и как алгоритм прогнозирования развития технических систем.

Выбранный изобретателем объект рассматривается, согласно АРИЗу, как элемент закономерно развивающейся системы. В ходе анализа сначала выяв-

ляется **техническое противоречие**, возникающее между частями (или частями) системы, а затем локализуется причина технического противоречия – определяется **физическое противоречие**.

Физическое противоречие представляет собой разные и несовместимые требования к одной части объекта.

Например, в двигателе внутреннего сгорания стенки цилиндра должны быть горячими, чтобы был обеспечен высокий КПД, и эти же стенки цилиндра должны быть холодными, чтобы был высокий коэффициент наполнения при такте всасывания и, следовательно, достаточная мощность двигателя. Такого рода противоречия могут быть устранены с помощью определенных типовых приемов. АРИЗ сводит обширное поисковое поле к нескольким пробам, необходимым для подбора нужного варианта устранения физического противоречия.

Выявление физического противоречия ведется по четким правилам. Вот, например, задача: «Есть фильтр для очистки воздуха от неметаллических частиц пыли. Фильтр представляет собой конструкцию из многих слоев металлической ткани. Время от времени фильтр необходимо очищать от забившей его пыли. Осуществляют это продувкой фильтра в обратном направлении. Очистка идет слишком долго. Как быстрее убирать пыль из фильтра?».

Люди, не знающие АРИЗа, начинают перебирать бесчисленные варианты: а если вымывать пыль? А если выбивать ее вибрацией? А если что-то растворять? С позиций АРИЗа задача проста.

Существует правило, по которому целесообразно **рассматривать изменение не природных, а технических элементов**. Пыль – природный элемент. Металлическая ткань – элемент технический. Следовательно, удалять, вымывать, растворять, разрушать надо не пыль, а сам фильтр. Поры фильтра должны быть маленькими при работе и должны быть большими при очистке. Решение: заменим металлическую ткань ферро-магнитными крупинками, удерживаемыми магнитом или электромагнитом.

Такие задачи с помощью АРИЗа решают восьмиклассники.

После выявления физического противоречия изобретатель обращается к информационному аппарату АРИЗа: к системе типовых приемов устранения противоречий, к таблицам применения типовых приемов, к указателю использования физических эффектов и явлений.

Уже давно известно, что изобретатели используют какие-то приемы преобразования исходного технического объекта: разделение, объединение, инверсию («сделать наоборот») и т. д. Разные авторы приводили списки приемов, но списки эти были неполными, наряду с сильными приемами в них фигурировали приемы слабые и устаревшие. А главное – оставалось неизвестным: когда какой прием применять.

При разработке АРИЗа велся систематический анализ патентного фонда: выделялись и исследовались изобретения третьего и более высоких уровней, определялись содержащиеся в них технические противоречия и способы их

устранения. На этой основе составлены таблицы наиболее типичных противоречий и списки основных приемов их устранения.

В сущности, АРИЗ организует мышление изобретателя так, будто в распоряжении одного человека имеется опыт всех (или очень многих) изобретателей. И, что очень важно, опыт этот применяется талантливо. Обычно даже маститый изобретатель черпает из опыта решения, основанные на внешней аналогии: вот эта новая задача похожа на такую-то старую задачу, значит, и решения должны быть похожими. «Аризный» изобретатель видит глубже: вот в этой новой задаче такое-то физическое противоречие, значит, можно использовать решение из старой задачи, которая внешне совсем не похожа на новую задачу, но содержит аналогичное физическое противоречие. Стороннему наблюдателю это кажется проявлением мощной интуиции...

В АРИЗе широко используются конкретные операторы преодоления психологической инерции.

Устранение специальных терминов – простейший из таких операторов.

Другой оператор (он называется оператор «размер–время–стоимость» – РВС) представляет собой шесть мысленных операций: начнем мысленно уменьшать размеры объекта – и посмотрим, что изменится в задаче, какие новые стороны в ней откроются, затем мысленно увеличим размеры объекта – и снова проследим, как меняется задача; потом будем увеличивать–уменьшать скорость объекта и его стоимость.

Опыт обучения АРИЗу свидетельствует: освоение операций описанного типа ощутимо поднимает эффективность решения творческих задач. Но дело в том, что подобных операций не две – их десятки. А главное – они образуют систему мышления.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что качественное отличие талантливого мышления состоит, прежде всего, в умении видеть не только данную в задаче систему, но и надсистему, и подсистемы. Иными словами, когда речь идет о дереве, надо хотя бы «боковым зрением» видеть лес (надсистему) и отдельную клетку древесины (подсистему).

Более высокая степень таланта отличается умением видеть на каждом уровне линию развития: прошлое, настоящее, будущее. Еще более высокая степень таланта связана с умением видеть не только систему, надсистему, подсистему, но и их антиподы: кран – антикран, печь – антипечь и т. д.

«Кинотеатр» талантливого мышления, таким образом, очень сложен: три яруса (подсистема, система, надсистема), и на каждом ярусе отдельные «экраны» для прошлого, настоящего и будущего. Мало того, на каждом «экране» позитивное и негативное изображения.

Мышление по «полной схеме» пока – величайшая редкость. Но такое мышление можно развивать, к нему можно подводить если не всех, то очень многих. Одна из главных функций АРИЗа и состоит в том, чтобы развивать творческие способности.

Научная организация творческого процесса – настоятельное веление времени. Пройдет несколько лет и первейшим качеством каждого инженера станет его творческий потенциал: умение генерировать новые идеи, знание эффективных методов решения творческих задач, наличие тренированного творческого воображения.

Готовиться к этому надо сегодня, сейчас.

Каждый человек должен творить в области своих интересов и на уровне своих возможностей.

Для творческой целенаправленности учащимся или студентам необходимо знакомиться с информацией о современных проблемах науки, искусства, техники и общества, а также находить проблемы в научно-популярной литературе.

Основная идея ТРИЗ: технические системы возникают и развиваются по объективным законам. Эти законы познаваемы и их следует применять при создании и совершенствовании технических систем.

Законы выявлены на основе анализа многих тысяч изобретений и это позволило создать эффективные решательные инструменты. Знание законов развития технических систем и созданных на их основе инструментов ТРИЗ позволяет специалисту не только уверенно решать технические задачи, но и с большой точностью делать прогнозы рассматриваемых технических систем.

В настоящее время ТРИЗ включает в себя **следующие разделы**:

1. Основы системного мышления.
2. Законы развития технических систем.
3. Приемы устранения технических противоречий.
4. Вещественно-полевой(вепольный) анализ.
5. Стандарты.
6. Алгоритм выбора изобретательских задач – АВИЗ.
7. Алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ.
8. Функционально-стоимостной анализ на основе ТРИЗ.
9. Операторы снижения инерции мышления.
10. Система развития творческого воображения.
11. Использование инструментов ТРИЗ в науке.

Многие положения и разделы ТРИЗ сегодня с успехом используются в педагогике, в научных исследованиях, медицине, бизнесе и во многих других областях деятельности человека.

Здесь будут кратко рассмотрены несколько разделов ТРИЗ и показана методика их использования при решении технических (творческих) задач.

5.3. Решательные инструменты ТРИЗ

Технические проблемы, в которых только указан конфликт между технической системой и человеком или окружающей средой, удовлетворительно решить практически невозможно. Применяв причинно-следственный анализ, необходимо уточнить задачу. Цель такого анализа – найти истоки возникно-

вения задачи, т. наз., первопричину, и уже в найденном месте формулировать техническое противоречие, а затем физическое.

Если не удастся сформулировать задачу на уровне физического противоречия, а это, как правило, возникает при отсутствии достаточной информации о событиях происходящих в оперативной зоне, задачу можно начинать решать на уровне технических противоречий, т. е. **применить приемы**.

Приемы устранения технических противоречий. Для задач, в которых указываются технические противоречия, т. е. противоречия, возникающие между техническими системами или между их основными частями, применяются эвристические типовые приемы.

Анализ многих тысяч изобретений показал, что при всем многообразии технических противоречий большинство из них разрешается ограниченным числом повторяющихся приемов.

В настоящее время выявлено 40 основных приемов, которые могут быть использованы при решении изобретательских задач, сформулированных на уровне технических противоречий.

Использовать приемы разрешения технических противоречий можно двумя способами:

Первый способ – необходимо просматривать все приемы подряд и, применяя каждый, выбрать наиболее подходящий для решения рассматриваемой задачи.

Для свободного владения приемами рекомендуется хорошо запомнить их и постоянно проводить тренировку. Для этой цели рассматривается какое-либо готовое техническое решение и выясняется, какой прием там применен.

Второй способ – необходимо использовать специальную таблицу выбора приемов. В вертикальной колонке таблицы находят то, **что нужно изменить по условиям задачи**, в горизонтальной – то, **что ухудшается, если использовать обычные средства**.

На пересечении выбранных горизонтальной и вертикальной колонок указаны номера приемов, которые наиболее подходят для решения данной задачи.

Следует иметь в виду, что для работы с приемами требуется легкость и ассоциативность мышления, значительная доля воображения и фантазии. Приемы указывают лишь общее направление, где находится решение, но не освобождают от обязанности думать. Для того чтобы свободно владеть приемами и таблицей, нужно самостоятельно решить несколько сотен реальных технических задач.

Практика показывает, что с помощью приемов можно решать значительное количество технических проблем. Но наиболее эффективно технические задачи решаются, если выявленное в них техническое противоречие будет уточнено и переведено на уровень физического противоречия.

Типовые примеры устранения технических противоречий

Пример 1

Принцип дробления

- а) Разделить объект на независимые части.
- б) Выполнить объект разборным.

в) Увеличить степень дробления объекта.

Примеры:

Патент США №2859791. Пневматическая шина, состоящая из двенадцати независимых секций. Разделение шины осуществляется, чтобы повысить надежность. Но это далеко не единственный повод для использования столь сильного приема. Дробление – одна из ведущих тенденций в развитии современной техники.

Пример 2

Принцип вынесения

Отделить от объекта «мешающую» часть или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

Примеры:

1) Авторское свидетельство № 153533. Устройство для защиты от рентгеновских лучей, отличающееся тем, что с целью защиты от ионизирующего излучения головы, плечевого пояса, позвоночника, спинного мозга и гонад пациента при флюорографии, например, грудной клетки, оно снабжено защитными барьерами и вертикальным, соответствующим позвоночнику стержнем, изготовленным из материала, не пропускающего рентгеновские лучи. Целесообразность этой идеи очевидна.

Изобретение выделяет наиболее вредную часть потока и блокирует ее. Заявка подана в 1962 г. Между тем это простое и нужное изобретение могло быть сделано значительно раньше.

2) Мы привыкли рассматривать многие объекты как набор традиционных и неотъемлимых друг от друга частей. В набор вертолета, например, входят и баки с горючим. Действительно, обычный вертолет вынужден возить горючее.

Однако в тех случаях, когда вертолет курсирует по определенному маршруту, горючее можно оставить на земле. На электровертолете бензиновый двигатель заменен электромотором, а баков вообще нет.

В авторском свидетельстве № 257301 «бак» есть, но он отделен от человека. Принцип вынесения: раньше горноспасатель носил на спине ранец с холодильным устройством. Теперь оно помещено в отдельном контейнере.

3) Столкновение самолетов с птицами вызывают иногда тяжелые катастрофы. В США запатентованы самые различные способы отпугивания птиц от аэродромов (механические чучела, распыление нафталина). Наилучшим оказалось громкое воспроизведение крика перепуганных птиц, записанное на магнитофонную ленту.

Отделить птичий крик от птиц – решение, конечно, необычное, но характерное для принципа вынесения.

Пример 3

Принцип ассиметрии

а) Перейти от симметричной формы объекта к ассиметричной.

б) Если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

Примеры:

1) Тиски со смещенными губами. В отличие от обычных, они позволяют зажимать в вертикальном положении длинные заготовки.

2) Фары автомобиля должны работать в разных условиях: правая должна светить ярко и далеко, а левая – так, чтобы не слепить водителей встречных машин. Требования разные, а устанавливались фары всегда одинаково. Лишь несколько лет назад возникла идея несимметричной установки фар: левая освещает дорогу на расстоянии до 25 м, а правая – значительно дальше.

3) Патент США № 3435875. Асимметричная пневматическая шина имеет одну боковину повышенной прочности и сопротивляемости ударам о бордюрный камень тротуара.

5.4. Коллективное решение инженерных задач с использованием ТРИЗ и АРИЗ

5.4.1. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)

Рассмотрение алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) без теории решения инженерных (изобретательских) задач (ТРИЗ) невозможно. Автор ТРИЗ Г. С. Альтшуллер с последователями к концу XX в. достаточно глубоко разработали основы их применения для решения практических задач изобретательности [1, 3, 4, 9, 18, 24].

При этом были сформулированы четыре принципиально новых подхода, положенные в основу ТРИЗ:

- при создании современных методов творчества надо учитывать не только (даже не столько) закономерности мышления, сколько закономерности развития объектов творческого преобразования – технических систем;
- поскольку главным предметом исследования такого объекта следует считать его развитие, то и метод должен строиться, прежде всего, на основе науки о развитии – диалектики и важнейшего в ней – учения о противоречиях;
- изобретение есть способ (и форма) разрешения противоречия в технической системе, а методы создания изобретений – это методы выявления и разрешения технических противоречий;
- дальнейшее развитие методологии творчества должно идти по пути создания и совершенствования системы поиска методов разрешения технических противоречий.

Развитие любой технической, биологической, экономической и других систем характеризуется жизненным циклом. Он включает этапы медленного, затем бурного и снова замедленного развития. Далее происходит упадок данной системы и смена ее другой, более совершенной. Любая систе-

ма действует согласно своим внутренним законам, а не стихийно. Технические системы в этом плане не являются исключением.

В течение «своей жизни» техническая система переживает также три этапа - зарождение, развитие и угасание. На этапе зарождения формируется только рабочий орган с основной функцией изделия. Появляются изобретения в небольших количествах, но очень высоких уровней. В систему вкладываются большие финансовые средства, но она пока не приносит прибыли. По мере формирования остальных частей системы наступает период ее расцвета. Она становится экономически выгодной, бурно развивается. Осваиваются изобретения, в основном, средних уровней.

Наступает момент, когда рабочий орган системы останавливается в развитии, так как исчерпаны все его резервы. Этот период характеризуется стремлением системы резко увеличить свои габаритные размеры и мощность. Появляется масса изобретений, но все они мелкого или мельчайшего уровня - система полностью выбрала свои ресурсы. Развиваются все части, кроме рабочего органа. Возникают и все более обостряются противоречия с надсистемой, в том числе с экологической. Вкладывание средств в развитие старой системы не приводит к положительным результатам.

И вот, на смену старой приходит новая система, с принципиально новым рабочим органом и все повторяется с начала.

Законы доступны для познания. Полученные знания являются основой для успешного применения методик изобретательского творчества на практике.

В ТРИЗ принято выделять две группы основных законов по отношению к техническим системам.

В первую группу входят законы, характеризующие объект в неподвижном состоянии, **т. е. в статике:**

- **закон полноты частей системы**, который означает, что техническая система имеет основные компоненты – двигатель, трансмиссию, рабочие органы и средства управления, при этом они обеспечиваются хотя бы минимальной работоспособностью;
- **закон согласования ритмики частей системы**, который предусматривает согласование частот колебаний, периодичность действия и ряд других подобных параметров.

Во вторую группу законов входят те, которые определяют характер развития технических систем, **т. е. описывают систему в динамике:**

- **закон увеличения степени идеальности системы**, который отражает понятие идеальной машины в рассматриваемой области техники, т. е. тот теоретический идеал, к которому следует стремиться;
- **закон неравномерности развития частей системы**, проявляющийся в том, что развитие происходит неравномерно, через возникновение и разрешение технических противоречий;
- **закон перехода в надсистему**, который означает, что развитие системы возможно до определенного предела, после чего она включается в над-

систему в качестве одной из ее частей, а дальнейшее развитие идет на уровне надсистемы;

- **закон динамизации**, указывающий на необходимость перехода любой системы от жесткой и не изменяющейся структуры к структуре более гибкой и поддающейся управляемому изменению (в качестве примера можно привести следующие объекты: в авиации – переход от первых жестких конструкций к системам убирающихся шасси, к крылу с изменяющейся геометрией, пропеллеру с изменяющимся шагом и т. д.);

- **закон перехода рабочих органов системы с макроуровня на микроуровень**, который отражает современные тенденции развития техники и технологии (отсюда появление нанотехнологий, технических средств для их осуществления, обработка деталей лазером и т. д.).

В самом факте возникновения изобретательской задачи присутствует противоречие: «нужно что-то сделать (изменить, улучшить), а как это сделать – неизвестно». В ТРИЗ это противоречие принято называть **административным**.

На этом этапе нет ясности даже в формулировании самой задачи. Как правило, существует несколько подходов к решению конкретной изобретательской задачи. В ТРИЗ это состояние называют «изобретательской ситуацией». Сама ТРИЗ дает правила перехода от нее к решению конкретной задачи. Для этого в технической системе выделяют именно те элементы, которые порождают «техническое противоречие».

Техническое противоречие возникает тогда, когда попытка улучшить одну часть (параметра) технической системы приводит к ухудшению другой ее части или системы в целом. Разрешение такой ситуации требует качественного изменения всей системы.

Технические противоречия могут быть самыми разнообразными. В технических системах к ним обычно относятся следующие: «**масса–прочность**», «**универсальность–сложность**», «**мощность–энергозатраты**», «**грузоподъемность–скорость**» и т. д.

Во многих случаях при решении сложных задач неизвестно, какой конкретный прием нужно использовать и к какой части конфликтующей пары противоречий технической системы его применить. В этом случае надо провести углубленный анализ, возможно даже с применением моделей.

ТРИЗ далее предусматривает выявление конкретного «**физического противоречия**», которое составляет сущность имеющегося технического противоречия.

В общем виде задача выявления физического противоречия состоит в том, чтобы найти компромиссное решение проблемы такого типа:

«Данная зона должна обладать свойством «А» (например, быть подвижной), чтобы выполнить какую-то функцию, и свойством «не А» (например, быть неподвижной), чтобы удовлетворить остальным требованиям задачи».

Тем самым, проявляется сущность физического противоречия между свойствами одного и того же элемента системы.

Если физическое противоречие четко сформулировано, вероятность успешного решения задачи будет высока, причем с наименьшими затратами времени. В истории изобретательства накоплен богатейший опыт разрешения таких противоречий.

Можно согласиться с мнением ведущих разработчиков ТРИЗ о том, что при ее использовании «постепенно формируется более системное и творческое мышление, развивается творческая фантазия, человек гораздо легче преодолевает психологические барьеры, инерцию».

Появление ТРИЗ было вызвано потребностью ускорить изобретательский процесс, исключив из него элементы случайности: внезапное и непредсказуемое озарение, слепой перебор и отбрасывания 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. ТРИЗ не является строгой научной теорией. ТРИЗ представляет собой обобщенный опыт изобретательства и изучение законов развития науки и техники.

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

5.4.2. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – это комплексная программа, основанная на законах развития технических систем и позволяющая проанализировать исходную задачу, построить ее модель, выявить противоречие, мешающее получению желаемого результата обычными (известными) путями, и найти наиболее эффективный прием разрешения этого противоречия.

Термин «алгоритм» выступает здесь как строгая последовательность действий. Как известно, признаками алгоритма являются детерминированность, массовость и результативность.

Сущность АРИЗ описана также Г. С. Альтшуллером. Им же предложена классификация изобретательских задач, включающая пять уровней сложности:

- задачи, для решения которых достаточно применения средств (устройств, способов, веществ), которые используются по своему назначению. Сам объект не изменяется. В процессе решения достаточен «перебор» нескольких, вполне очевидных вариантов. Задача и средства ее решения обычно относятся к одной узкой сфере деятельности;
- задачи, в которых происходят некоторые изменения объекта, имеет место переход к отраслевому масштабу. Количество рассматриваемых вариантов решений возрастает до нескольких десятков;
- задачи, в которых предполагается значительное изменение объекта.

Принципы решения чаще всего заимствуются из других областей техники;

- задачи, в которых объект изменяется полностью, а решения основаны на достижениях фундаментальной науки, прежде всего в области физических и химических эффектов и явлений;

- задачи, в которых происходит изменение всей системы, в которую входит объект.

Основная часть решения изобретательской задачи по АРИЗ включает следующие этапы:

- анализ ситуации и выявление необходимости решения ее проблем;
- выбор изобретательской задачи;
- выявление технического противоречия;
- выявление и разрешение физического противоречия с использованием известного информационного фонда.

Для каждого из этих этапов имеются правила выполнения. Совокупность таких правил и составляет методику.

К правилам относится, например, требование вести запись условий задачи без специальных терминов. Это делается для снятия психологической инерции человека. Многие правила, включая формулирование **идеального конечного результата (т. наз. ИКР)**, обеспечивают концентрацию внимания на выполняемых мыслительных операциях.

Все сорок приемов методики АРИЗ сведены в таблицу, которая облегчает выбор наиболее оптимального варианта. Таблица способствует выбору перспективного направления решения изобретательской задачи на основе активизации мыслительного процесса. Движение по этапам с помощью АРИЗ – это применение последовательного логического системного анализа. В табл. 5.1 приведен алгоритм синтеза нового технического решения.

После реализации всех этапов алгоритма необходимо все документы по патентованию направить в национальное ведомство страны патентования – Национальный центр интеллектуальной собственности – **НЦИС** [3, 12, 21, 24].

5.5. Ассоциативные методы поиска технических решений

Ассоциативные методы активизации творческого мышления основываются на применении в творческом процессе семантических свойств понятий путем использования аналогии их вторичных смысловых оттенков. Основными источниками для генерирования новых идей служат ассоциации, метафоры и случайно выбранные понятия.

К ассоциативным методам относятся (во многом аналогичные) метод каталога, метод фокальных объектов, метод гирлянд случайностей и ассоциаций.

Между двумя совершенно различными, несвязанными понятиями (словами) можно осуществить логическую связь, установить ассоциативный переход в четыре-пять этапов.

Возьмем два различных понятия – «древесина» и «мяч». Осуществим ассоциативный переход: «древесина» – «лес», «лес» – «поле», «поле» – «футбольное», «футбольный» – «мяч». Или такие два понятия, как «небо» и «чай»: «небо» – «земля», «земля» – «вода», «вода» – «пить», «пить» – «чай».

Алгоритм синтеза нового технического решения

Этап	Операция
1. Изучение и описание известного устройства, подлежащего усовершенствованию	1.1. Описание известного устройства, в статическом состоянии. 1.2. Описание принципа действия известного устройства.
2. Формулировка противоречий, подлежащих разрешению (критика известного устройства)	2.1. Определение характеристик известного устройства, которые нужно улучшить для удовлетворения потребности. 2.2. Выявление причин, препятствующих удовлетворению новой потребности устройства, а также элементов и признаков устройства, с ними связанных.
3. Изучение и описание аналогов и выбор прототипа	3.1. Описание конструкций и принципов действия аналогов. 3.2. Выбор прототипа, т. е. наиболее близкого аналога.
4. Формулировка недостатков прототипа, подлежащих устранению	4.1. Определение характеристик, от которых зависит удовлетворение этой потребности. 4.2. Выявление причин возникновения недостатков прототипа, а также элементов и признаков, с ними связанных.
5. Формулировка цели технического решения	5.1. Определение области применения устройства, подлежащего усовершенствованию. 5.2. Формулировка требуемого положительного эффекта.
6. Формирование идеального технического решения	6.1. Выбор элементов и признаков ИТР с учетом выполняемого технического решения. 6.2. Составление сопоставительной таблицы элементов и признаков прототипа и ИТР.
7. Поиск технического решения	7.1. Поиск технического решения проектно-конструкторскими методами. 7.2. Поиск технического решения эвристическими методами.
8. Составление формулы технического решения	8.1. Составления перечня ограничительных и отличительных признаков нового технического решения. 8.2. Составление формулы технического решения как взаимосвязи элементов и признаков нового устройства.
9. Составление описания нового технического объекта	9.1. Описание конструкции и принципа действия нового технического объекта. 9.2. Разработка графической части.
10. Технико-экономическое обоснование решения нового объекта	10.1. Выбор характеристик нового технического объекта, подтверждающих положительный эффект. 10.2. Экономический расчет.
11. Составление справки об исследовании технического решения	11.1. Изучение патентной документации по патентной и научно-технической литературе. 11.2. Изучение научно-технической литературы и технической документации.

Установлено, что число прямых ассоциативных связей любого понятия (слова) в среднем около десяти. Один ассоциативный шаг дает возможность выбора из 10 слов, второй – из 102, третий – из 103, четвертый – из 105. Таким образом, каждый шаг на порядок увеличивает число связей данного понятия с другими понятиями по тем или иным признакам, что существенно расширяет возможности выбора идей решения.

Изобретательство связано с поиском отдаленных аналогов, переносом знаний из одной области в другую, интерпретацией нового посредством известных понятий, поэтому в нем трудно обойтись без обходных слов, переносного смысла, метафорических выражений, которые вызывают новые ассоциации. **Последние разделяют по сходству, контрасту, смежности и смыслу.**

Ассоциации по сходству – это материал для эвристической аналогии; **по контрасту** – для эвристической инверсии; **по смежности** – для преобразования в пространстве и времени; **по смыслу** – для семантической интерпретации проблемной ситуации, установления причинно-следственных связей между техническим объектом, его элементами, человеком, средой и т. д.

Для возникновения ассоциаций и генерирования идей можно использовать различные метафоры.

Удобнее применять простые виды: бинарные метафоры-аналоги («колокольчик хохочет», «подковы бровей»); метафоры-катахрезы, содержащие противоречие («сухопутный моряк», «круглый квадрат»); метафоры-загадки («туман над лесом» – косынка).

Метафоры могут служить подсказкой для нахождения изобретательской идеи. Но их непосредственное использование требует ярко выраженных способностей к нешаблонному мышлению. Для облегчения этого процесса берут на вооружение прием интерпретации значения метафор в технических терминах.

Одновременно с целью расширения пространства поиска идей и повышения степени их оригинальности прибегают к **гирляндам метафор (ассоциаций), т. е. к семантически взаимосвязанным цепочкам.**

Чаще всего применяют две их разновидности:

а) концентрированные гирлянды (грозди), различным образом выражающие одно и то же ключевое понятие;

б) гирлянды последовательных метафор (ассоциаций), при генерировании которых предыдущая метафора является ключевым понятием для образования последующей.

Если взять одно ключевое слово «воздух», то гирлянда концентрированных метафор может быть такой: «воздух» – «невидимая среда» (метафора-аналог) – «материальный дух» (метафора-катахреза) – «что топором не переубишь?» (метафора-загадка).

Интерпретацией гирлянды служат понятия: вакуум, спирт, пневмотранспорт, луч, тень, ветер, электричество и т. д.

Приведенные понятия являются отдельными аналогами ключевого слова и используются для его анализа в контексте задачи с целью нахождения идеи решения.

Применение последовательных гирлянд метафор дает еще более отдаленные аналогичные (или противоположные) понятия. Преимуществом метафорического мышления является его высокий уровень оригинальности. Генерирование метафор требует приобретения навыков, но легко поддается формализации.

Если на совершенствуемый объект перенести признаки других, случайно выбранных объектов, то резко возрастет число неожиданных вариантов решения. Эта идея послужила основой метода активизации творчества, предложенного в 1926 г. профессором Берлинского университета Ф. Кунце (**метод каталога**) и усовершенствованного в 50-х гг. американским изобретателем Ч. Вайтингом (**метод фокальных объектов**) [5, 21].

Метод фокальных объектов дает хорошие результаты при поиске новых модификаций известных способов и устройств. Кроме того, он может быть использован для тренировки воображения (упражнения типа: придумать фантастическое животное, растение, корабль и т. д.).

Сущность метода состоит в перенесении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект, который лежит **в фокусе** нашего внимания.

Применяют метод фокальных объектов в следующем порядке:

1. Выбор фокального объекта (например, часы).
2. Выбор трех-четырех случайных объектов (их берут наугад из словаря, каталога, технического журнала и т. д. Например, кино, змея, касса, полус).
3. Составление списков признаков случайных объектов (например, кино: широкоэкранный, звуковое, цветное, объемное и т. д.).
4. Генерирование идей путем присоединения к фокальному объекту признаков случайных объектов (например, широкоэкранные часы, звуковые часы, объемные часы и т. д.).
5. Развитие полученных сочетаний путем свободных ассоциаций (например, широкоэкранные часы: вместо узкого циферблата взят широкий, может быть узкий циферблат, который иногда растягивается в широкий, проецируется куда-то и т. д.).
6. Оценка полученных идей и отбор полезных решений (целесообразно поручить оценку эксперту или группе экспертов, а затем совместно отобрать нужные решения).

Дальнейшим развитием метода фокальных объектов является **метод гирлянд случайностей и ассоциаций**, разработанный изобретателем Г. Я. Бушем. Он помогает найти большое количество подсказок для новых идей путем образования ассоциаций [16].

Для примера решим с помощью метода такую простую задачу: необходимо предложить новые, оригинальные и полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики:

1. Определение синонимов объекта. Гирлянда синонимов для слова «стул»: стул – кресло – табурет – пуф – скамейка.
2. Произвольный выбор случайных объектов. Образует вторую гирлянду из слов, взятых наугад, например: решетка – карман – кольцо – цветок – пляж.
3. Образование комбинаций из элементов гирлянд синонимов и случайных объектов, т. е. каждый синоним соединяют с каждым случайным объектом. Таким путем получаем: стул с электролампочкой, решетчатый стул, стул с карманами, табурет для цветов и т. д.

4. Составление перечня признаков случайных объектов. Для удобства объединим их в таблицу (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Наименование и признаки случайных объектов

Наименование	Признаки
Электролампочка	Стеклопанная, свето- и теплоизлучающая, электрическая, колбообразная, с цоколем, с электроконтактами, матовая, цветная
Решетка	Металлическая, пластмассовая, плетеная, сварная, кованая, гибкая, жесткая, крупная, мелкая, с одинаковыми или неодинаковыми ячейками из разных по материалу элементов
Карман	Передний, боковой, задний, наружный, внутренний, накладной, ложный, с молнией, для хранения документов, носовых платков, денег, письменных принадлежностей, зеркала, «карманного» фонаря, радиоприемника
Кольцо	Металлическое, деревянное, пластмассовое, витое, сплошное, надувное, эмалированное, с гальваническим покрытием, с орнаментом, с часами, с радиоприемником, для спортивных упражнений, кольцо Сатурна, с прорезью для кольцевания птиц
Цветок	Одноцветный, многоцветный, душистый, колоколообразный, чашеобразный, пятнистый, автоматически поворачивающийся к солнцу, зонтичный, самораскрывающийся, полевой, горный, осенний, водяной, садовый, с шипами, симметричный, лекарственный, волосистый

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

Например, введя в гирлянду синонимов признаки электролампочки, можно получить: стеклянный стул, теплоизлучающее кресло, колбообразный пуф, прозрачное кресло, табурет с цоколем и т. д. Аналогично получают новые идеи конструкций, присоединяя к гирлянде синонимов признаки других случайных объектов – решетки, кармана, кольца, цветка, пляжа.

6. Генерирование гирлянд ассоциаций. Поочередно из признаков случайных объектов, приведенных в табл. 5.2, генерируются гирлянды ассоциаций. Например, если у объекта «электролампочка» взять в качестве ключевого слова признак «с цоколем», то можно получить гирлянду ассоциаций: цоколь – дом – кирпич – пористый – губка – моющее средство – порошок – пена – пузырь – воздух – кислород – окислы – металл – звон – звук – колебания и т. д.

7. Генерирование новых идей. К элементам гирлянды синонимов технического объекта присоединяют элементы гирлянд ассоциаций. Тогда образуются такие варианты: кресло в виде пузыря, табурет из пены, стул из пористого материала, пуф, наполненный воздухом и т. д.

8. Выбор альтернативы. На этом шаге решают вопрос: продолжать генерирование гирлянд ассоциаций или их уже достаточно для отбора полезных идей.

9. Оценка и выбор рациональных вариантов идей.

10. Отбор оптимального варианта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие человечества много столетий связано с развитием техники. На протяжении многих лет люди улучшали и модернизировали существующую технику и изобретали новую. Техника же помогала людям развиваться самим, улучшать свои навыки и способности. Как и весь мир, техника существует и развивается на основе законов. Разработка законов развития технических систем ведется уже достаточно давно.

Вопросами истории техники, классификации и определения понятий техники занимались многие ученые в различных странах. Наука о законах техники только начинает формироваться. Первый этап связан с формированием и обоснованием гипотез о законах строения и развития техники. В настоящий период нет достаточно обоснованных общепризнанных отдельных законов техники и нет еще даже в гипотезах полной замкнутой их системы. Создание такой системы и обоснование отдельных законов – одно из важнейших современных направлений фундаментальных исследований, которые относятся к технзнанию и общей теории проектирования. Это направление требует своих специалистов и ждет их. В настоящее время уже имеются теоретические и методические разработки по законам и закономерностям техники, которые представляют большой интерес для практического использования. Законы техники, а также более частные и локальные закономерности могут иметь многоплановое приложение в инженерном творчестве. Во-первых, на основе законов и закономерностей техники могут быть разработаны наиболее эффективные методология и методы инженерного творчества. Во-вторых, привязка законов и закономерностей к конкретному классу технического объекта позволяет определить наиболее структурные свойства, вид и характеристики технического объекта в следующих поколениях.

Например, действие закона прогрессивной эволюции в мире техники аналогично действию закона естественного отбора Ч. Дарвина в живой природе. Он отвечает на вопросы, почему происходит переход от предшествующего поколения технического объекта к следующему улучшенному поколению; при каких условиях, когда и какие структурные изменения происходят при переходе от поколения к поколению.

В техническом объекте с одинаковой функцией переход от поколения к поколению вызван устранением главного дефекта (дефектов), связанного, как правило, с улучшением критериев, и происходит при наличии необходимого научно-технического уровня и социально-экономической целесообразности. При этом в каждом случае перехода от поколения к поколению в соответствии с частными закономерностями происходят изменения конструкции, корреляционно связанные с характером дефекта у предшествующего поколения, а из всех возможных изменений конструкции реализуется в первую очередь то, которое дает необходимое или существенное устранение дефекта при минимальных интеллектуальных и производственных затратах.

Учебное издание

Ерошов Анатолий Иванович

**ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Часть I

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

В авторской редакции

Корректор *С. М. Курбыко*

Компьютерная верстка *С. М. Курбыко*

Подписано в печать 31.01.2012. Формат 60×90¹/₁₆.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Ризография.

Усл. печ. л. 5,5. Уч.-изд. л. 5,58.

Тираж 20 экз. Заказ № 195.

Издатель и полиграфическое исполнение
учреждение образования «Международный государственный
экологический университет имени А.Д.Сахарова»

ЛИ № 02330/993 от 31.08.2011 г.

Республика Беларусь, 220070, г. Минск, ул. Долгобродская, 23

E-mail: info@iseu.by

<http://www.iseu.by>