Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Институт кибернетики

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Директор института Кибернетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

О.В. Дударева

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

**Б1.В.ДВ.9.1 Рабочая программа дисциплины**

ОСНОВЫ НАУЧНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Направление подготовки:  **09.03.01 Информатика и вычислительная**

**техника**

Профиль: **Вычислительные машины, комплексы,**

**системы и сети (ЭВМб)**

Квалификация: **академический бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Составитель программы: **Кирий Виктор Григорьевич**, профессор кафедры вычислительной техники ИРНИТУ, кандидат технических наук

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **На учебный год** | **ОДОБРЕНО**  **На заседании кафедры** | | **УТВЕРЖДАЮ**  **Заведующий кафедрой** | |
| **Протокол** | **Дата** | **Подпись** | **Дата** |
| 2015 – 2016 г. | №\_\_\_\_ | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |
| 20\_\_ - 20\_\_ | №\_\_\_\_ | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |
| 20\_\_ - 20\_\_ | №\_\_\_\_ | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_20\_\_г |

Иркутск 2016 г

1. **Перечень планируемых результатов обучения**

**по дисциплине**

**1.1. Перечень компетенций, установленных ФГОС**

Освоение программы настоящей дисциплины позволит сформировать у обучающегося следующие компетенции:

- владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);

- умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);

- готов к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);

- стремится к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК – 7);

- осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);

- использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

- осознает сущность и значение информации в развитии современного общества; владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОК-11);

- имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

- способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-13);

- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач (ОПК – 2);

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК – 5);

- разрабатывать интерфейсы «человек – электронно-вычислительная машина» (ПК-1);

- обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-3);

- готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследования в виде статей и докладов на научно-практических конференциях (ПК-7).

* 1. **Цели и задачи освоения программы дисциплины**

**Целью дисциплины** является обучение студентов приемам использования знаний, полученных при изучении фундаментальных и специальных дисциплин, для решения задач в области информатики и вычислительной техники, а также обучение приемам и стандартам решения изобретательских задач.

**Основными задачами дисциплины** являются развитие у студентов творческого мышления при решении конкретных инженерных задач, привитие навыков работы по поиску, анализу и обобщению научно-технической информации, ознакомление с основами теоретического и экспериментального исследований.

**В состав задач изучения дисциплины входят:**

**Изучить** следующие разделы основ научного и технического творчества:

- основы научного творчества;

- основы технического творчества;

- патентный поиск;

- оформление заявок на изобретения.

**Освоить:**

- терминологию данной дисциплины;

- методы и приемы научного творчества;

- методы и приемы технического творчества;

- поиск прототипов при оформлении заявок на изобретение;

- оформление заявок на изобретения.

* 1. **Структура дисциплины.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Курс 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 68 | 68 |
| Лекции | 34 | 34 |
| Практические занятия | 34 | 34 |
| Контрольная работа | 1 | 1 |
| Самостоятельная работа | 40 | 40 |
| Вид итогового контроля: зачет | 4 | 4 |

* 1. **Перечень умений и знаний, установленных ГОС.**

**Подготовка выпускника должна обеспечивать квалификационные**

**умения для решения профессиональных задач:**

- участие во всех фазах проектирования, разработки, изготовления и сопровождения объектов профессиональной деятельности;

- участие в разработке всех видов документации на программные, аппаратные и программно-аппаратные комплексы;

- использование современных методов, средств и технологии разработки объектов профессиональной деятельности;

- участие в проведении научных исследований и выполнении

технических разработок в своей профессиональной области;

- осуществление сбора, обработки, анализа и систематизации научно-

технической информации по заданной теме своей профессиональной

области с применением современных информационных технологий;

- взаимодействие со специалистами смежного профиля при разработке методов, средств и технологий применения объектов профессиональной деятельности в научных исследованиях и проектно-конструкторской деятельности, а также в управлении технологическими, экономическими и социальными системами;

- кооперация с коллегами, работа в коллективе, управление и организация работы исполнителей в процессе производства программных продуктов, вычислительных средств и автоматизированных систем;

- организация на научной основе своего труда, владение современными информационными технологиями, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности;

- анализ своих возможностей, способность к переоценке накопленного

опыта и приобретению новых знаний с использованием современных

информационных и образовательных технологий;

- готовность к работе над междисциплинарными проектами.

-владеть методикой научного поиска;

- ставить задачи исследования;

-обладать навыками проведения эксперимента;

-обрабатывать, анализировать и обобщать результаты исследования;

-самостоятельно формулировать задачи исследования и разрабатывать методику проведения эксперимента;  
-владеть теорией принятия инженерных решений;

**знать*:***

- постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по проектированию, производству и сопровождению объектов профессиональной деятельности;

- технологию проектирования, производства и сопровождения объектов профессиональной деятельности;

- перспективы и тенденции развития информационных технологий;

- технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов объектов профессиональной деятельности;

- стандарты и технические условия;

- порядок, методы и средства защиты интеллектуальной собственности;

- современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;

- основные требования к организации труда при проектировании объектов профессиональной деятельности;

- методы анализа качества объектов профессиональной деятельности;

- правила, методы и средства подготовки технической документации;

- основы экономики, организации труда и производства, научных исследований;

- основы трудового законодательства;

- правила и нормы охраны труда.

- методы постановки и организации научного исследования;  
- приемы поиска и обработки научно-технической информации,  
- современные методы экспериментального исследования и обработки результатов эксперимента;

-методы и средства измерения параметров работы машин;

-методы принятия инженерных решений;

- приемы решения изобретательских задач.

**иметь представление:**

- о патентных исследованиях;

-о правах изобретателей.

**Возможности продолжения образования выпускника**.

Бакалавр, освоивший основную образовательную программу высшего

профессионального образования в рамках направления подготовки дипломированного специалиста “Информатика и вычислительная техника” , подготовлен для продолжения образования в магистратуре и далее в аспирантуре.

Основные дидактические единицы (дополнение к ГОС).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс | Наименование дисциплины и ее основные разделы | Всего  часов |
|  | Основы научного и инженерного творчества | **108** |
| **1.** | Лекции | **34** |
| **2.** | Практические занятия | **34** |
| **3.** | Самостоятельная работа | **40** |
| **4.** | Деловая игра | **2** |
| **5.** | Зачет |  |

* 1. **Место дисциплины в структурно-логической схеме.**

Для изучения дисциплины, необходимо освоения содержания дисциплин:

Математика, дискретная математика, теория автоматов, моделирование, методы обработки данных, схемотехника, электротехника, организация ЭВМ и систем, метрология, теория вероятностей и т.д.

Знания и умения, приобретаемые студентами после освоения содержания дисциплины, будут использоваться в:

-САПР,

- микропроцессорные системы,

- основы принятия решений,

-экономика и управление предприятиями,

- и т.д.

Перечень видов занятий и их трудоемкость (по учебному плану).

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов |
| Курс 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Аудиторные занятия | 68 | 68 |
| Лекции | 34 | 34 |
| Лабораторные работы | - | - |
| Практические занятия | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа | 40 | 40 |
| Вид итогового контроля | зачет | 4 |

* 1. **Содержание дисциплины:**

Перечень основных разделов и тем дисциплины.

**Введение.** Основные понятия и определения: наука, эксперимент, открытие, изобретение, промышленный образец, товарный знак.

**Система научной подготовки студентов:** НИРС, элементы НИРС.

**Методологические основы научного познания и творчества**: методы теоретических и эмпирических исследований, анализ, синтез, абстрагирование, индукция и дедукция. Вероятностно-статистические методы исследования. Методы моделирования объекта.

**Выбор направления научных исследований** и этапы научно- исследовательской работы: поиск, накопление и обработка научной информации.

**Моделирование в научных исследованиях**: физическое и математическое моделирование, вероятностно-статистические модели, регрессионный и корреляционный анализ.

**Экспериментальные исследования**: виды эксперимента, основы планирования эксперимента, методы измерений, метрологическое обеспечение эксперимента.

**Обработка результатов эксперимента**: графическая обработка, аппроксимация, статистическая обработка.

Оформление результатов научного исследования.

**Теория** **решения изобретательских задач:**

-стандартные решения изобретательских задач;

-типовые приемы устранения технических противоречий;

-примеры решения задач;

-задачи на применение стандартов.

**Краткое содержание теоретической части разделов и тем дисциплины.**

**Введение.**

Научно-технический прогресс непрерывно повышает требования к выпускникам высшей школы. Главные качества молодого специалиста — его творческий научно-технический потенциал, способность самостоятельно ставить и решать вопросы совершенствования технологии и оборудования, создания новой техники, материалов и методов их обработки. Они практически формируются в процессе исследовательской деятельности студента. Поэтому в вузах страны создают максимум условий для самостоятельной научно-исследовательской работы будущих специалистов, ныне одной из важных форм учебного процесса.

1. **Основные понятия и определения.**

**Открытием** закономерной связи между ранее обнаруженными явлениями, свойствами признается установление не известных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в познание. Каждое открытие имеет определенный объект. Им признается неизвестное ранее явление, свойство или закономерность материального мира.

**Изобретением** признается новое, обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально – культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Необходимым признаком изобретения является новизна. Научное знание является новым, если к моменту создания оно отсутствует в перечне ранее известных научных знаний, не известно специалистам в данной отрасли знаний.

Изобретение включает и такое понятие, как существенные отличия – это новый, более высокий результат, который общество получает при использовании изобретения по сравнению с прототипом.

**Рационализаторским предложением** называется техническое решение, являющееся новым и полезным для той организации, где оно подано.

**Промышленным образцом**, на который распространяется правовая охрана, признается новое художественно – конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид, соответствующий требованиям технической эстетики, пригодное к изготовлению промышленным способом и дающим положительный эффект.

**Товарный знак** – это зарегистрированное в установленном порядке обозначение, служащее для отличия товаров одних предприятий от однородных товаров других предприятий.

1. **Общая методология научного творчества распадается на следующие частные** **этапы:**
   1. Научное изучение как основная форма научной работы;
   2. Общая схема хода научного исследования;
   3. Использование методов научного познания;
   4. Применение логических законов и правил.
   5. **Научное изучение как основная форма научной работы.**

Всякое научное исследование от творческого замысла до окон­чательного оформления научного труда осуществляется весьма индивидуально. Но все же, можно определить и некоторые об­щие методологические подходы к его проведению, которые при­нято называть изучением в научном смысле. Современное научно-теоретическое мышление стремится про­никнуть в сущность изучаемых явлений и процессов. Это воз­можно при условии целостного подхода к объекту изучения, рассмотрения этого объекта в возникновении и развитии, т.е. применения исторического подхода к его изучению.

Известно, что новые научные результаты и ранее накоп­ленные знания находятся в диалектическом взаимодействии. Лучшее и прогрессивное из старого переходит в новое и дает ему силу и действенность. Иногда позабытое старое вновь воз­рождается на новой научной основе и живет как бы вторую жизнь, но в ином, более совершенном виде.

Изучать в научном смысле — это значит вести поисковые исследования, как бы заглядывая в будущее. Воображение, фан­тазия, мечта, опирающиеся на реальные достижения науки и техники, являются важнейшими факторами научного исследо­вания. Но в то же время, научное изучение — это обоснованное применение научного предвидения, это хорошо продуманный расчет.

Изучать в научном смысле — это значит быть научно объ­ективным. Нельзя отбрасывать факты в сторону только потому, что их трудно объяснить или найти им практическое приме­нение. Дело в том, что сущность нового в науке не всегда видна самому исследователю. Новые научные факты и даже открытия из-за того, что их значение плохо раскрыто, могут долгое время оставаться в резерве науки и не использоваться на практике.

Накопление научных фактов в процессе исследования — всегда творческий процесс, в основе которого всегда лежит за­мысел ученого, его идея. В философском определении идея представляет собой продукт человеческой мысли, форму от­ражения действительности. Идея отличается от других форм мышления и научного знания тем, что в ней не только от­ражен объект изучения, но и содержится сознание цели, пер­спективы познания и практического преобразования действи­тельности. Идеи рождаются из практики, наблюдений окружающего ми­ра и потребностей жизни. В основе идей лежат реальные факты и события. Жизнь выдвигает конкретные задачи, но зачастую не сразу находятся продуктивные идеи для их решения. Тогда на помощь приходит способность исследователя предлагать но­вый, совершенно необычный аспект рассмотрения задачи, ко­торую долгое время не могли решить при обычном подходе к делу или, как говорят, пытались решить ее "в лоб".

Развитие идеи до стадии решения задачи обычно соверша­ется как плановый процесс научного исследования. Хотя в на­уке известны случайные открытия, но только плановое, хорошо оснащенное современными средствами научное исследование на­дежно позволяет вскрыть и глубоко познать объективные за­кономерности в природе.

**1.2.** **Общая схема хода научного исследования**.

Весь ход научного исследования можно представить в виде сле­дующей логической схемы:

1.Обоснование актуальности выбранной темы.

2. Постановка цели и конкретных задач исследования.

3. Определение объекта и предмета исследования.

4. Выбор методов (методики) проведения исследования.

5. Описание процесса исследования.

6. Обсуждение результатов исследования.

7. Формулирование выводов и оценка полученных результа­тов.

**1.3. Использование методов научного познания.**

Успешность выполнения научной работы в наибольшей степени за­висит от умения соискателя выбрать наиболее результативные методы исследования, поскольку именно они позволяют достичь поставленной цели. Методы научного познания принято делить на общие и спе­циальные.

Большинство специальных проблем конкретных наук и да­же отдельные этапы их исследования требуют применения спе­циальных методов решения. Разумеется, такие методы имеют весьма специфический характер. Естественно поэтому, что они изучаются, разрабатываются и совершенствуются в конкретных, специальных науках.

Помимо специальных методов, характерных для определен­ных областей научного знания, существуют общие методы на­учного познания, которые в отличие от специальных методов используются на всем протяжении исследовательского процесса и в самых различных по предмету науках. Общие методы научного познания обычно делят на три большие группы: 1) методы эмпирического исследования (на­блюдение, сравнение, измерение, эксперимент); 2) методы, ис­пользуемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индук­ция и дедукция, моделирование и др.); 3) методы теоретиче­ского исследования (восхождение от абстрактного к конкрет­ному и др.)

**1.4. Применение логических законов и правил.**

Какие бы ошибки с точки зрения логики не делали исследователи при описании хода иссле­дования, всегда можно доказать, что любая ошибка такого рода сво­дится в конечном счете к нарушению требований того или иного ло­гического закона: закона тождества, закона противоречия, закона ис­ключенного третьего и закона достаточного основания.

* 1. **Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).**

Основной компонентой ТРИЗ является алгоритм решения инженерных задач (АРИЗ), который в целом состоит из следующих частей:

Часть 1.Анализ задачи.

Часть 2.Анализ модели задачи.

Часть 3.Определение идеального конечного результата (ИКР) и физического противоречия (ФП).

Часть 4.Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР).

Часть 5.Применение информационного фонда.

Часть 6.Изменение или замена задачи.

Часть 7.Анализ способа устранения ФП

Часть 8. Применение полученного ответа.

Часть 9. Анализ хода решения.

**Часть 1. Анализ задачи.**

Основная цель первой части АРИЗ - переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи. Предлагается следующая пошаговая реализация такого перехода.

Шаг 1.1. Условия мини-задачи.

Шаг 1.2. Конфликтующая пара: изделие и инструмент.

Шаг 1.3. Графические схемы технического противоречия ТП-1 и ТП-2.

Шаг 1.4. Что является главным производственным процессом?

Шаг 1.5. Усилить конфликт.

Шаг 1.6. Формулировка модели задачи.

Шаг 1.7. Применение стандартов.

**Часть 2. Анализ модели задачи**

Цель второй части АРИЗ - учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространств, времени, веществ и полей. Анализ модели состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Шаг 2. Определить оперативное время.

Шаг 3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР).

**Часть 3. Определение идеального конечного результата (ИКР) и физического противоречия (ФП).**

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 3.1. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-1).

Шаг 3.2. Усиление формулировки ИКР-1.

Шаг 3.3. Формулировка физического противоречия (ФП) на макроуровне.

Шаг 3.4. Формулировка физического противоречия на микроуровне.

Шаг 3.5. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-2).

Шаг 3.6. Применение стандартов.

**Часть 4. Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР).**

Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 4.1. Моделирование "маленькими человечками" (ММЧ).

Шаг 4.2. "Шаг назад от ИКР".

Шаг 4.3. Применение смеси ресурсных веществ.

Шаг 4.4. Замена имеющихся ресурсных веществ.

Шаг 4.5. Применение веществ, производных от ресурсных.

Шаг 4.6. Введение электрического поля.

Шаг 4.7. Введение пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле».

**Часть 5. Применение информационного фонда.**

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

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 5.1. Применение стандартов.

Шаг 5.2. Применение задач аналогов.

Шаг 5.3. Приемы разрешения физических противоречий.

Шаг 5.4. Применение "указателя физических эффектов".

**Часть 6. Изменение или замена задачи.**

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например, разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи - снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 6.1. Переход от физического ответа к техническому решению.

Шаг 6.2. Проверка формулировки задачи на сочетание нескольких задач.

Шаг 6.3. Изменение первоначальной задачи.

Шаг 6.4. Переформулировка мини-задачи.

**Часть 7. Анализ способа устранения физического противоречия.**

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

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 7.1. Контроль ответа.

Шаг 7.2. Предварительная оценка полученного решения.

Шаг 7.3. Проверка формальной новизны.

Шаг 7.4. Оценка возникающих при внедрении идеи подзадач.

**Часть 8. Применение полученного ответа.**

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 8.1. Как должна быть изменена надсистема?

Шаг 8.2. Новое применение системы (надсистемы).

Шаг 8.3. Использование полученного ответа при решении других задач.

ШАГ 8.1.Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

ШАГ 8.2.Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

ШАГ 8.3**.** Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

а) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;

б) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;

в) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному принципу;

г) построить морфологическую таблицу, например, типа "расположение частей - агрегатные состояния изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды" и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;

д) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных ее частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

**Часть 9. Анализ хода решения**.

Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой (завершающей) части АРИЗ.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 9.1. Сравнение реального хода решения задачи с теоретическим ходом.

Шаг 9.2. Сравнение результата с данными информационного фонда ТРИЗ.

ШАГ 9.1**.** Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим ходом по АРИЗ. Если есть отклонения, записать.

ШАГ 9.2.Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физические эффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.

* 1. **Содержание практических занятий:**

1.7.1 Перечень тем практических занятий:

-определение эмпирических зависимостей (метод наименьших квадратов, вероятностные критерии согласия);

- корреляционный и регрессионный методы обработки результатов эксперимента;

-моделирование вычислительных систем;

-методы активизации поиска новых технических идей (метод «мозгового штурма», метод «черного ящика», «диверсионный» метод и др.)

-изучение приемов решения изобретательских задач (40 приемов);

-основы патентоведения.

1.7.2. Задания на практические занятия.

а) применить метод наименьших квадратов для аппроксимации экспериментальных данных;

б) применить критерий для проверки согласованности теоретического и статистического распределения экспериментальных данных;

в) построение регрессионной модели при обработке экспериментальных данных;

г) решение инженерных творческих задач методом «черного ящика»;

д) решение инженерных творческих задач методом

«мозгового штурма»;

е) решение инженерных творческих задач с помощью АРИЗ;

1.7.3. Методические указания по выполнению заданий практических занятий.

1. Методические указания по применению метода наименьших квадратов содержатся в учебнике Вентцель Е.С. «Теория вероятностей», М.: изд-во «Наука», 1969г, стр.364-369.

2. Методические указания по применению критерия  находятся в учебнике Вентцель Е.С. «Теория вероятностей», М.: изд-во «Наука», 1969г, стр.155 - 156.

3. Методические указания по применению регрессионной модели при обработке экспериментальных данных можно взять из методических указаний Хрусталева Ю.П. «Методы обработки данных», изд-во «ИрГТУ»,2004г, стр. 21 – 23.

4. Указания на применение метода «черного ящика» при решении инженерных творческих задач можно найти в задачнике Кирия В.Г. «Теория автоматов», изд-во «ИрГТУ», 2007г.

5.  Метод «мозгового штурма».  
Метод «мозгового штурма» и его многочисленные модификации такие, как синектика, ассоциативные методы (методы аналогий: прямая, личная, символическая, фантастическая), списки контрольных вопросов и др., относятся к типу методов, получивших название методов психологической активации мышления.

Методические указания по применению этого метода можно найти в книге Чус А.В., Данченко В.Н. "Основы технического творчества». К.: Донецк: Вища шк. Головное изд-во,1983,184с.

* 1. **Содержание самостоятельной работы**.

1.8.1.Общий перечень заданий для самостоятельной работы:

1.Задачи на применение метода наименьших квадратов.

2. Задачи на применение критерия .

3.Задачи на применение корреляционного и регрессионного методов обработки экспериментальных данных.

3. Задачи на применение метода «черного ящика».

4. Задачи на применение стандартов.

1.8.2.Методические рекомендации по выполнения заданий самостоятельной работы.

1. Методические указания по решению научно – исследовательских задач находятся в рекомендованной выше литературе.

2. Методические указания по применению стандартов находятся в файле « Что такое ТРИЗ», расположенном в папке COMMON.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИН ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ**

ЛЕКЦИИ

Курс 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № пп | Разделы и темы дисциплины по учебной программе | Кол-во  часов | |
|  | Введение. Основные понятия и определения. | 1 |
| 1. | Научное творчество. | | |
| 1.1 | НИРС, элементы НИРС. | 2 | |
| 1.2 | Методологические основы научного познания и творчества. | 8 | |
| 1.3 | Моделирование в научных исследованиях. | 8 | |
| 1.4 | Экспериментальные исследования. Обработка результатов эксперимента. | 2 | |
| 1.5 | Оформление результатов научного исследования. | 1 | |
| 2. | Инженерное творчество. |  | |
| 2.1 | Анализ задачи и анализ модели задачи. Определение идеального конечного результата (ИКР) и физического противоречия (ФП). | 2 | |
| 2.2 | Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР). | 4 | |
| 2.3 | Применение информационного фонда. | 3 | |
| 2.4 | Анализ способа устранения ФП. | 2 | |
| 2.5 | Применение стандартов при решении инженерных задач. | 2 | |

Всего: 34

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Курс 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № пп | Тема занятия | Кол-во  часов |
| 1 | Определение эмпирических зависимостей. | 8 |
| 2 | Моделирование вычислительных систем. | 10 |
| 3 | Методы активизации поиска новых технических идей (метод «мозгового штурма», метод «черного ящика», «диверсионный» метод и др.). | 12 |
| 4 | Деловая игра на применение метода «мозгового штурма». | 2 |
| 5 | Патентные исследования. | 2 |

**Всего: 34**

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Курс 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № пп | Вид работы | Кол-во  часов |
| 1 | Изучение корреляционных и регрессионных методов обработки экспериментальных данных. | 10 |
| 2 | Выполнение домашних заданий на обработку экспериментальных данных. | 14 |
| 3 | Изучение стандартных решений изобретательских задач (71стандарт) | 10 |
| 4 | Работа с патентным фондом | 6 |

Всего: 40

**Лекция 1**.**Введение. Основные понятия и определения.**

Научно-технический прогресс непрерывно повышает требования к выпускникам высшей школы. Главные качества молодого специалиста — его творческий научно-технический потенциал, способность самостоятельно ставить и решать вопросы совершенствования технологии и оборудования, создания новой техники, материалов и методов их обработки. Они практически формируются в процессе исследовательской деятельности студента. Поэтому в вузах страны создают максимум условий для самостоятельной научно-исследовательской работы будущих специалистов, ныне одной из важных форм учебного процесса.

**Виды профессиональной деятельности.**

Инженер по направлению подготовки “Информатика и вычислитель-

ная техника” может в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская;

- производственно-технологическая;

- научно-исследовательская;

- организационно-управленческая;

- эксплуатационная.

Дисциплина охватывает круг вопросов относящиеся к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности выпускника.

**Задачи профессиональной деятельности выпускника.**

Инженер подготовлен к решению следующих профессиональных за-

дач в зависимости от вида профессиональной деятельности.

**1.Проектно-конструкторская деятельность**:

- определение целей проектирования объектов профессиональной деятельности, критериев эффективности проектных решений, ограничений;

- системный анализ объекта проектирования и предметной области, их

взаимосвязей;

- разработка требований и спецификаций объектов профессиональной

деятельности на основе анализа запросов пользователей, моделей предметной области и возможностей технических средств;

- проектирование архитектуры аппаратно-программных комплексов и их компонентов;

- проектирование человеко-машинного интерфейса аппаратно-

программных комплексов;

- выбор средств вычислительной техники (ВТ), средств программирования и их применения для эффективной реализации аппаратнопрограммных комплексов;

- разработка (на основе действующих стандартов) документации для различных категорий специалистов, участвующих в создании, эксплуатации и сопровождении объектов профессиональной деятельности;

- проектирование математического, лингвистического, информационного и программного обеспечения вычислительных систем (ВС) и автоматизированных систем на основе современных методов, средств и технологий проектирования, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования;

- оценка надежности и качества функционирования объекта проектирования;

- обеспечение условий безопасной жизнедеятельности;

- расчет экономической эффективности.

**2.Производственно-технологическая деятельность**:

- создание ВС, автоматизированных систем и производство программных

продуктов заданного качества в заданный срок;

- тестирование и отладка аппаратно-программных комплексов;

- разработка программы и методики испытаний, проведение испытаний объектов профессиональной деятельности;

- подготовка и передача аппаратно-программных комплексов для

изготовления и сопровождения;

- комплексирование аппаратных и программных средств, создание вы-

числительных систем, комплексов и сетей;

- сертификация объектов профессиональной деятельности.

**3.Научно-исследовательская деятельность**:

- выбор и преобразование математических моделей явлений, процессов и систем с целью их эффективной программно-аппаратной реализации и их исследования средствами ВТ;

- разработка математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях,

проектно-конструкторской деятельности, управлении технологически-

ми, экономическими, социальными системами и в гуманитарных областях деятельности человека;

- анализ, теоретическое и экспериментальное исследование методов, алгоритмов, программ, аппаратно-программных комплексов и систем;

- анализ и исследование методов и технологий, применяемых на всех этапах жизненного цикла объектов профессиональной деятельности;

- создание и исследование математических и программных моделей вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности;

- разработка планов, программ и методик исследования программно-

аппаратных комплексов;

- разработка и совершенствование формальных моделей и методов, применяемых при создании объектов профессиональной деятельности;

- разработка и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и

прогнозирования качества процессов функционирования объектов профессиональной деятельности;

- разработка, совершенствование и применение средств спецификации, методов разработки, стандартов и технологий производства объектов профессиональной деятельности.

**4.Эксплуатационная деятельность:**

- инсталляция, настройка и обслуживание системного, инструментального и прикладного программного обеспечения, ВС и автоматизированных систем;

организация внедрения объекта проектирования и разработки в опытную или промышленную эксплуатацию;

- сопровождение программных продуктов, ВС и автоматизированных систем;

выбор методов и средств измерения эксплуатационных характеристик объектов профессиональной деятельности;

- анализ эксплуатационных характеристик объектов профессиональной деятельности, выработка требований и спецификаций по их модификации.

**Основные понятия и определения.**

**Открытием** закономерной связи между ранее обнаруженными явлениями, свойствами признается установление не известных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящих коренные изменения в познание. Каждое открытие имеет определенный объект. Им признается неизвестное ранее явление, свойство или закономерность материального мира.

**Изобретением** признается новое, обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой области народного хозяйства, социально – культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Необходимым признаком изобретения является новизна. Научное знание является новым, если к моменту создания оно отсутствует в перечне ранее известных научных знаний, не известно специалистам в данной отрасли знаний.

Изобретение включает и такое понятие, как существенные отличия – это новый, более высокий результат, который общество получает при использовании изобретения по сравнению с прототипом.

**Рационализаторским предложением** называется техническое решение, являющееся новым и полезным для той организации, где оно подано.

**Промышленным образцом**, на который распространяется правовая охрана, признается новое художественно – конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид, соответствующий требованиям технической эстетики, пригодное к изготовлению промышленным способом и дающим положительный эффект.

**Товарный знак** – это зарегистрированное в установленном порядке обозначение, служащее для отличия товаров одних предприятий от однородных товаров других предприятий.

**Лекция 2. Научно-исследовательская работа студента.**

**Общая методология научного творчества распадается на следующие частные** **этапы:**.

[1.1. Научное изучение как основная форма научной работы.. 1](file:///C:\Documents%20and%20Settings\kiriy.VT2003.000\%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B\%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87.%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4..htm#_Toc36994274);

[1.2. Общая схема хода научного исследования. 1](file:///C:\Documents%20and%20Settings\kiriy.VT2003.000\%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B\%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87.%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4..htm#_Toc36994275);

[1.3. Использование методов научного познания. 3](file:///C:\Documents%20and%20Settings\kiriy.VT2003.000\%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B\%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87.%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4..htm#_Toc36994276);

[1.4. Применение логических законов и правил. 5](file:///C:\Documents%20and%20Settings\kiriy.VT2003.000\%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B\%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87.%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4..htm#_Toc36994277).

* 1. **Научное изучение как основная форма научной работы.**

Всякое научное исследование от творческого замысла до окон­чательного оформления научного труда осуществляется весьма индивидуально. Но все же, можно определить и некоторые об­щие методологические подходы к его проведению, которые при­нято называть изучением в научном смысле. Современное научно-теоретическое мышление стремится про­никнуть в сущность изучаемых явлений и процессов. Это воз­можно при условии целостного подхода к объекту изучения, рассмотрения этого объекта в возникновении и развитии, т.е. применения исторического подхода к его изучению.

Известно, что новые научные результаты и ранее накоп­ленные знания находятся в диалектическом взаимодействии. Лучшее и прогрессивное из старого переходит в новое и дает ему силу и действенность. Иногда позабытое старое вновь воз­рождается на новой научной основе и живет как бы вторую жизнь, но в ином, более совершенном виде.

Изучать в научном смысле — это значит вести поисковые исследования, как бы заглядывая в будущее. Воображение, фан­тазия, мечта, опирающиеся на реальные достижения науки и техники, являются важнейшими факторами научного исследо­вания. Но в то же время, научное изучение — это обоснованное применение научного предвидения, это хорошо продуманный расчет.

Изучать в научном смысле — это значит быть научно объ­ективным. Нельзя отбрасывать факты в сторону только потому, что их трудно объяснить или найти им практическое приме­нение. Дело в том, что сущность нового в науке не всегда видна самому исследователю. Новые научные факты и даже открытия из-за того, что их значение плохо раскрыто, могут долгое время оставаться в резерве науки и не использоваться на практике.

Накопление научных фактов в процессе исследования — всегда творческий процесс, в основе которого всегда лежит за­мысел ученого, его идея. В философском определении идея представляет собой продукт человеческой мысли, форму от­ражения действительности. Идея отличается от других форм мышления и научного знания тем, что в ней не только от­ражен объект изучения, но и содержится сознание цели, пер­спективы познания и практического преобразования действи­тельности. Идеи рождаются из практики, наблюдений окружающего ми­ра и потребностей жизни. В основе идей лежат реальные факты и события. Жизнь выдвигает конкретные задачи, но зачастую не сразу находятся продуктивные идеи для их решения. Тогда на помощь приходит способность исследователя предлагать но­вый, совершенно необычный аспект рассмотрения задачи, ко­торую долгое время не могли решить при обычном подходе к делу или, как говорят, пытались решить ее "в лоб".

Развитие идеи до стадии решения задачи обычно соверша­ется как плановый процесс научного исследования. Хотя в на­уке известны случайные открытия, но только плановое, хорошо оснащенное современными средствами научное исследование на­дежно позволяет вскрыть и глубоко познать объективные за­кономерности в природе.

**1.2.Общая схема хода научного исследования.**

Весь ход научного исследования можно представить в виде сле­дующей логической схемы:

1.Обоснование актуальности выбранной темы.

2. Постановка цели и конкретных задач исследования.

3. Определение объекта и предмета исследования.

4. Выбор методов (методики) проведения исследования.

5. Описание процесса исследования.

6. Обсуждение результатов исследования.

7. Формулирование выводов и оценка полученных результа­тов.

**1.3. Использование методов научного познания.**

Успешность выполнения научной работы в наибольшей степени за­висит от умения соискателя выбрать наиболее результативные методы исследования, поскольку именно они позволяют достичь поставленной цели. Методы научного познания принято делить на общие и спе­циальные.

Большинство специальных проблем конкретных наук и да­же отдельные этапы их исследования требуют применения спе­циальных методов решения. Разумеется, такие методы имеют весьма специфический характер. Естественно поэтому, что они изучаются, разрабатываются и совершенствуются в конкретных, специальных науках.

Помимо специальных методов, характерных для определен­ных областей научного знания, существуют общие методы на­учного познания, которые в отличие от специальных методов используются на всем протяжении исследовательского процесса и в самых различных по предмету науках. Общие методы научного познания обычно делят на три большие группы: 1) методы эмпирического исследования (на­блюдение, сравнение, измерение, эксперимент); 2) методы, ис­пользуемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индук­ция и дедукция, моделирование и др.); 3) методы теоретиче­ского исследования (восхождение от абстрактного к конкрет­ному и др.)

**1.4. Применение логических законов и правил.**

Какие бы ошибки с точки зрения логики не делали исследователи при описании хода иссле­дования, всегда можно доказать, что любая ошибка такого рода сво­дится в конечном счете к нарушению требований того или иного ло­гического закона: закона тождества, закона противоречия, закона ис­ключенного третьего и закона достаточного основания.

**Лекция 3. Методологические основы научного познания**.

*Обоснование актуальности выбранной темы —* на­чальный этап любого исследования. Освещение актуальности должно быть не многословным. На­чинать ее описание издалека нет особой необходимости. До­статочно в пределах одной машинописной страницы показать главное — суть проблемной ситуации, из чего и будет видна актуальность темы. Таким образом, формулировка проблемной ситуации — очень важная часть введения. Поэтому имеет смысл остановиться на понятии "проблема" более подробно.

Любое научное исследование проводится для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания но­вых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту старых способов объяснения известных фактов. Эти трудности в наиболее отчетливой форме проявляют себя в так называемых проблемных ситуациях, когда существующее науч­ное знание оказывается недостаточным для решения новых за­дач познания. Проблема всегда возникает тогда, когда старое знание уже обнаружило свою несостоятельность, а новое знание еще не при­няло развитой формы. Таким образом, проблема в науке — это противоречивая ситуация, требующая своего разрешения. Такая ситуация чаще всего возникает в результате открытия новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних те­оретических представлений, т.е. когда ни одна из теорий не может объяснить вновь обнаруженные факты.

Правильная постановка и ясная формулировка новых про­блем нередко имеет не меньшее значение, чем решение их са­мих. По существу, именно выбор проблем, если не целиком, то в очень большой степени определяет стратегию исследова­ния вообще и направление научного поиска в особенности. Не случайно принято считать, что сформулировать научную про­блему — значит показать умение отделить главное от второ­степенного, выяснить то, что уже известно и что пока неизве­стно науке о предмете исследования.

Между тем, соискатели часто избегают брать узкие темы. Это неправильно. Дело в том, что работы, посвященные широ­ким темам, часто бывают поверхностными и мало самостоятель­ными. Узкая же тема прорабатывается более глубоко и деталь­но. В начале, кажется, что она настолько узка, что и писать не о чем. Но по мере ознакомления с материалом это опасение исчезает, исследователю открываются такие стороны проблемы, о которых он раньше и не подозревал.

Актуальные научные решения, лежащие в основе диссерта­ционной работы, могут рассматриваться как заявки на изобре­тения и открытия, если они отличаются новизной и дают по­ложительный эффект. От доказательства актуальности выбранной темы логично перейти к формулировке цели предпринимаемого исследова­ния, а также указать на конкретные задачи, которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Это обычно делается в форме перечисления (изучить..., описать..., установить..., выяс­нить..., вывести формулу и т.п.) и формулировки этих задач необходимо делать как можно бо­лее тщательно.

Далее формулируются *объект и предмет исследования.* Объект — это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. Предмет — это то, что находится в границах объекта. Объект и предмет исследования как категории научного про­цесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследо­вания, именно на него и направлено основное внимание исследователя, именно предмет исследования определяет конкретную тему его работы.

Очень важным этапом научного исследования является о*писание процесса исследования и вы­бор методов исследования,* которые служат инструментом в добывании фактического материала, являясь необходимым ус­ловием достижения поставленной в такой работе цели. *Описание процесса исследования —* основная часть работы, в которой освещаются методика и тех­ника исследования с использованием логических законов и правил.

Очень важный этап хода научного исследования — обсуж­дение *его результатов,* которое ведется на различного рода заседаниях, конференциях, семинарах и т.д. с участием про­фессиональных специалистов.

Заключительным этапом хода научного исследования явля­ются *выводы,* которые содержат то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведенной исследовательской работы.

**Лекция 4. Использование методов научного познания**.

Успешность выполнения научной работы в наибольшей степени за­висит от умения соискателя выбрать наиболее результативные методы исследования, поскольку именно они позволяют достичь поставленной цели. Методы научного познания принято делить на общие и спе­циальные.

Большинство специальных проблем конкретных наук и да­же отдельные этапы их исследования требуют применения спе­циальных методов решения. Разумеется, такие методы имеют весьма специфический характер. Естественно поэтому, что они изучаются, разрабатываются и совершенствуются в конкретных, специальных науках. Они никогда не бывают произвольными, т.к. определяются характером исследуемого объекта.

Помимо специальных методов, характерных для определен­ных областей научного знания, существуют общие методы на­учного познания, которые в отличие от специальных методов используются на всем протяжении исследовательского процесса и в самых различных по предмету науках. Общие методы научного познания обычно делят на три большие группы: 1) методы эмпирического исследования (на­блюдение, сравнение, измерение, эксперимент); 2) методы, ис­пользуемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индук­ция и дедукция, моделирование и др.); 3) методы теоретиче­ского исследования (восхождение от абстрактного к конкрет­ному и др.).

*Наблюдение* («живое созерцание») представляет собой активный познавательный процесс, опирающийся, прежде всего на работу органов чувств человека и его предметную материальную деятельность. Это наиболее элементарный метод, выступающий, как правило, в качестве одного из элементов в составе других эмпирических методов. В повседневной деятельности и в науке наблюдения дол­жны приводить к результатам, которые не зависят от воли, чувств и желаний субъектов. Чтобы стать основой последующих теоретических и практических действий, эти наблюдения дол­жны информировать нас об объективных свойствах и отноше­ниях реально существующих предметов и явлений.

Для того чтобы быть плодотворным методом познания, на­блюдение должно удовлетворять ряду требований, важнейшими из которых являются: 1) планомерность, 2) целенаправленность, 3) активность, 4) систематичность.

*Сравнение —* одно из наиболее распространенных методов по­знания. Недаром говорится, что "все познается в сравнении". Срав­нение позволяет установить сходство и различие предметов и яв­лений действительности. В результате сравнения устанавливается то общее, что присуще двум или нескольким объектам, а выявление общего, повторяющегося в явлениях, как известно, есть ступень на пути к познанию закономерностей и законов. Для того чтобы сравнение было плодотворным, оно должно удов­летворять двум основным требованиям. Первое требование: срав­ниваться должны лишь такие явления, между которыми может су­ществовать определенная объективная общность. Второе требова­ние: для познания объектов их сравнение должно осуществляться по наиболее важным, существенным (в плане конкретной познава­тельной задачи) признакам.

С помощью сравнения информация об объекте может быть по­лучена двумя различными путями. Во-первых, она может высту­пать в качестве непосредственного результата сравнения. Во-вто­рых, очень часто получение первичной информации не выступает в качестве главной цели сравнения, этой целью является получение вторичной или производной информации, являющейся результа­том обработки первичных данных. Наиболее распространенным и наиболее важным способом такой обработки является умозаключе­ние по аналогии.

*Измерение* в отличие от сравнения является более точным по­знавательным средством. Измерение — есть процедура определе­ния численного значения некоторой величины посредством едини­цы измерения. Ценность этой процедуры в том, что она дает точ­ные, количественно определенные сведения об окружающей дейст­вительности. Важнейшим показателем качества измерения, его научной цен­ности является точность, которая зависит от усердия ученого, от применяемых им методов, но главным образом — от имеющихся измерительных приборов.

В числе эмпирических методов научного познания измерение за­нимает примерно такое же место, как наблюдение и сравнение.

Частным случаем наблюдения является *эксперимент,* т.е. такой метод научного исследования, который предполагает вмешательство в естественные условия существования предметов и явлений или воспроизведение определенных сторон пред­метов и явлений в специально созданных условиях с целью изучения их без осложняющих процесс сопутствующих обстоя­тельств. Экспериментальное изучение объектов по сравнению с на­блюдением имеет ряд преимуществ: 1) в процессе эксперимен­та становится возможным изучение того или иного явления в "чистом виде"; 2) эксперимент позволяет исследовать свойства объектов действительности в экстремальных условиях; 3) важ­нейшим достоинством эксперимента является его повторяе­мость.

Любой эксперимент может осуществляться как непосредст­венно с объектом, так и с "заместителем" этого объекта в по­знании — *моделью.* Использование моделей позволяет применять эксперимен­тальный метод исследования к таким объектам, непосредствен­ное оперирование с которыми затруднительно или даже не­возможно. Поэтому моделирование является особым методом и широко распространено в науке.

**Лекция 5.Методы, используемые на эмпирическом и теоретическом уровне исследований.**

К общим методам научного познания можно отнести, так называемый, метод «черного ящика», который позволяет от «живого созерцания» через этап абстрактного мышления придти к конкретной практической схеме исследуемого объекта. Здесь следует широко применять абстрагирование, анализ и синтез, индукцию и дедукцию.

*Абстрагирование* носит в умственной деятельности уни­версальный характер, ибо каждый шаг мысли связан с этим процессом, или с использованием его результата Сущность этого метода состоит в мысленном отвлечении от несущественных свойств, связей, отношений, предметов и в одновременном вы­делении, фиксировании одной, или нескольких интересующих исследователя сторон этих предметов.

Различают процесс абстрагирования и результат абстраги­рования, называемый абстракцией. Обычно под результатом аб­страгирования понимается знание о некоторых сторонах объ­ектов. Процесс абстрагирования — это совокупность операций, ведущих к получению такого результата (абстракции). Приме­рами абстракций могут служить бесчисленные понятия, кото­рыми оперирует человек не только в науке, но и в обыденной жизни: дерево, дом, дорога, жидкость и т.п.

Процесс абстрагирования в системе логического мышления тесно связан с другими методами исследования и, прежде всего, с *анализом и синтезом.* Анализ является методом научного исследования путем разложе­ния предмета на составные части. Синтез представляет соединение полученных при анализе частей в нечто целое. Методы анализа и синтеза в научном творчестве органически связаны между собой и могут принимать различные формы в за­висимости от свойств изучаемого объекта и цели исследования. В зависимости от степени познания объекта, от глубины проникно­вения в его сущность применяется анализ и синтез различного рода.

Прямой или эмпирический анализ и синтез применяется на стадии поверхностного ознакомления с объектом. При этом осу­ществляется выделение отдельных частей объекта, обнаружение его свойств, простейшие измерения, фиксация непосредственно данного, лежащего на поверхности общего. Этот вид анализа и синтеза дает возможность познать явление, но для проникновения в его сущность он недостаточен.

Возвратный или элементарно-теоретический анализ и синтез широко используется как мощное орудие достижения моментов сущности исследуемого явления. Здесь операции анализа и синте­за осуществляются не механически. Они базируются на некоторых теоретических соображениях, в качестве которых может высту­пать предположение о причинно-следственной связи различных явлений, о действии какой-либо закономерности.

Наиболее глубоко приникнуть в сущность объекта позволяет структурно-генетический анализ и синтез. При этом идут дальше предположения о некоторой причинно-следственной связи. Этот тип анализа и синтеза требует вычленения в сложном явлении таких элементов, таких звеньев, которые представляют самое централь­ное, самое главное в них, их "клеточку", оказывающую решающее влияние на все остальные стороны сущности объекта.

Для исследования сложных развивающихся объектов приме­няется *исторический метод.* Он используется только там, где так или иначе предметом исследования становится история объ­екта.

Из методов теоретического исследования рассмотрим *метод восхождения от абстрактного* анализа *к конкретному* анализу. Восхождение от абстрактного к конкретному анализу представляет собой всеобщую форму движения научного познания, закон отображения действи­тельности в мышлении. Согласно этому методу процесс познания как бы разбивается на два относительно самостоятельных этапа.

На первом этапе происходит переход от чувственно-конкрет­ного восприятия, от конкретного в действительности к его абстрактным опре­делениям. Единый объект расчленяется, описывается при помощи множества понятий и суждений. Он как бы "испаряется", превра­щаясь в совокупность зафиксированных мышлением абстракций, односторонних определений.

Второй этап процесса познания и есть восхождение от аб­страктного к конкретному анализу. Суть его состоит в движении мысли от абстрактных определений объекта, т.е. от абстрактного мышления в позна­нии, к конкретному в познании. На этом этапе как бы восстанав­ливается исходная целостность объекта, он воспроизводится во всей своей многогранности — но уже в мышлении.

Оба этапа познания теснейшим образом взаимосвязаны. Вос­хождение от абстрактного мышления к конкретному невозможно без предва­рительного "анатомирования" объекта мыслью, без восхождения от конкретного в действительности к абстрактным его определе­ниям. Таким образом, можно сказать, что рассматриваемый метод представляет собой процесс познания, согласно которому мышле­ние восходит от конкретного в действительности к абстрактному в мышлении и от него — к конкретному в мышлении.

**Лекция 6. Применение логических законов и правил**.

Какие бы ошибки с точки зрения логики не делали исследователи при описании хода иссле­дования, всегда можно доказать, что любая ошибка такого рода сво­дится в конечном счете к нарушению требований того или иного ло­гического закона: закона тождества, закона противоречия, закона ис­ключенного третьего и закона достаточного основания.

В *законе тожде­ства,* предмет мысли в пределах одного рас­суждения должен оставаться неизменным, т.е.

А есть А (А=А), где А — мысль.

Такой закон требует, чтобы в ходе сообщения все понятия и суждения носили однозначный характер, исключающий дву­смысленность и неопределенность.

На первый взгляд, содержащееся в законе тождества, тре­бование представляется предельно простым. В самом деле, надо лишь проявлять минимальную строгость, не смешивая различ­ные (пусть даже и близкие) мысли, отграничивая их, друг от друга, с достаточной степенью четкости. Однако по ряду при­чин эта простота является обманчивой. К таким причинам, преж­де всего, относится большой слой явлений языка и речи. Ведь в любом тексте мы имеем дело не с "чистой" мыслью, а с единством ее содержания и словесной формы. Между тем хо­рошо известно, что внешне одинаковые словесные конструкции могут иметь разное содержание и, наоборот, одна и та же мысль может быть выражена по-разному. Первое явление называется омонимией, второе — синонимией. Омонимия делает возмож­ным неправомерное отождествление объективно различного смысла, а синонимия — ошибочное различение тождественного.

Примеры омонимии: мир – вселенная; мир – отсутствие войны. Наряд – одежда; наряд – распоряжение. Ласка – животное; ласка – проявление нежности. Такса – собака; такса –тариф.

Примеры синонимов: кавалерия - конница; смелый – храбрый; идти – шагать.

Отождествление различных понятий представляет собой од­ну из наиболее распространенных логических ошибок в науч­ном тесте— подмену понятия. Сущность этой ошибки состоит в том, что вместо данного понятия и под видом его упот­ребляют другое понятие. Причем эта подмена может быть как неосознанной, так и преднамеренной. Подмена понятия озна­чает подмену предмета описания. Описание в этом случае бу­дет относиться к разным предметам, хотя они будут ошибочно приниматься за один предмет.

Требование непротиворечивости мышления выражает *закон противоречия**.* Согласно этому закону, не могут быть одно­временно истинными два высказывания, одно из которых что-то утверждает, а другое отрицает то же самое. Закон утверждает: "Неверно, что А и не А одновременно истинны".

В основе закона противоречия лежит качественная опреде­ленность вещей и явлений, относительная устойчивость их

свойств. Отражая эту сторону действительности, закон проти­воречия требует, чтобы в процессе разговора мы не допускали противоречивых утверждений. Если, например, предмет А име­ет определенное свойство, то в суждениях об этом предмете мы обязаны утверждать это свойство, а не отрицать его и не приписывать данному предмету того, чего у него нет.

Закон противоречия для научной работы имеет огромное значение. Его сознательное использование помогает обнаружи­вать и устранять противоречия в объяснениях фактов и яв­лений, вырабатывать критическое отношение ко всякого рода неточностям и непоследовательности в сообщении научной ин­формации.

Закон противоречия обычно используется в доказательствах: если установлено, что одно из противоположных суждений ис­тинно, то отсюда вытекает, что другое суждение ложно. Ули­чение в противоречивости является сильнейшим аргументом про­тив любых утверждений.

Однако закон противоречия не действует, если мы что-либо утверждаем и то же самое отрицаем относительно одного и того же предмета, но рассматриваемого 1) в разное время и 2) в разном отношении.

Возьмем для иллюстрации первый случай, когда кто-либо утверждает, что "Дождь благоприятен для сельского хозяйства", а в другой раз этот же человек высказывает противоположную мысль: "Дождь неблагоприятен для сельского хозяйства". Но то и другое высказывание может быть истинно. В первом случае имеется в виду весна (перед всходом растений). Во втором слу­чае — осень (перед уборкой урожая).

В научной работе нельзя игнорировать и требование *закона исключенного третьего.* Этот закон утверждает, что из двух противоречащих друг другу суждений одно из них ложно, а другое истинно. Третьего не дано. Он выражается формулой: "А есть либо В, либо не В". Например, если истинно суждение "Наша фирма является конкурентоспособной", то суждение "На­ша фирма не является конкурентоспособной" — ложно.

Такой закон не действует на противоположные суждения, т.е. на такие суждения, каждое из которых не просто отрицает другое, а сообщает сверх этого дополнительную информацию. Возьмем два суждения: "Этот лес хвойный" и "Этот лес сме­шанный". Здесь второе суждение не просто отрицает первое, а дает дополнительную информацию, т.е. речь идет не просто о том, что неверно, будто этот лес хвойный, но говорится, ка­кой именно этот лес.

**Лекция 7.Моделирование в научных исследованиях. Математическая модель амбивалентной системы**.

Математическое моделирование амбивалентных систем на основе дифференциальных уравнений Колмогорова.

Как указывалось во введении, для изучения амбивалентных систем с учетом действия механизма случайности и непрерывного характера функционирования применяются методы теории массового обслуживания, в частности, дифференциальные уравнения Колмогорова.

**Лекция 8. Моделирование в научных исследованиях. Математическая модель автоматных систем.**

В теории автоматов под автоматом понимается преобразователь информации, на вход которого поступает входная информация, записанная с помощью символов входного алфавита. На выходе появляется выходная информация, записанная с помощью символов выходного алфавита. Различают два основных типа автоматов: автоматы без памяти и автоматы с памятью, первые часто называются комбинационными схемами.

Для изучения поведения таких автоматов применяются различные формы математических моделей. Для комбинационных схем используются табличный и аналитический способ описания их поведения.

**Лекция 9. Моделирование в научных исследованиях. Моделирование вычислительных систем.**

Под моделированием понимают процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого другого объекта, называемого моделью, и исследования этой модели. Вид модели определяется целью моделирования. Цель моделирования устанавливается в каждом конкретном случае и зависит от уровня моделирования. Чаще всего целью моделирования является получение количественных характеристик объекта, оптимизация его параметров, структуры и т.д.

В вычислительной технике различают четыре уровня моделирования.

1. На системном уровне объектом моделирования являются вычислительные системы.

2. На алгоритмическом или архитектурном уровне рассматриваются архитектурные свойства системы. При этом объектом моделирования является вычислительный процесс.

3. На функциональном (микрооперационном) уровне или уровне регистровых передач объектами моделирования являются устройства ЭВМ.

4. На уровне логического моделирования рассматривается функционирование логических схем: больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС), типовых элементов замены – ТЭЗов и т.д.

Основной задачей данного курса является изучение методов моделирования систем. Под системой *S* будем понимать целенаправленное множество взаимосвязанных элементов любой природы. При моделировании систем применяется так называемый системный подход, в основе которого лежит последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель. Исследуемый объект при системном подходе выделяется из окружающей (внешней) среды. Под внешней средой *Е* понимается множество существующих вне системы элементов любой природы, оказывающих влияние на систему или находящихся под ее воздействием. Состав элементов, входящих в модель, зависит от цели моделирования. Совокупность связей между элементами системы определяет ее структуру.

При функциональном подходе рассматриваются функции, которые выполняет система (под функцией понимается свойство, приводящее к достижению цели). Функционирование системы означает переход системы из одного состояния в другое, т.е. движение системы в пространстве состояний.

Очевидно, что такой подход предполагает использование математических моделей, т.е. абстрактных моделей, представленных на языке математических отношений. Абстрактной моделью называется описание объекта исследований на некотором языке. Компонентами абстрактных моделей являются понятия, например, словесные или математические описания, чертежи, схемы и т.д., а не физические элементы.

Математические схемы моделирования систем.

Математическую схему можно определить как звено при переходе от содержательного описания процесса функционирования системы к формальному. Формальная модель системы *S* – это множество величин, описывающих процесс функционирования системы:

- совокупность входных воздействий на систему ;

- воздействия внешней среды ;

- внутренние параметры системы ;

- выходные характеристики .

Различают следующие типовые математические схемы:

- дифференциальные уравнения;

- конечные и вероятностные автоматы;

- системы массового обслуживания;

- сети Петри;

- агрегативные модели.

Данным математическим схемам соответствуют следующие классы моделей.

Непрерывно – детерминированные модели (D-схемы). Эти модели представляются дифференциальными уравнениями (обыкновенными или в частных производных).

Дискретно – детерминированные модели (F-схемы). Представляются конечными автоматами.

Дискретно – стохастические модели (P-схемы). Представляются вероятностными автоматами.

Непрерывно – стохастические модели (Q-схемы). Системы с очередями (системы массового обслуживания).

Сетевые модели (сети Петри или N-схемы).

Комбинированные модели (агрегативные модели или А-схемы).

В настоящем пособии рассматриваются системы массового обслуживания,

поскольку функционирование многих средств вычислительной техники и вычислительных систем можно адекватно описать с помощью Q – схем.

Системы массового обслуживания.

Под системой массового обслуживания (СМО) понимают динамическую систему, предназначенную для эффективного обслуживания потока заявок (требований на обслуживание) при ограничениях на ресурсы системы.

Модели СМО удобны для описания отдельных подсистем современных вычислительных систем, таких как подсистема *процессор - основная память*, канал *ввода - вывода* и т. д. Вычислительная система в целом представляет собой совокупность взаимосвязанных подсистем, взаимодействие которых носит вероятностный характер. Заявка на решение некоторой задачи, поступающая в вычислительную систему, проходит последовательность этапов счета, обращения к внешним запоминающим устройствам и устройствам ввода - вывода. После выполнения некоторой последовательности таких этапов, число и продолжительность которых зависит от трудоемкости программы, заявка считается обслуженной и покидает вычислительную систему. Таким образом, вычислительную систему в целом можно представлять совокупностью СМО, каждая из которых отображает процесс функционирования отдельного устройства или группы однотипных устройств, входящих в состав системы.

**Лекция 10. Моделирование в научных исследованиях. Марковские цепи.**

**Описание Марковской модели.**

В теории массового обслуживания к наиболее изученным и исследованным относятся модели, у которых случай­ный процесс функционирования относится к классу Марковских процессов, т. е. Марковские модели. Случайный процесс, протекающий в системе, называется Мар­ковским, если для любого момента времени вероятностные харак­теристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние. При исследовании систем аналитическим моделированием наиболь­шее значение имеют Марковские случайные процессы с дискрет­ными состояниями и непрерывным временем. Процесс называется процессом с дискретными состояниями, если его возможные состоя­ния z1 ,z2,… можно заранее перечислить, т. е. состояния системы принадлежат конечному множеству и переход системы из одного состояния в другое происходит мгновенно. Процесс называется процессом с непрерывным временем, если смена состояний может произойти в любой случайный момент.

**Лекция 11. Экспериментальные исследования.**

Информационные технологии обеспечивают возможность принятия правильных решений в процессах управления технологическими объектами, в управленческой деятельности, в экономике, на транспорте и т.д. Решения принимаются на основе информации об объекте. В большинстве случаев эта информация представляет собой результаты наблюдений за состоянием системы. Результаты измерений, априорная информация, справочные сведения и т.д. - все это, с точки зрения информационных технологий, понимается как исходные данные, подлежащие обработке. Поскольку данные относятся к объектам различного назначения, то и методы их обработки существенно отличаются в зависимости от свойств объектов, целей исследований и используемого математического аппарата. Вряд ли правомерно говорить о методах обработки данных как о какой-то единой дисциплине. Этот курс правильнее рассматривать как множество подходов, направленных на достижение поставленной цели. Цель исследований и применяемые методы определяются самим исследователем.

Так как в технических системах большинство данных представлено результатами измерений, то в первой части курса рассматриваются вопросы обработки измерительной информации и, главным образом, методы оценивания параметров. Учитывая специфику специальностей, для которых читается курс, серьезное внимание уделяется методам помехоустойчивого оценивания.

**Основными целями** преподавания дисциплины являются:

Изучение источников возникновения погрешностей в результате измерений.

Изучение методов получения оптимальных оценок по результатам измерений.

Освоение практических методов получения МНК-оценок.

Освоение методов получения помехоустойчивых оценок.

Изучение методов регрессионного анализа.

Освоение практических методов построения регрессионных моделей.

Получение навыков работы с типовыми системами обработки данных (ППП «STATISTICA» и др.).

**Основная задача** дисциплины, в конечном счете, состоит в формировании у студентов понимания роли и методов обработки экспериментальных данных, используемых в информационных системах и системах автоматического (автоматизированного) управления, основой которых являются вычислительные системы. В процессе изучения дисциплины “Методы обработки данных “ студент должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для дальнейшего профессионального становления. Студент, изучивший дисциплину, должен:

**знать:**

источники погрешностей результатов измерений;

методы получения оценок измеряемых параметров по экспериментальным данным;

методы помехоустойчивого оценивания;

методы получения интервальных оценок;

методы отбраковки «выбросов»;

методы построения линейной регрессии;

методы оценивания качества регрессионной модели;

методы определения наиболее информативных факторов;

методы пошаговой регрессии.

**иметь представление:**

о статистических методах построения динамических регрессионных моделей;

о критериях качества получаемых остаточных членов;

о методах нелинейной регрессии;

о методах спектрального анализа.

уметь:

оценивать погрешности прогнозов, получаемых по построенной модели;

пользоваться пакетом прикладных программ;

определять наиболее значимые факторы;

разрабатывать алгоритмы обработки измерительной информации;

создавать действующие программы обработки данных.

Место дисциплины в структурно-логической схеме.

В перечень дисциплин, используемых при изучении информатики и вычислительной техники, входит большое число специальных предметов. Многие из них предполагают знакомство со статистическими методами обработки данных и методами построения математических моделей по эмпирическим данным. Без знания этих методов невозможно создание информационно-измерительных систем, систем автоматического управления, систем передачи данных и т.д.

**Лекция 12. Обработка результатов эксперимента.**

Программа дисциплины «Методы обработки данных»:

1.1 Основы теории оценивания;

1.1.1 Основные задачи обработки измерений.

Погрешности измерений. Основные понятия теории вероятностей. Статистическая обработка измерений. Числовые характеристики системы случайных величин. Многомерный нормальный закон распределения и законы распределения, связанные с нормальным законом распределения.

**1.1.2 Критерии качества оценок.**

Несмещенность оценок. Состоятельность. Эффективность. Асимптотически несмещенные оценки. Асимптотически нормальные оценки. Асимптотически эффективные оценки.

Метод максимального правдоподобия.

Функция правдоподобия. Логарифмическая функция правдоподобия. Система нормальных уравнений. Метод наименьших квадратов. Недостатки метода.

**1.1.4 Помехоустойчивое оценивание.**

«Выбросы» и роль аномальных измерений в системах обработки данных. Медиана как помехоустойчивая оценка. Метод наименьших модулей. Введение в робастное оценивание. Винзорированные и альфа - усеченные оценки. Помехоустойчивая оценка параметра масштаба.

**Интервальные оценки.**

Надежность получаемых оценок. Неравенство Чебышева.Доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Интервальные оценки параметров.

**Проверка законов о распределении случайной величины.**

Коэффициенты асимметрии и эксцесса Гистограмма. Хи – квадрат распределение. Мера расхождения между статистическим и гипотетическим распределениями. Критерий Пирсона. Тест Колмогорова – Смирнова.

**1.2. Основы регрессионного анализа.**

**1.2.1 Основные задачи регрессионного анализа.**

Регрессионный анализ технологических объектов. Зависимые и независимые переменные. Диаграммы рассеивания. Линейные и нелинейные регрессии. Сведение нелинейных зависимостей к линейным зависимостям.

**1.2.2 Определение коэффициентов линейной модели.**

Общий вид линейной модели. Порядок модели. Корректированная и некорректированная суммы квадратов. Центрированные и не центрированные модели.

**1.2.3 Доверительные интервалы для коэффициентов.**

Доверительный интервал для коэффициента β1. Доверительный интервал для коэффициента β0.

**1.2.4 Основные понятия дисперсионного анализа.**

Фундаментальное уравнение дисперсионного анализа. Число степеней свободы. Таблица дисперсионного анализа. Источники вариации зависимой переменной. Исследование уравнения регрессии.

**1.2.5 Множественная линейная регрессия.**

Векторные уравнения регрессии. Система нормальных уравнений в векторной форме. Свойства оценки вектора параметров регрессии. Проверка адекватности модели. Принцип дополнительной суммы квадратов.

**2.6 Последовательный регрессионный анализ.**

Частный и последовательный F – критерий. Проверка общей линейной гипотезы в регрессионных моделях. Статистика для проверки гипотез. Остаточная сумма квадратов. Анализ остатков.

1. **Примерная тематика практических занятий.**

Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов,

Применение критерия для проверки согласованности теоретического и статистического распределения экспериментальных данных.

**Лекция 13. Теория решения изобретательских задач. Анализ задачи. Определение идеального конечного результата и физического противоречия.**

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ-85-В).

Алгоритм АРИЗ-85-В опробован на многих задачах - практически на всем фонде задач, используемом при обучении ТРИЗ. Забывая об этом, иногда "с ходу" предлагают усовершенствования, основанные на опыте решения одной задачи. Для этой одной задачи предлагаемые изменения может быть и хороши (допустим!), но, облегчая решение одной задачи, они, как правило, затрудняют решение всех других.

Любое предложение желательно вначале испытать вне АРИЗ. После введения в АРИЗ каждое изменение должно быть опробовано разбором как минимум 20-25 достаточно трудных задач.

АРИЗ постоянно совершенствуется и потому нуждается в притоке новых идей, но эти идеи должны быть сначала тщательно проверены.

В целом алгоритм состоит из следующих частей:

Часть 1.Анализ задачи.

Часть 2.Анализ модели задачи.

Часть 3.Определение идеального конечного результата (ИКР) и физического противоречия (ФП).

Часть 4.Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР).

Часть 5.Применение информационного фонда.

Часть 6.Изменение или замена задачи.

Часть 7.Анализ способа устранения ФП

Часть 8. Применение полученного ответа.

Часть 9. Анализ хода решения.

**Часть 1. Анализ задачи**.

Основная цель первой части АРИЗ - переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи. Предлагается следующая пошаговая реализация такого перехода.

Шаг 1.1. Условия мини-задачи.

Шаг 1.2. Конфликтующая пара: изделие и инструмент.

Шаг 1.3. Графические схемы технического противоречия ТП-1 и ТП-2.

Шаг 1.4. Что является главным производственным процессом?

Шаг 1.5. Усилить конфликт.

Шаг 1.6. Формулировка модели задачи.

Шаг 1.7. Применение стандартов.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов.

ШАГ 1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов) по следующей форме:

Техническая система:

для (указать назначение) ;

включает (перечислить основные части системы).

Техническое противоречие 1 (ТП-1):

(указать).

Техническое противоречие 2 (ТП-2):

(указать).

Необходимо при минимальных изменениях в системе

(указать результат, который должен быть получен).

**Часть 2.**Анализ модели задачи

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

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

Шаг 2.2. Определить оперативное время.

Шаг 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР).

*Примечание.*

8.*В простейшем случае оперативная зона (ОЗ) - это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.*

ПРИМЕР.

В задаче об антенне ОЗ - пространство, ранее занимаемое молниеотводом, т.е. мысленно выделенный "пустой" стержень, "пустой" столб.

ШАГ 2.2. Определить оперативное время.

**Часть 3. Идеальный конечный результат.**

В результате применения АРИЗ должен сформироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 3.1. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-1).

Шаг 3.2. Усиление формулировки ИКР-1.

Шаг 3.3. Формулировка физического противоречия (ФП) на макроуровне.

Шаг 3.4. Формулировка физического противоречия на микроуровне.

Шаг 3.5. Формулировка идеального конечного результата (ИКР-2).

Шаг 3.6. Применение стандартов.

ШАГ 3.1. Записать формулировку ИКР-1: икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение оперативного времени (ОВ) в пределах оперативной зоны (ОЗ), сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Общая формулировка ИКР: приобретение полезного качества или устранение вредного качества, не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

ШАГ 3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать

вещественно-полевые ресурсы (ВПР).

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа: если идея получена, например, на "линии инструмента", можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии, т. е., получив ответ, например, на "линии инструмента", следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

При обучении АРИЗ последовательный анализ постепенно заменяется параллельным: вырабатывается умение переносить идею ответа с одной линии на другую. Это - так называемое, "многоэкранное мышление": умение одновременно видеть изменения в надсистеме, системе и подсистемах.

ВНИМАНИЕ!

Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений. Возникают новые представления, с трудом отражаемые словами. Как, например, обозначить свойства краски растворяться, не растворяясь (красить, не крася...)?

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, не техническими, даже "детскими" словами, всячески избегая специальных терминов (они увеличивают психологическую инерцию).

ШАГ 3.3. Записать формулировку физического противоречия на макроуровне: оперативная зона в течении оперативного времени должна (указать физическое макросостояние), например, "быть горячей", чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и не должна (указать противоположное физическое макросостояние), например, "быть холодной", чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие или требование).

ВНИМАНИЕ!

При решении задачи по АРИЗ ответ формируется постепенно, как бы "проявляется". Опасно прерывать решение при первом намеке на ответ и "закреплять" еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца.

ШАГ 3.4. Записать формулировку физического противоречия на микроуровне: в оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. другое макросостояние).

ВНИМАНИЕ!

Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу. Итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу - физическую. В дальнейшем надо решать именно эту задачу.

ШАГ 3.5. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2: оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

ПРИМЕР

Нейтральные молекулы в столбе воздуха должны сами превращаться в свободные заряды при разряде молнии, а после разряда молнии свободные заряды должны сами превращаться в нейтральные молекулы.

Смысл новой задачи: на время разряда молнии в столбе воздуха - в отличие от окружающего воздуха - должны сами собой появляться свободные заряды; тогда столб ионизированного воздуха сработает как "молниеотвод" и "притянет" молнию к себе; после разряда молнии свободные заряды в столбе воздуха должны сами собой вновь стать нейтральными молекулами. Для решения этой задачи достаточно знать физику 9-го класса...

ШАГ 3.6. Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-2. Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ.

Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

**Лекция 14.Мобилизация и применение вещественно-полевых ресурсов (ВПР).**

Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

*Примечания.*

14.*Вещественно-полевые ресурсы (ВПР) - это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи.*

ВПР бывают трех видов:

1. Внутрисистемные:

а) ВПР инструмента;

б) ВПР изделия;

2. Внесистемные:

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например, вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты;

б) ВПР, общие для любой внешней среды, "фоновые" поля, например, гравитационные, магнитное поле Земли.

3. Надсистемные:

а) Отходы посторонней системы (если такая система доступна по условию задачи);

б) "Копеечные" - очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при минимальном расходовании ВПР. Поэтому целесообразно использовать, в первую очередь, внутрисистемные ВПР, затем внесистемные ВПР и, в последнюю очередь, надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач), целесообразно задействовать максимум различных ВПР.

*Примечание.*

15.*Как известно, изделие - неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, т. е. нецелесообразно менять при решении мини-задачи.*

*Но иногда изделие может:*

*а) изменяться само;*

*б) допускать расходование (т. е. изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т.д.);*

*в) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);*

*г) допускать использование микроуровневых структур;*

*д) допускать соединение с "ничем", т.е. с пустотой;*

*е) допускать изменение на время.*

*Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно легко менять, не меняя.*

*ВПР - это имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.*

Ранее - на шаге 2.3. - были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. Шаги 3.3. - 3.5. начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 4.1. Моделирование "маленькими человечками" (ММЧ).

Шаг 4.2. "Шаг назад от ИКР".

Шаг 4.3. Применение смеси ресурсных веществ.

Шаг 4.4. Замена имеющихся ресурсных веществ.

Шаг 4.5. Применение веществ, производных от ресурсных.

Шаг 4.6. Введение электрического поля.

Шаг 4.7. Введение пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле".

Правило 4. Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; частицы А выполняют действие 1, а частицы Б действие 2.

Правило 5. Введенные частицы Б можно разделить на две группы Б-1 и Б-2. Это позволяет "бесплатно" - за счет взаимодействия между уже имеющимися частицами Б - получить новое действие - 3.

Правило 6. Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А: одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.

Правило 7. Разделенные или введенные частицы после отработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

*Примечание.*

*16.Правила 4-7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ*.

ШАГ 4.1. Метод ММЧ.

а) используя метод ММЧ (моделирования "маленькими человечками" (ММЧ) построить схему конфликта;

б) изменить схему А так, чтобы "маленькие человечки" действовали, не вызывая конфликта;

в) перейти к технической схеме.

*Примечания.*

17.*Метод моделирования "маленькими человечками" (метод ММЧ) состоит в том, что конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число "маленьких человечков" (группа, несколько групп, "толпа"). Изображать в виде "маленьких человечков" следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).*

*18."Конфликтующие требования" - это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ, легче рисовать "конфликт" в модели задачи.*

Шаг 4.1(б) часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

ВНИМАНИЕ!

Здесь часто совершают ошибку, ограничиваясь беглыми, небрежными рисунками.

Хорошие рисунки:

а) выразительны и понятны без слов;

б) дают дополнительную информацию о ФП, указывая в общем виде пути его устранения.

Шаг 4.1. - вспомогательный. Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие ("что надо сделать") без физики ("как это сделать"). Благодаря этому снимается психологическая инерция, фокусируется работа воображения. Таким образом, ММЧ - метод психологический. Но моделирование "маленькими человечками" осуществляется с учетом законов развития технических систем. Поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВПР обязательно должна быть проведена.

ВНИМАНИЕ!

Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная - при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

ШАГ 4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод "шаг назад от ИКР". Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

ШАГ 4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

*Примечания.*

*19.Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества (в том виде, в каком они даны) задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.*

Шаг 4.3. состоит (в простейшем случае) в переходе от двух моновеществ к неоднородному бивеществу*.*

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества к однородному бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко (отражен в стандарте 3.1.1). Но в этом стандарте речь идет об объединении систем, а на шаге 4.3. рассматривается объединение веществ. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух "кусков" вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются границы между объединившимися системами. Так, если моносистема - лист, то полисистема - блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота). Отсюда шаг 4.4. - создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго - граничного вещества играет пустота. Правда, пустота - необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

ШАГ 4.4. Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

ПРИМЕР.

Смесь воздуха и пустоты - это воздух под пониженным давлением. Из курса физики 9-ого класса известно, что при уменьшении давления газа, уменьшается и напряжение, необходимое для возникновения разряда. Теперь ответ на задачу об антенне получен практически полностью.

Авторское свидетельство № 177 497: "Молниеотвод, отличающийся тем, что, с целью придания ему свойства радиопрозрачности, он выполнен в виде изготовленной из диэлектрического материала герметически закрытой трубы, давление воздуха в которой выбрано из условия наименьших газоразрядных градиентов, вызываемых электрическим полем развивающейся молнии".

*Примечание.*

20.*Пустота – исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полые и пористые структуры, пену, пузырьки и т.д.*

*Пустота – это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней. Так для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, для молекул отдельные атомы и т.д.*

ШАГ 4.5. Определить, решается ли задача применением веществ, производных от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с «пустотой»).

*Примечание.*

21.*Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные - их компоненты. Производными являются также вещества, образующие при разложении или сгорании ресурсные вещества.*

Правило 8. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Правило 9. Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по правилу 8, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Правило 10. При применении правила 8 простейший путь - разрушение ближайшего вышестоящего "целого" или "избыточного" (отрицательные ионы) уровня, а при применении правила 9 простейший путь - достройка ближайшего нижестоящего "нецелого" уровня.

*Примечание.*

*22.Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:*

*- минимальное обработанное вещество (простейшее техновещество, например, проволока);*

*- "сверхмолекулы": кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;*

*- сложные молекулы;*

*- молекулы;*

*- части молекул, группы атомов;*

*- атомы;*

*- части атомов;*

*- элементарные частицы;*

*- поля.*

Суть правила 8: новое вещество можно получить обходным путем разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему.

Суть правила 9: возможен и другой путь - достройка менее крупных структур.

Суть правила 10: разрушать выгоднее "целые частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

Правила 8-10: указывают эффективные пути получения производных ресурсных веществ из "недр" уже имеющихся или легко вводимых веществ. Правила наводят на физэффект, необходимый в том или ином конкретном случае.

ШАГ 4.6. Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействия двух электрических полей.

ПРИМЕР.

Известен способ разрыва труб скручиванием (а. с. №182671). При скручивании трубы приходится механически зажимать, это вызывает их деформацию. Предложено возбуждать крутящий момент в самой трубе – за счет электродинамических сил (а.с. №342759).

*Примечание.*

*23.Если использование ресурсных веществ - имеющихся и производных - недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны - подвижные (ток) или неподвижные. Электроны - "вещество", которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же, электроны - вещество в сочетании с полем, что обеспечивает высокую управляемость.*

ШАГ 4.7. Определить, решается ли задача применением пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле" (например, "магнитное поле - ферровещество", "ультрафиолет - люминофор", "тепловое поле - металл с памятью формы" и т.д.)

*Примечание.*

24. *На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3-4.5 относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 - частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят "посторонние" поля. Шаг 4.7 - еще одно отступление: вводят "посторонние" вещества и поля.*

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако, не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя "посторонние" вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличным ВПР.

**Лекция 15. Способы устранения физического противоречия.**

**ШАГ 5.3.** Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (таблица 2 "Разрешение физических противоречий").

**Правило 11.** Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

**ШАГ 5.4.** Применение "Указателя физэффектов".

§ 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ЯВЛЕНИЯ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Физический объект, подвергающийся воздействию, включает в себя широкий класс материальных тел (твердые, жидкие, газо­образные вещества, их сочетания, а также элементарные частицы, ионы, молекулы, атомы и т. д.).

Результат, собственно эффект, получается самый разнообраз­ный: электрический ток, движение, расщепление спектральных ли­ний, электромагнитное поле, изменение псевдоплотности жидкости, оптическая анизотропия и т. д. Взаимосвязь эффекта и воздей­ствия может быть выражена математической формулой.

Процесс сбора информации разбивают на три основных этапа: выявление эффекта; установление ограничений; выбор физиче­ской модели.

Собранную информацию о каждом физическом эффекте удобно систематизировать в виде таблицы (карты), содержащей следую­щие сведения:

название эффекта и его шифр;

физические объекты;

тип воздействия;

характеристика воздействия;

результат воздействия (эффект);

характеристика результата воздействия;

модель физического эффекта;

описание сущности физического эффекта (по литературным источникам);

применение физического эффекта (области техники, где он ис­пользуется или возможно его использование);

литература.

Результаты воздействия физических эффектов, имеющихся в фонде, позволяют сформулировать и составить список функций, ко­торые могут быть реализованы с их помощью (функции представ­лены в обобщенном виде: нагревание, расширение, колебание, электризация, перемещение и т. д.).

Наиболее простой и удобной формой справочника, применяе­мого в качестве инструмента в практическом изобретательстве, яв­ляется указатель, составленный в форме таблицы, он содержит ко­лонки с названием требуемого действия (например: понижение температуры) и с соответствующими ему названиями физиче­ских эффектов (например: эффект Ранка, магнитокалорический эффект и т. д.).

Вариант такого указателя представлен табл. 11. Успешно использовать его можно при хорошем знании физики, когда по названию эффекта понимают его сущность.

Указатель (табл. 11) позволяет решать прямые изобретатель­ские задачи и полезен на этапе поиска идеи решения после того, как сформулированы условия задачи, идеальный результат, выяв­лены техническое и физическое противоречия и определено в об­щем действие, необходимое для разрешения противоречия.

Таблица 11. Применение некоторых физических и физико-химических эффектов и явлений при решении технических задач

|  |  |
| --- | --- |
| Требуемое действие, свойство | Физическое явление, эффект, фактор, способ |
| Изменение темпе­ратуры | Тепловое расширение и вызванное им изменение собствен­ной частоты колебаний. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Термоэлектрические явления. Спектр излучения. Изменение оптических, электрических, магнитных свойств веществ. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена |
| Понижение тем­пературы | Фазовые переходы. Эффект Джоуля — Томсона. Эффект Ранка. Магнитокалорический эффект. Эффект Риги — Ледю-ка. Эффект Пельтье. Термоэлектрические явления. Явления переноса. Эффект Дюфура. Эндотермические реакции. |
| Повышение тем­пературы | Фазовые переходы. Эффект Джоуля—Томсона. Эффект Ранка. Магнитокалорический эффект. Эффект Риги — Ле-дюка. Эффект Пельтье. Термоэлектрические явления. Явле­ния переноса. Эффект Дюфура. Эндотермические реак­ции. |
| Стабилизация температуры | Фазовые переходы (в том числе переход через точку Кю­ри) |
| Индикация положения и переме­щения объекта | Введение меток-веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики) и потому легко обнаруживаемых. Отражение и испускание света. Фотоэффект. Деформация. Рентгеновское и радиоак­тивное излучение. Люминесценция. Изменение электрических и магнитных полей. Электрические разряды. Эффект Доп­лера. |
| Управление пе­ремещением объ­ектов | Действие магнитным полем на объект или на ферромагне­тик, соединенный с объектом. Действие электрическим по­лем на заряженный объект. Передача давления жидкостя­ми и газами. Механические колебания. Центробежные си­лы. Тепловое расширение. Световое давление |
| Управление дви­жением жидкости и газа | Капиллярность. Осмос. Эффект Томса. Эффект Бернулли. Волновое движение. Центробежные силы. Эффект Вайссен-берга. Эффект Соре |
| Управление по­токами аэрозолей (пыль, дым, туман) | Электризация. Электрические и магнитные поля. Давление света |
| Перемешивание смесей. Образование растворов | Ультразвук. Кавитация. Диффузия. Эффект Соре. Элект­рические поля. Магнитное поле в сочетании с ферромагнит­ным веществом. Электрофорез. Солюбилизация |
| Разделение смесей | Электро- и магнитосепарация. Изменение кажущейся плот­ности жидкости-разделителя под действием электрических и магнитных полей. Центробежные силы. Сорбция. Диф­фузия. Осмос. |
| Стабилизация положения объ­екта | Электрические и магнитные поля. Фиксация в жидкостях, твердеющих в магнитном и электрическом полях. Гироско­пический эффект |
| Силовое воздейст­вие. Регулирование сил. Создание больших давлений | Реактивное движение. Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество. Фазовые переходы. Тепловое расширение. Центробежные силы. Изменение гидростатиче­ских сил путем изменения кажущейся плотности магнитной или электропроводной жидкости в магнитном поле. Приме­нение взрывчатых веществ. Электрогидравлический эффект. Оптико-гидравлический эффект. Осмос |
| Изменение трения | Эффект Джонсона — Рабека. Воздействие излучений. Явле­ние Крагельского. Колебания |
| Разрушение объ­екта | Электрические заряды. Электрогидравлический эффект. Ре­зонанс. Ультразвук. Кавитация. Деформация. Эффект Ребиндера. Индуцированное излучение. Фазовые переходы. Температурный градиент. Быстропротекающие химические реакции. Взрыв. |
| Аккумулирование механической и тепловой энергии | Упругие деформации. Гироскопический эффект. Фазовые переходы. Энергия химических реакций |
| Передача энергии:  механической  тепловой  лучистой  электрической | Деформации. Колебания. Эффект Александрова. Волновое движение, в том числе ударные волны. Излучения. Тепло­проводность. Эффект Зеебека. Конвекция. Явление отраже­ния света (световоды). Индуцированное излучение. Элект­ромагнитная индукция. Сверхпроводимость. Энергия хими­ческих реакций |
| Установление взаимодействия между подвиж­ным (меняющимся) и неподвижным (неменяющимся) объектами | Использование электромагнитных полей. Использование потоков жидкостей и газов |
| Измерение раз­меров объекта | Измерение собственной частоты колебаний. Нанесение и считывание магнитных и электрических меток. Измерение электрического сопротивления и других электромагнитных параметров |
| Изменение раз­меров объектов | Тепловое расширение. Деформации. Магнитоэлектрострикция. Пьезоэлектрический эффект. Эффект термической па­мяти. Гидрирование металлов. Окисление. Фазовые пере­ходы |
| Контроль состоя­ния и свойств по­верхности | Электрические разряды. Отражение света. Электронная эмиссия. Муаровый эффект. Излучения |
| Изменение поверх­ностных свойств | Трение. Наклеп. Адсорбция. Диффузия. Эффект Баушингера. Термообработка. Электрические разряды. Механиче­ские и акустические колебания. Ультрафиолетовое излуче­ние. Химическая и химико-термическая обработка |
| Контроль состоя­ния и свойств в объеме | Введение меток-веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнети­ки), зависящие от состояния и свойств исследуемого ве­щества, Изменение удельного электрического сопротивления в зависимости от изменения структуры и свойств объекта. Взаимодействие со светом. Электро- и магнитооптические явления. Поляризованный свет. Рентгеновские радиоактив­ные излучения. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонансы. Магнитоупругий эффект. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Из­мерение собственной частоты колебаний объекта. Ультра­звук. Эффект Мсссбауэра. Эффект Холла |
| Изменение объ­емных свойств объекта | Изменение свойств жидкости (кажущейся плотности, вяз­кости) под действием электрических и магнитных полей. Введение ферромагнитного вещества и действие магнитным полем. Тепловое воздействие. Фазовые переходы. Ионизация под действием электрического поля. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучение. Деформация. Диффузия. Электрические и магнитные поля. Эффект Баушингера. Термоэлектрические, термомагнитные и магнитооп­тические эффекты. Кавитация. Фотохромный эффект. Внут­ренний фотоэффект. |
| Создание задан­ной структуры. Стабилизация структуры объекта | Интерференция волн. Стоячие волны. Муаровый эффект. Магнитные поля. Фазовые переходы. Механические и аку­стические колебания. Кавитация |
| Индикация элект­рических и маг­нитных полей | Осмос. Электризация тел. Электрические разряды. Пьезо и сегнетоэлектрические эффекты. Электреты. Электронная эмиссия. Электрооптические явления. Эффекты Гопкинса и Баркхаузена. Эффект Холла. Ядерный магнитный резонанс. Гиромагнитные и магнитооптические явления |
| Индикация из­лучения | Оптико-акустический эффект. Тепловое расширение. Фото­эффект. Люминесценция. Фотопластический эффект |
| Генерация элект­ромагнитного из­лучения | Эффект Джозефсона. Явление индуцированного излучения. Туннельный эффект. Люминесценция. Эффект Ганна. Эф­фект Черенкова. Эффект Зеемана |
| Управление элект­ромагнитными полями | Экранирование. Изменение состояния среды, например, уве­личение или уменьшение ее электропроводимости. Изме­нение формы поверхностей тел, взаимодействующих с поля­ми. Пинч-эффект |
| Управление потоками света. Модуляция света | Преломление и отражение света, Электро- и магнитоопти­ческие явления. Фотоупругость. Эффекты Керра и Фарадея. Эффект Ганка. Эффект Франца—Келдыша |
| Инициирование и интенсификация химических превращений | Ультразвук. Кавитация. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивные излучения. Электрические разряды. Удар­ные волны. Нагрев. Мицеллярный катализ |

Можно решать и обратную задачу («на применение»): для кон­кретного физического эффекта находят техническую задачу, в ко­торой с его помощью устраняется какой-либо недостаток, разре­шается техническое противоречие.

Например, автор электрогидравлического эффекта Л. А. Юткин значительную часть своей творческой жизни посвятил поиску тех­нических задач, решаемых на основе этого открытия. В настоящее время имеется огромное количество изобретений, основанных на эффекте Юткина, созданных как самим автором, так и другими исследователями (зарегистрировано более тысячи авторских сви­детельств).

При решении задач такого типа удобно пользоваться указате­лем эффектов, составленным в форме: «физический эффект—воз­можное применение, получаемое действие».

 ЧАСТЬ 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

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

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 6.1. Переход от физического ответа к техническому решению.

Шаг 6.2. Проверка формулировки задачи на сочетание нескольких задач?

Шаг 6.3. Изменение задачи.

Шаг 6.4. Переформулировка мини-задачи

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

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

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

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

ЧАСТЬ 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП

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

Рассмотрим более подробно выполнение шагов:

Шаг 7.1. Контроль ответа

Шаг 7.2. Предварительная оценка полученного решения

Шаг 7.3. Проверка формальной новизны

Шаг 7.4. Оценка возникнающих при внедрении идеи подзадач

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

**Примечание**

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

**ШАГ 7.2.** Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

а) Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?

б) Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?

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

г) Годится ли решение, найденное для "одноцикловой" модели задачи в реальных условиях со многими циклами?

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

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

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

**Лекция 16. Оформление результатов научного исследования.**

2.1. Выбор темы

Выбор темы для диссертации имеет исключительно большое значение. Практика показывает, что правильно выбрать те­му — это значит наполовину обеспечить успешное ее выпол­нение. При выборе темы очень важно учитывать общий стаж в избранной области знания, предыдущий "задел" в научном исследовании, сдачу экзаменов кандидатского минимума, нали­чие своих творческих идей, опыт выступлений в научных круж­ках или на собраниях специалистов с научными сообщениями, знание иностранных языков и т.п.

Немаловажное значение имеет и так называемый психоло­гический настрой начинающего исследователя. Одни из них смело готовятся преодолевать трудности аспирантуры или соискатель­ства ученой степени, хорошо понимая, что это вхождение в науку потребует большого напряжения творческих сил, иници­ативы и фантазии, организаторских способностей и профессио­нальных знаний. Другие как-то не уверены в себе и часто вы­сказывают мысль, что все в природе и обществе давно изучено и едва ли осталась для них какая-нибудь дельная тематика.

Диссертации, как известно, пишутся по-разному. Одни ис­ходят из чисто практических соображений, потому что надо по­лучить ученую степень, и работают над диссертацией только для этого. Они берут тему какую попало, лишь бы "защититься". Другие рассматривают диссертацию как возможность реализовать задуманную идею, которую они долго вынашивали, пока она не "созрела". Именно у таких людей наибольшие шансы выбрать хорошую тему, над которой они будут работать целеустремлен­но и с удовлетворением за полученные результаты.

При выборе темы кандидатской диссертации целесообразно брать задачу сравнительно узкого плана с тем, чтобы можно было ее глубоко проработать.

Многие видные ученые предлагают для исследования конк­ретные темы с "переднего края" науки и техники. Начинающему научному работнику, занятому поиском актуальной и социально значимой темы, необходимо прислушиваться к их советам.

Но если молодой ученый не может сам выбрать тему для диссертации, он вправе обратиться за консультацией в любое научное учреждение страны.

Выбрать тему диссертации соискателю могут помочь сле­дующие приемы:

1. Просмотр каталогов защищенных диссертаций и ознаком­ление с уже выполненными на кафедре диссертационны­ми работами.

2. Ознакомление с новейшими результатами исследований в смежных, пограничных областях науки и техники, имея в виду, что на стыке наук возможно найти новые и по­рой неожиданные решения. По определению академика А.Е.Ферсмана, "наука держится теми тесными связями, ко­торые она умеет установить с соседними дисциплинами, уме­лым заимствованием чужих методов, продуманным внедре­нием своих завоеваний и своих методов в другие науки".

3. Оценка состояния разработки методов исследования, прин­ципов конструирования машин и технологических приемов применительно к конкретной отрасли народного хозяйст­ва. При этом следует обращать внимание на возможность применения "чужих" методов, используемых в смежных об­ластях применительно к изучению "своей" области знания. 4. Пересмотр известных научных решений при помощи но­вых методов, с новых теоретических позиций, с привле­чением новых, существенных фактов, выявленных дис­сертантом. Выбор темы диссертации по принципу основа­тельного пересмотра уже известных в науке теоретиче­ских положений с новых позиций, под новым углом зре­ния, на более высоком техническом уровне широко при­меняется в практике научной работы. Существенную помощь в выборе темы оказывает ознаком­ление с аналитическими обзорами и статьями в специальной периодике, а также беседы и консультации со специалистами-практиками, в процессе которых можно выявить важные воп-

росы предпринимательской деятельности, еще мало изученные в теоретическом плане.

Выбрав тему, соискатель должен уяснить, в чем заключа­ется сущность предлагаемой идеи, новизна и актуальность этой темы, ее теоретическая новизна и практическая значимость. Это значительно облегчает оценку и окончательное закрепление вы­бранной темы.

*Говоря о новизне идеи (а следовательно, и темы),* нель­зя забывать известное положение, что не всякое новое обяза­тельно прогрессивно, так же как и не всякое старое консер­вативно. Но правильно подмечено: новое сильно тем, что оно обычно несет в себе все прогрессивное старого, поэтому за ним будущее.

Научная новизна применительно к самой диссертации — это признак, наличие которого дает автору право на исполь­зование понятия "впервые" при характеристике полученных им результатов и проведенного исследования в целом.

Понятие "впервые" означает в науке факт отсутствия по­добных результатов до их публикации. Впервые может прово­диться исследование на оригинальные темы, которые ранее не исследовались в той или иной отрасли научного знания.

Для большого количества наук научная новизна проявля­ется в наличии теоретических положений, которые впервые сформулированы и содержательно обоснованы, методических рекомендаций, которые внедрены в практику и оказывают существенное влияние на достижение новых социально-эконо­мических результатов. Новыми могут быть только те поло­жения диссертационного исследования, которые способствуют дальнейшему развитию науки в целом или отдельных ее на­правлений.

Научная новизна исторических исследований состоит во вве­дении в научный оборот новых не использованных ранее на­учных источников, в определении генезиса развития той или иной отрасли научного знания, во вскрытии закономерностей и основных путей развития той или иной науки.

При оценке *актуальности выбранной темы* следует знать, что актуальность применительно к диссертационным работам заключается в убеждении в том, что ранее подобных ра­бот не выполнялось. В прошлом одним из признаков актуаль­ности темы исследования была принадлежность ее к плану на­учно-исследовательской работы организации, в которой работает соискатель, или к государственному плану научно-исследова­тельской работы. В современных условиях этот признак утра­тил свою актуальность.

При оценке актуальности выбранной темы нельзя исходить из политической ситуации в стране или мире. Подлинная наука не терпит конъюнктурных подходов. Политизация при оценке актуальности в недавнем прошлом приводила подчас к сужению спектра направлений научных исследований, исключению из не­го тех направлений, которые не пользовались по каким-либо причинам поддержкой правящей партии, что приводило к не­объективности научных разработок.

Оценивая *практическую значимость выбранной темы,* следует знать, что эта значимость зависит от того, какой ха­рактер имеет конкретное научное исследование.

Если диссертация будет носить методологический характер, то ее практическая значимость может проявиться в публикации основных результатов исследования в монографиях, учебниках, научных статьях; в наличии авторских свидетельств, актов о внедрении результатов исследования в практику; апробации ре­зультатов исследования на научно-практических конференциях и симпозиумах; в использовании научных разработок в учебном процессе высших и средних учебных заведений; в участии в разработке государственных и региональных программ развития той или иной отрасли народного хозяйства; использовании ре­зультатов исследования при подготовке новых нормативных и методических документов.

Если диссертация будет носить методический характер, то ее практическая значимость может проявить себя в наличии научно обоснованных и апробированных в результате экспери­ментальной работы системы методов и средств совершенство­вания экономического, технического или социального развития страны. Сюда же относят исследования по научному обоснова­нию новых и развитию действующих систем, методов и средств того или иного вида деятельности.

Формы внедрения научных результатов методического ха­рактера могут быть весьма различны. Основные из них сле­дующие:

*—* предложения по совершенствованию систем социально-эко­номического, технического, политического, юридического и т.п. регулирования;

— рекомендации по совершенствованию экономического ме­ханизма, управления социальными процессами и т.д.;

— нормативные и методические документы, которые утвер­ждены или рекомендованы к использованию министерст­вами, государственными комитетами, ведомствами, объеди­нениями или другими заинтересованными организациями. Если предполагается, что будущее исследование будет обес­печивать научное обоснование путей оптимизации трудовых и материальных ресурсов или производственных процессов, т.е. но­сить сугубо прикладной характер, то его практическая значи­мость может проявляться в следующих формах:

— научного обоснования вариантов направлений, способов со­вершенствования условий и эффективности труда, основ­ных производственных и непроизводственных фондов, ма­териальных, топливно-энергетических ресурсов и других факторов социальной и экономической деятельности объ­единения, ведомства, организации;

— экономического обоснования мероприятий по использова­нию научно-технических достижений в различных областях науки и практики;

— обоснование предложений по использованию достижений научных разработок в практической деятельности предпри­ятий и организаций;

— решение отдельных проблемных вопросов при разработке научно-исследовательских тем, выполняемых госбюджетных и хоздоговорных научных работ;

— использование результатов исследования в разработках про­ектных институтов, проектно-конструкторских и других ор­ганизаций.

2.2. Составление индивидуального и рабочего планов

Совместная работа диссертанта и его руководителя начинается с составления *индивидуального плана* обучения в аспирантуре. Такой план является основным руководящим документом, ко­торый определяет специализацию, содержание, объем, сроки обу­чения студента в аспирантуре и формы его аттестации. В нем же формулируется тема диссертации, выполнение которой осу­ществляется по отдельному, так называемому рабочему плану.

Завершается работа над составлением индивидуального пла­на соискателя заполнением специального бланка.

В дальнейшем научный руководитель помогает составить со­искателю рабочий план его работы над диссертацией. В обя­занности научного руководителя входит также работа по со­ставлению календарного графика работы соискателя. Кроме то­го, научный руководитель:

— рекомендует необходимую литературу, справочные, стати­стические и архивные материалы и другие источники по теме;

— проводит систематические, предусмотренные расписанием беседы и консультации;

— оценивает содержание выполненной диссертации, как по частям, так и в целом;

— дает согласие на представление диссертации к защите. Таким образом, руководитель оказывает научную и мето­дическую помощь, систематически контролирует выполнение ра­боты, вносит определенные коррективы, дает рекомендации о целесообразности принятия того или иного решения, а также заключение о готовности работы в целом.

*Рабочий план* начинается с разработки темы, т.е. замысла предполагаемого научного исследования. Возможно, что в ос­нову такого замысла будет положена лишь гипотеза, т.е. пред­положение, изложенное как на основе интуиции (предчувствия), так и на предварительно разработанной версии (т.е. на сооб­щении чего-либо в целях предварительного объяснения). Но да­же и такая подстановка дела позволит систематизировать и упо­рядочить всю последующую работу.

Первоначально рабочий план только в основных чертах да­ет характеристику предмета исследования, однако в дальней­шем такой план может и должен уточняться, однако основная задача, стоящая перед работой в целом, должна оставаться не­изменной.

Рабочий план имеет произвольную форму. Обычно это план — рубрикатор, состоящий из перечня расположенных в столбик рубрик, связанных внутренней логикой исследования данной темы. Такой план используется на первых стадиях ра­боты, позволяя "эскизно" представить исследуемую проблему в различных вариантах. Отдельные рубрики плана желательно

писать на отдельных карточках (или полосках бумаги). Это по­зволит в результате ряда механических перестановок найти на­иболее логичную и приемлемую для данного исследования схе­му их расположения.

На более поздних стадиях работы составляют план-проспект, то есть такой план, который представляет собой реферативное изложение расположенных в логическом порядке вопросов, по которым в дальнейшем будет систематизироваться весь собран­ный фактический материал. Желательность составления плана-проспекта определяется тем, что путем систематического вклю­чения в такой план все новых и новых данных его можно до­вести до окончательной структурно-фактологической схемы дис­сертационной работы.

Таким образом, на следующем этапе планирования диссер­тационного исследования составляется уточненный рабочий план со всеми подробностями и наибольшей конкретизацией заданий.

Соискателю необходимо уяснить очередность и логическую последовательность намеченных работ. При организационной оче­редности задания выполняются в зависимости от наличия воз­можности и порядок исполнения их может измениться с тем, однако, условием, чтобы за определенный период работы они все были выполнены.

Логическая последовательность диктует раскрытие существа задачи. Пока не изучен первый раздел, нельзя переходить ко второму. Важно научиться находить в любой работе главное, решающее, на чем следует сосредоточить в данное время все внимание. Это позволит найти и оптимальные решения пла­нируемых заданий.

Такой методический подход приводит к необходимости уче­та стратегии и тактики научного исследования. Это значит, что исследователь определяет общую генеральную цель в своей ра­боте, формулирует центральную задачу, выявляет все доступ­ные резервы для выполнения замысла и идеи, выбирает не­обходимые методы и приемы действий, находит наиболее удоб­ное время для выполнения каждой операции.

В творческом исследовании план всегда имеет динамический, подвижный характер и не может, не должен связывать развитие идеи и замысла исследователя, при сохранении какого-то чет­кого и определенного научного направления в работе.

С учетом специфики творческого процесса план исследова­ния должен предусматривать все, что можно заранее предвидеть. Конечно, в науке возможны и случайные открытия, но нельзя строить    научное исследование, ориентируясь на случай­ности.

Прочные знания и трезвый, всесторонний учет возможных обстоятельств при решении сложной научной задачи открывают дорогу научному предвидению, творческой деловой фантазии. Научное исследование не может вестись без плана. Только пла­новое исследование позволяет надежно скрывать, шаг за шагом глубоко познавать новые объективные закономерности во всей окружающей действительности.

2.3. Библиографический поиск литературных источников

Знакомство с опубликованной по теме диссертации литературой начинается с разработки идеи, т.е. замысла предполагаемого на­учного исследования, который, как уже указывалось ранее, на­ходит свое выражение в теме и рабочем плане диссертации. Такая постановка дела позволяет более целеустремленно искать литературные источники по выбранной теме и глубже осмыс­ливать тот материал, который содержится в опубликованных в печати работах других ученых, ибо основные вопросы про­блемы почти всегда заложены в более ранних исследованиях.

Далее следует продумать порядок поиска и приступить к составлению картотеки (или списка) литературных источников по теме. Хорошо составленная картотека (список) даже при бег­лом обзоре заглавий источников помогает охватить тему в це­лом. На ее основе возможно уже в начале исследования уточ­нить план.

Просмотру должны быть подвергнуты все виды источников, содержание которых связано с темой диссертационного иссле­дования. К ним относятся материалы, опубликованные в раз­личных отечественных и зарубежных изданиях, непубликуемые документы (отчеты о научно-исследовательских и опытно-кон­структорских работах, диссертации, депонированные рукописи, отчеты специалистов о зарубежных командировках, материалы зарубежных фирм), официальные материалы.

Состояние изученности темы целесообразнее всего начать со знакомства с *информационными изданиями,* цель выпуска ко­торых оперативная информация как о самих публикациях, так и о наиболее существенных сторонах их содержания. Информационные издания в отличие от обычных библиографических изданий оперируют не только сведениями о произведениях пе­чати, но и идеями и фактами, в них заключенными.

Помимо оперативности публикации, их отличают новизна сообщаемой информации, полнота охвата источников и наличие справочного аппарата, позволяющего быстро систематизировать и отыскивать документы.

В настоящее время выпуском информационных изданий за­нимаются институты, центры и службы научно-технической ин­формации (НТИ), которые охватывают все отрасли народного хозяйства.

Сеть этих институтов и организаций в нашей стране объединена в Государственную систему научно-технической информации (ГСНТИ), которая осуществляет централизованный сбор и обработку основных видов документов (обработкой отечест­венной и зарубежной литературы по естествознанию и техническим наукам занимается ВИНИТИ, по—общественным— ИНИОН, патентной документации — НПО "Поиск"; отчеты о "HИР и OKP, защищенные диссертации обрабатывает ВНТИЦ, нормативно-техническую документацию —ВНИИКИ.

Основная масса пособий указанных выше институтов и ор­ганизаций четко подразделяется на три вида таких изданий:

библиографические, реферативные и обзорные.

*Библиографические издания* содержат упорядоченную со­вокупность библиографических описаний, которые извещают спе­циалистов о том, что издано по интересующему его вопросу. Библиографическое описание здесь выполняет две функции. С одной стороны, оно оповещает о появлении документа (сиг­нальная функция), а с другой — сообщает необходимые све­дения для его отыскания (адресная функция). Из библиогра­фических описаний составляют библиографические указатели и библиографические списки.

Библиографические указатели чаще всего носят сигнальный характер и состоят из перечня библиографических описаний ча­сто без аннотаций и рефератов. Эти издания с максимальной полнотой отражают отечественную и зарубежную литературу. Их отличают оперативность подготовки и сравнительно корот­кие сроки с момента выхода публикации до момента отраже­ния ее в указателе.

Наиболее значительным библиографическим указателем является "Сигнальная информация" (СИ) ВИНИТИ. Цель такого издания — быстро информировать специалистов о новых пуб­ликациях по мировой науке и технике. Именно на эти изда­ния возложена сейчас функция опережающего оповещения чи­тателей о только что вышедшей научной и технической ли­тературе. СИ представляет собой по преимуществу система­тические указатели, выпускаемые в виде бюллетеней, тема­тика которых охватывает почти все отрасли мировой науки и техники.

Отечественные и зарубежные публикации по медико-соци­альным, гигиеническим и клиническим дисциплинам отража­ются в СИ ВИНИТИ в специальной серии "Биология". Опера­тивность подготовки СИ исключительно высока — в среднем один-два месяца, периодичность выпуска — 24 номера в год.

*Реферативные издания* содержат публикации рефератов, включающих сокращенное изложение содержания первичных до­кументов (или их частей) с основными фактическими сведе­ниями и выводами. К реферативным изданиям относятся ре­феративные журналы, реферативные сборники, экспресс-инфор­мация, информационные листки.

Реферативные журналы в Российской Федерации по есте­ственным и техническим наукам издает ВИНИТИ под общим заголовком "Реферативный журнал" (РЖ). РЖ ВИНИТИ — ос­новное и самое распространенное в нашей стране реферативное издание, которое наиболее полно отражает всю мировую ли­тературу по естествознанию и технике, публикуя рефераты, ан­нотации и библиографические описания, составляемые на статьи, монографии, сборники.

*РЖ ВИНИТИ —* единое многосерийное издание, состоя­щее из сводных томов (в которые входят выпуски, издающиеся самостоятельными тетрадями) и из отдельных выпусков, не вхо­дящих в сводные тома. Периодичность их выхода в свет — 12 раз в год за исключением РЖ "Химия" и "Биологическая хи­мия", которые выходят 24 раза в год. Интервал с момента по­явления публикации до ее отражения в РЖ в среднем около четырех месяцев.

*Реферативные сборники* представляют собой периодиче­ские, продолжающиеся или непериодические издания, которые содержат рефераты неопубликованных документов. Их выпу­скают центральные отраслевые институты научно-технической информации и технико-экономических исследований. Такие из­дания носят обычно узкотематический характер.

*Экспресс-информация* (ЭИ) — это периодическое издание журнальной или листовой формы, которое содержит расширен­ные рефераты наиболее актуальных опубликованных зарубеж­ных материалов и неопубликованных отечественных докумен­тов, требующих оперативного освещения.

Наибольшую известность среди изданий рассматриваемого вида получила экспресс-информация ВИНИТИ, которая адре­суется работникам промышленности, научно-исследовательских учреждений, конструкторских и проектных организаций и ос­вобождает их от необходимости отбирать материалы среди ог­ромного числа публикаций в РЖ. Выпуски ЭИ рассылаются по подписке.

В ЭИ публикуются расширенные рефераты наиболее акту­альных журнальных статей, описаний патентов, отчетов о на­учных работах и других документов научно-технического ха­рактера. Рефераты содержат все основные данные первоисточ­ников, сопровождающиеся рисунками (графики, схемы, диаграм­мы, фотографии) и таблицами, а также теоретическими выклад­ками, вследствие чего необходимость обращения к оригиналу отпадает.

Периодичность выхода выпусков ЭИ различна. В ВИНИТИ периодичность каждой серии — четыре номера в месяц (48 но­меров в год). С момента получения оригинальной публикации до ее отражения проходит два-три месяца.

Потребность в информации, способствующей внедрению до­стижений науки и техники в производство, вызвала широкое распространение *информационных листков —* оперативных печатных изданий, которые содержат рефераты, отражающие информацию о передовом производственном опыте или науч­но-технических достижениях.

*К обзорным изданиям* относятся обзор по одной проблеме, направлению и сборник обзоров (для всесоюзных органов ин­формации). Обзоры обобщают сведения, содержащиеся в пер­вичных документах, являясь высшей ступенью их аналитико-синтетической переработки. Такие издания обычно сообщают о состоянии или развитии какой-либо отрасли науки или прак­тической деятельности, отражая все новое, что сделано в ней за определенное время.

Цель обзоров — обеспечить проведение научных исследо­ваний и опытно-конструкторских разработок на современном уров­не развития науки и техники, устранить параллелизм в работе научно-исследовательских организаций, помочь сделать правиль­ный выбор направления и методов разработки в определенной области.

Наиболее значительным обзорным изданием по естествозна­нию и технике является серия сборников ВИНИТИ "Итоги на­уки и техники" (ИНТ). Это издание обобщает и систематизирует сведения по материалам, опубликованным в соответствующих выпусках РЖ ВИНИТИ за один—три года. ИНТ издается се­риями по отраслям науки и техники и выходит томами с пе­риодичностью один-два раза в год. Каждый том содержит спи­сок литературы с указанием номеров рефератов. Серии ИНТ заняли прочное место в системе информационно-библиографи­ческих изданий.

В отличие от бюллетеней сигнальной информации и ре­феративных журналов, где помещаются библиографические описания и рефераты отдельных публикаций, серии ИНТ со­держат концентрированную обзорную информацию по актуаль­ным вопросам науки и техники, полученную в результате ана­лиза и оценки содержания большого числа публикаций по каж­дому вопросу. Цель выпуска таких серий — предоставлять спе­циалистам критически оцененную и обобщенную информацию проблемно-ориентировочного характера, знакомя их с содержа­нием наиболее важных публикаций с минимальными затратами времени. Это позволяет обеспечивать развитие научных иссле­дований и опытно-конструкторских разработок на современном уровне и устранять параллелизм в работе научно-исследователь­ских организаций.

Очень полезен для розыска материалов, не попавших в пе­чать, Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦентр), осуществляющий сбор, накопление и об­работку информации по всем видам непубликуемых исследо­вательских работ, проводимых в стране, и издающий по ним информационные издания реферативного и сигнального типа;

Всероссийский научно-исследовательский институт технической информации, классификации и кодирования (ВНИИКИ), изда­ющий информационные указатели литературы; Всероссийский научно-исследовательский институт патентной информации (ВНИИПИ), выпускающий оригинальные и собственные инфор­мационные издания по различным направлениям изобретатель­ства, в том числе сигнальные, библиографические и рефера­тивные издания.

Исследователям, работающим в области отраслевой науки, следует обязательно знакомиться с изданиями центральных от­раслевых органов информации, таких как Всероссийского инс­титута информации и технико-экономических исследований аг­ропромышленного комплекса. Всероссийского научно-исследова­тельского института информации и технико-экономических ис­следований по электронике (Информэлектро), Научно-информа­ционного центра "Информпечать".

Соискателю, ведущему разыскание литературных источни­ков, нельзя обойти вниманием библиографические указатели ли­тературы Государственной публичной научно-технической биб­лиотеки (ГПНТБ). Следует обращать внимание на издания Все­российской книжной палаты, которая выпускает библиографи­ческие указатели "Книжная летопись", "Летопись периодических и продолжающихся изданий", "Летопись газетных статей" и др.;

издания Российской государственной библиотеки; Всероссийской государственной библиотеки иностранной литературы, издающей различные библиографические указатели и картотеки.

Наряду с информационными изданиями органов НТИ для информационного поиска следует использовать *автоматизиро­ванные информационно-поисковые системы, базы и банки дан­ных.* Данные поиска могут быть использованы непосредственно, однако чаще всего они служат ступенью (ключом) к обнару­жению первичных источников информации, каковыми являются научные труды (монографии, сборники) и другие нужные для научной работы издания.

В связи с развитием научно-исследовательских работ и не­обходимостью детально анализировать литературу, выпущенную в предыдущие годы, все большее значение для исследователей приобретает *ретроспективная библиография,* назначением ко­торой является подготовка и распространение библиографиче­ской информации о произведениях печати за какой-либо пе­риод времени прошлого.

Эта библиография представлена широким кругом пособий. Среди них тематические указатели и обзоры, внутрикнижные и пристатейные списки литературы, каталоги отраслевых на­учно-технических издательств, персональная библиография вы­дающихся естествоиспытателей и инженеров, библиографические указатели по истории естествознания и техники.

Тематические указатели и обзоры — основная часть ретрос­пективных изданий по естествознанию и технике. Их готовят центральные научно-технические библиотеки, библиотеки ака­демий, научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, а также органы научно-технической информации. Ука­затели отражают литературу по какой-либо отрасли в целом или по ее разделу.

Особую группу ретроспективных общеотраслевых библиог­рафических пособий составляют указатели по техническим спра­вочникам. Издаются узкоспециальные ретроспективные библи­ографические указатели и обзоры. Они выпускаются научно-тех­ническими библиотеками научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, а также службами научно-тех­нической информации.

Лекция 17. Примеры решения инженерных творческих задач.

УРОВНИ ТВОРЧЕСТВА

Изобретательство — древнейшее занятие человека. Собственно, с изобретения первых орудий труда и начался процесс очеловечивания наших далеких предков. С тех пор были сделаны миллионы изобретений. Но вот что удивительно: изобретательские задачи становились все более сложными, а методы их решения почти не совершенствовались. Как правило, изобретатели шли к цели путем «проб и ошибок».

«Изобретатель не знает ни благоразумия, ни предусмотрительности, ни их младшей сестры — медлительности,— пишет французский исследователь Шарль Николь.— Он не исследует и не занимается софизмами. Он сразу бросается на неисследованную область и этим самым актом побеждает ее. Проблема окутанная туманом, которую обычный слабый свет не мог обнаружить, вдруг как бы озаряется светом молнии. И тогда рождается новое творение. Такой акт ничем не обязан ни логике, ни разуму».

Вот что говорит современный американский изобретатель Дж. Рабинов: «Было бы очень удобно, если бы изобретения были результатом логического и упорядоченного процесса. К сожалению, обычно это не так. Они представляются продуктом того, что психологи называют «интуицией» — неожиданной вспышки вдохновения, механизм которого лежит в глубинах человеческого разума».

Как и Николь, Рабинов не считает творческий процесс логическим. Однако в том, что говорит Рабинов, есть и свои оттенки. С точки зрения Николя, изобретатель прекрасно обходится без «благоразумия»: бросился на задачу — и победил. Рабинов рисует картину менее радужную и более близкую к действительности: бросился... и долго перебирал всевозможные варианты. И уж только потом победил.

Подобных высказываний можно привести множество, и все они — плод идеалистического мышления.

Выдающийся советский изобретатель Г. Бабат сравнивал творческую работу с восхождением на крутую гору: «Бредешь, отыскивая воображаемую тропинку, попадаешь в тупик, приходишь к обрыву, снова возвращаешься. И когда наконец после стольких мучений доберешься до вершины и посмотришь вниз, то видишь, что шел глупо, бестолково, в то время как ровная широкая дорога была так близка и по ней легко было взойти, если бы раньше ее знал».

Г. Бабат очень точно подметил характернейшую особенность творческого процесса: за «бестолковость» поисков приходится расплачиваться тромной затратой сил и времени. Не удивительно, что уже давно возникла мысль о необходимости как-то упорядочить поиски, найти правила выхода на «ровную и широкую дорогу», создать науку о решении творческих задач — эвристику.

Слово «эвристика» впервые появилось в трудах греческого математика Паппа Александрийского, жившего во второй половине III века нашей эры. Впоследствии о необходимости изучения творческого мышления говорили многие выдающиеся ученые, в том числе Лейбниц и Декарт. Постепенно накопилось множество наблюдений, свидетельствующнх, что какие-то эвристические правила действительно существуют. Укреплялась уверенность в принципиальной познаваемости творческих процессов, но изобретатели продолжали (и сегодня еще продолжают) работать методом «проб и ошибок».

Почему же эвристика за семнадцать веков ее существования не создала эффективных методов решения изобретательских задач?

Прежде всего потому, что эвристика с самого начала ставила слишком общую цель: найти универсальные правила, позволяющие решать любые творческие задачи во всех отраслях человеческой деятельности. Античная философия всегда стремилась к отысканию немногих «изначальных» элементов, пригодных для объяснения широкого круга явлений. Вспомним хотя бы учение Аристотеля, согласно которому вещество построено из пяти элементов: огня, воздуха, воды, земли и эфира. В таком же примерно духе мыслилось и выявление «всеобщих элементов» творчества.

Разумеется, всем видам творчества присущи некоторые общие признаки. Но, ограничиваясь рассмотрением только этих универсальных (и в значительной мере внешних) признаков, трудно продвинуться дальше самых первоначальных представлений.

Примечательны в этом отношении работы П. Энгельмейера. Использовав богатый фактический материал, этот талантливый русский исследователь предложил следующую схему творческого процесса.

Первый акт — акт интуиции и желания. Происхождение замысла.

Второй акт — акт знания и рассуждения. Выработка схемы или плана. Третий акт — акт умения. Конструктивное выполнение изобретения.

В принципе все верно: каждый творческий процесс включает замысел (постановку задачи), нахождение новой идеи (решение задачи) и разработку этой идеи (конструктивное ее воплощение). Но схема настолько неконкретна, что практически ничего не дает изобретателю.

Справедливости ради, надо отметить, что П. Энгельмейер, как и многие другие исследователи, не задавался целью создать практически работоспособную систему решения изобретательских задач. Вплоть до недавнего времени считалось, что производство изобретений вполне удовлетворяет спрос. Какая, в сущности, разница, сколько попыток сделал изобретатель, если в конце концов задача успешно решена?

«Индустрия изобретений» работала прадедовскими методами, но с заданием справлялась. Стоит ли удивляться, что разработка эвристики шла довольно вяло? Положение осложнялось еще и тем, что проблему пытались решать с позиций узкой специализации. Историки техники, как правило, полностью игнорировали психологические особенности творческого процесса. А психологи, в свою очередь, не учитывали объективные закономерности исторического развития науки и техники, их интересовали главным образом индивидуальные творческие особенности выдающихся ученых и изобретателей. Так, в 1926 году американские психологи С. Кокс и Л. Термен опубликовали работу под примечательным названием «О ранних умственных чертах 300 гениев». Впоследствии Л. Тсрмен и М. Идеи на протяжении 25—30 лет изучали судьбу 1000 наиболее одаренных учащихся и написали трехтомное «Исследование гениальности».

Сами изобретатели долгое время также не стремились «прояснить» творческий процесс. Изобретателей было немного, ореол исключительности явно импонировал большинству из них. В двадцатых годах американский психолог Росман провел анкетный опрос изобретателей. Был, в частности, задан и такой вопрос: «Считаете ли Вы, что изобретательские способности прирожденные или изобретательству можно учиться?» Семьдесят процентов изобретателей ответили: «Научиться изобретать нельзя. Чтобы стать изобретателем, нужно иметь природные дарования». При этом никто из отвечавших на анкету Росмана не мог толком объяснить, в чем же они состоят, эти природные дарования.

Вскоре после этого опроса (в 1931 году) появилась книга Росмана «Психология изобретателя». В ней говорилось: «Мы в настоящее время практически ничего не знаем о психологическом процессе, создающем изобретение. Мы не знаем ни условий, благоприятных для создания и изобретения, ни особенностей и характерных черт изобретателя».

Собрав множество интересных фактов, Росман не выявил сути изобретательского творчества. Выводы Росмана скромны: он ограничился приближенной схемой творческого процесса. Выглядит эта схема так:

1. Усмотрение потребности или трудности.

2. Анализ этой потребности или трудности.

3. Просмотр доступной информации.

4. Формулировка всех объективных решений.

5. Критический анализ этих решений.

6. Рождение новой идеи.

7. Экспериментирование для подтверждения правильности новой идеи.

В свое время Юлий Цезарь, завоевав Вифинию, сообщил об этом в Рим тремя словами: «Пришел, увидел, победил». Представьте себе, что, основываясь на этом историческом факте, кто-то изложил бы принципы военного искусства так: «Первая фаза — пришел. Вторая — увидел. Третья — победил...» А ведь нечто подобное этому и представляет собой схема Росмана: она перечисляет в хронологическом порядке основные этапы работы над изобретением, и только. При этом в один ряд поставлены совершенно различные процессы, например просмотр информации и рождение идеи изобретения. Получить информацию можно в библиотеке, тут все просто. Но как сделать, чтобы идея «родилась», и притом здоровой и сильной?.. Росман не смог ответить на этот вопрос, технология изобретательства осталась нераскрытой.

В 1934 году был опубликован первый том книги советского психолога П. Якобсона «Процесс творческой работы изобретателя». Критически рассмотрев выводы Росмана, П. Якобсон предложил свою схему творческого процесса. По этой схеме работа над изобретением также состоит из семи стадий:

1. Период интеллектуально-творческой готовности.

2. Усмотрение потребности.

3. Зарождение идеи-задачи.

4. Поиски решения.

5. Получение принципа изобретения.

6. Превращение принципа в схему.

7. Техническое оформление и развертывание изобретения.

Как легко заметить, эта схема во многом похожа на предложенную Росманом. Но в книге П. Якобсона отчетливее выражена мысль о необходимости вскрыть законы технического творчества и создать научно обоснованную методику решения изобретательских задач. Предполагалось, что во втором томе П. Якобсон изложит суть этой методики. Однако второй том так и не был написан, хотя П. Якобсон продолжал в дальнейшем публиковать другие работы в области психологии.

К середине тридцатых годов на полках патентных библиотек скопились описания миллионов изобретений. Изобретательство в нашей стране приобретало все более массовый характер. Становилось очевидным: нужна научная методология творчества. Однако в силу целого ряда причин и неблагоприятных обстоятельств в течение последующих двадцати лет новые работы по технологии изобретательства почти не публиковались. А старые теории, расплывчатые и практически неработоспособные, уже не годились. Тем более они непригодны теперь, в период бурного развития научно-технической революции, когда, как сказано и отчетном докладе Центрального Комитета КПСС XXIV съезду партии, «наиболее слабыми являются звенья, связанные с практической реализацией достижений науки, с их внедрением в массовое производство». А ведь достижения науки входят в производство именно через изобретения.

\* \* \*

В 1944 году американский математик Д. Пойа писал об эвристике: «...так называлась не совсем четко очерченная область исследования, относимая то к логике, то к философии, то к психологии. Она часто охарактеризовывалась в общих чертах, редко излагалась детально и, по существу, предана забвению в настоящее время».

История эвристики вообще состоит из недолгих приливов, разделенных куда более продолжительными отливами. Каждый прилив обогащал эвристику новыми надеждами и новой терминологией. Однако вскоре оказывалось, что надежды не спешат оправдываться, а за новыми терминами стоят старые и крайне расплывчатые идеи. Тогда начинался отлив.

Возникновение кибернетики на первых порах усилило очередной отлив эвристики. В электронной вычислительной технике господствовал принцип последовательного перебора вариантов. Популярная и внешне убедительная аналогия между работой вычислительной машины и работой мозга укрепила мнение, что изобретательские задачи должны обязательно решаться путем «проб и ошибок».

Электронные вычислительные машины совершенствовались, и к концу 50-х годов стало ясно, что сплошной перебор вариантов — даже при колоссальном быстродействии — не годится для решения творческих задач. Пришлось вспомнить об эвристике. Возникла идея эвристического программирования: пусть машины не перебирают подряд все варианты, а по определенным правилам отбирают относительно небольшое количество вариантов, достаточное для решения.

В 1957 году американские исследователи А. Ньюэлл, Дж. Шоу и Г. Саймон опубликовали эвристическую программу под названием «Общий решатель проблем». Терминология была новая, с кибернетическим акцентом, а идея старая: создать универсальные правила решения творческих задач. Однако «решатель проблем» оказался весьма специализированным: он был пригоден в основном для доказательства теорем математической логики. А. Ньюэлл попытался использовать «Общий решатель» для игры в шахматы — ничего не получилось. Об изобретательских задачах и говорить не приходится: они заведомо были не под силу «Общему решателю».

Впоследствии А. Ньюэлл, Дж. Шоу и Г. Саймон создали специальную шахматную программу. Но при этом пришлось отказаться от традиционных для эвристики поисков универсальных правил. Исследователи обратились к изучению объективных закономерностей шахматной игры. Имеется хорошо разработанная шахматная теория — она и была положена в основу программы.

Казалось бы, найден верный путь: создавая эвристические программы, надо основываться на объективных закономерностях, действующих в данной области. Однако современная эвристика без особого энтузиазма осваивается с этой мыслью. Дело в том, что в шахматах была готовая теория, были учебники с правилами, обобщениями, советами, были многочисленные анализы сыгранных партий. Не будь всего этого, пришлось бы проделать в тысячи раз более сложную работу: сначала создать теорию, а уж потом, опираясь на эту теорию, разработать эвристическую программу игры. Именно поэтому сегодняшняя эвристика ничего не может предложить изобретателям.

\* \* \*

Разделяя творческий процесс на отдельные стадии, Росман и другие исследователи не учитывали, что каждая стадия может проходить на качественно отличающихся уровнях.

Это типично для исследований, посвященных изобретательскому творчеству. Изобретения рассматриваются «вообще», хотя на самом деле они представляют собой множество весьма отличающихся друг от друга объектов.

Сравним два конкретных изобретения:

|  |  |
| --- | --- |
| Авторское свидетельство № 166584  Приспособление для открывания бутылок, выполненное в виде укрепленного на рукоятке захвата, отличающееся тем, что с целью открывания бутылок, укупоренных полиэтиленовыми пробками, захват выполнен и виде скобы подковообразной формы с загнутым внутрь ее по всему периметру бортиком с фаской. | Авторское свидетельство № 123209  Способ усиления электромагнитных излучений (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного и радиодиапазонов волн), отличающийся тем, что усиливаемое излучение пропускают через среду, в которой с помощью вспомогательного излучения или другим путем создают избыточную, по сравнению с равновесной, концентрацию атомов, других частиц или их систем на верхних энергетических уровнях, соответствующих возбужденным состояниям. |

Безусловно, в обоих случаях творческий процесс должен проходить, через одни и те же стадии (в каждом деле есть начало, середина и конец). Но существует очевидная качественная разница между «усмотрением потребности» в механизации извлечения полиэтиленовых пробок и «усмотрением потребности» в создании индуцированного излучателя (лазера). Столь же очевидная качественная разница должна быть и в механизме «рождения новой идеи» в двух этих изобретениях.

Я опросил подряд 29 человек в возрасте от 12 до 46 лет — все они за 2—5 минут находили идею механизма для открывания пластмассовых пробок. Привожу запись решения задачи моим сыном (12 лет):

«Экспериментатор. Нужно придумать открывалку для пластмассовых пробок. Штопор не годится. Острая штуковина, которой открывают металлические пробки, тоже не годится. Для пластмассовых пробок нужна какая-то другая открывалка.

Испытуемый. Мама открывает ножом.

Экспериментатор. Ножом неудобно. Нужна специальная открывалка.

Испытуемый. Можно ножницами.

Экспериментатор. А почему ножницами лучше?

Испытуемый. Ну, нож захватывает пробку только с одной стороны, а ножницы — с двух сторон.

Экспериментатор. А как сделать еще лучше?

Испытуемый (с энтузиазмом). Надо захватить с трех сторон! (Примечание: это и есть «скоба подковообразной формы» по авторскому свидетельству № 166584.)

Экспериментатор. Но все-таки нужна специальная открывалка.

Испытуемый. Ну такое лезвие, чтобы хватало пробку с трех сторон (показывает пальцами). А сверху прицепить ручку».

Чтобы разобраться в технологии изобретательского творчества, необходимо рассмотреть изобретательскую деятельность с учетом многообразия уровней на каждом этапе творческого процесса.

Этим мы и займемся.

На стр. 32 приведена структурная схема творческого процесса. Этапы обозначены на ней буквами (А, Б, В, Г, Д, Е), уровни — цифрами (1, 2, 3, 4, 5). Каждая стадия может быть пройдена на одном из пяти уровней.

В дальнейшем мы детальнее рассмотрим, чем отличаются уровни. А пока с некоторым приближением можно считать характерным:

для первого уровня: использование готового объекта без выбора или почти без выбора;

для второго уровня: выбор одного объекта из нескольких;

для третьего уровня: частичное изменение выбранного объекта;

для четвертого уровня: создание нового объекта (или полное изменение исходного);

для пятого уровня: создание нового комплекса объектов.

Приведем несколько конкретных примеров изобретений разного уровня.

Первый уровень

Авторское свидетельство № 157356: «Защитный колпак к баллонам для сжатых, сжиженных и растворимых газон, отличающийся тем, что, с целью значительного снижения стоимости и экономии металла, колпак выполнен из пластмассы и снабжен ребрами жесткости на внутренней поверхности».

Взята готовая задача (призыв к экономии металла содержится и любом темнике). Использованы готовая поисковая концепция (надо заменить металл чем-нибудь подешевле) и готовое решение (выполнить колпак из пластмассы). Никакой специальной информации собирать не пришлось (пластмассовые колпаки широко применяются и термосах). Конструкция тоже готовая (ребра жесткости и я внутренней поверхности колпака) и потому не требующая доводки при внедрении.

Авторское свидетельство № 262335: «Сифон для перекачивания жидкого металла, включающий Л-образную трубу с газопроницаемой керамической пробкой и штуцером для соединении с вакуум-насосом, всасывающий конец которой выполнен я виде горизонтального патрубка, отличающийся тем, что, с целью повышения чистоты перекачиваемого металла путем установки сифона над уровнем осадка и емкости, всасывающий конец сифона снабжен упором".

Чтобы трубка не опускалась на дно, приделана подставка: тривиальная задача и тривиальное решение.

Второй уровень

Авторское свидетельство № 210662: «Индукционный электромагнитный насос. содержащий корпус, индуктор к канал, отличающийся тем, что, с целью упрощения запуска насоса, индуктор выполнен скользящим вдоль оси канала насоса».

Электромагнитный насос известен давно — это труба и индуктор (электромагнит), выполненный в виде кольца, охватывающего трубу. В рабочем положении конец трубы опущен в металл, а индуктор находится выше уровня металла. Но для запуска насоса нужно сначала втянуть металл до уровня индуктора, и тут возможны различные решения: поставить в нижней части вспомогательный (пусковой) индуктор; перед началом работы заливать металл сверху; опускать трубу с индуктором вниз и т. д. Выбрано одно решение (вероятно, лучшее): опускать в начале работы индуктор (не опуская самой трубы), «захватывать» металл и поднимать его вверх, до уровня, соответствующего рабочему положению индуктора.

Это изобретение второго уровня: стадия Г пройдена на втором уровне.

Третий уровень

Авторское свидетельство № 163487: «Способ перекрытия светового пучка с использованием взрывного затвора, например при скоростной киносъемке, отличающийся тем, что, с целью многократного использования одного и того же прерывателя светового пучка, взрыв или искровой разряд производят в жидкости, помещенной между двумя защитными стеклами так, чтобы ее свободная поверхность в спокойном состоянии касалась светового канала оптической системы».

Известный способ взрывного перекрытия светового пучка состоит в разрушении стекла. Понятно, что при этом прерыватель может быть использован только один раз. Изменение агрегатного состояния прерывателя обеспечивает появление нового качества: жидкостный прерыватель может быть использован многократно. Стадии Г и Д пройдены на третьем уровне.

Среди изобретений третьего уровня много таких, в которых новый эффект достигается изменением агрегатного состояния.

Авторское свидетельство № 256956: «Способ удаления внутренностей у рыбы, отличающийся тем, что, с целью повышения качества зачистки брюшной полости, внутренность намораживают на охлаждаемый элемент, имеющий температуру от —5 до —50°С».

Четвертый уровень

Авторское свидетельство № 163559: «Способ контроля породоразрушающего инструмента, например буровых долот, отличающийся тем, что, с целью упрощения контроля, в качестве сигнализатора износа применяют монтируемые в, тело долота ампулы с резко пахнущими химическими веществами, например с этилмеркаптаном».

Это изобретение четвертого уровня: здесь предлагается новый («запаховый») способ контроля, а не совершенствуется старый.

Авторское свидетельство № 187135: «Система испарительного охлаждения электрических машин, отличающаяся тем, что, с целью исключения необходимости подвода охлаждающего агента к машине, активные части и отдельные конструктивные элементы ее выполнены из пористых порошковых сталей, пропитанных жидким охлаждающим агентом, который при работе машин испаряется и таким образом обеспечивает кратковременное интенсивное и равномерное ее охлаждение».

Обычные системы охлаждения действовали извне — и потому были громоздкими и неэффективными. В авторском свидетельстве № 187135 впервые предложено заранее запасать хладоагент внутри металла.

Пятый уровень

Авторское свидетельство № 70000: «Способ получения порошков металлов, сплавов и других токопроводящих материалов, отличающийся тем, что, с целью использования при замыкании цепи электродинамических сил для вырывания из электродов порций диспергируемого материала и выбрасывания их в окружающую среду, подлежащие диспергированию материалы включены в качестве электродов в цепь электрического колебательного (разрядного) контура, который настроен так, что он работает в области искрового разряда (в области нестационарного электрического разряда)».

С этого изобретения началась вся история электроискровой обработки материалов.

\* \* \*

Конечно, стадии и уровни могут быть детализированы. Однако качественные отличия между уровнями намного важнее количественных отличий в пределах одного уровня.

Поясним это аналогией. Невозможно изучать вещество, например воду, «вообще». Существуют качественно отличные «уровни» воды—лед, жидкая вода, пар. Это вещества с разными свойствами, они (вещества) подчиняются разным закономерностям. Конечно, существуют отличия и в пределах одного уровня: вода при 4° отличается от воды при 99°, а пар при температуре закритиче-ской отличается от пара с докритической температурой. Но при структурном анализе (во всяком случае, на его первом этане) внутриуровневые отличия не играют существенной роли.

Вероятно, у читателя уже возник вопрос: а каково соотношение между количествами изобретений первого и, например, пятого уровней?

Я проанализировал изобретения но 14 классам за 1965 и 1969 годы. Анализ дал следующее соотношение (%):

1-й уровень.......................32

2-й уровень ......................45

3-й уровень .......................19

4-и уровень ........ Менее 4

5-и уровень ........ Менее 4

Следовательно, 77%) зарегистрированных (признанных) изобретении фактически представляют лишь новые конструкции. В принципе каждый инженер должен уметь делать изобретения на двух первых уровнях. В этом диапазоне не приходится иметь дело с выработкой новых задач, новых технических идей и т. д., для успешной работы достаточны те знания и навыки, которыми обязан обладать каждый современный инженер. С другой стороны, высшие подуровни пятого уровня связаны с использованием новых открытий. Для современного изобретательского творчества типичен, таким образом, диапазон третьего уровня до середины пятого уровня. Количественно это менее 1/4 регистрируемых изобретений. Но именно эти изобретения обеспечивают качественное изменение техники.

\* \* \*

Разницу между уровнями (на стадии Г) можно охарактеризовать так: на первом уровне число проб и ошибок, необходимых среднему инженеру для отыскания решения, измеряется единицами, на втором уровне — десятками, на третьем — сотнями, на четвертом — тысячами и десятками тысяч, на пятом — сотнями тысяч, миллионами. На верхних ступенях пятого уровня пробы можно продолжать до-бесконечности, поскольку среди "спрятанных» решений еще нет нужных (нет открытий, которые позволили бы решить данную изобретательскую задачу).

Психологи довольно точно разобрались в механизме нетления на первом и втором уровнях (поскольку этот механизм не отличается от нетворческого мышления): идет перебор вариантов, негодные варианты отбрасывается, каждый отброшенный вариант проясняет задачу, перестраивая ее условия.

Трудности для традиционной психологии возникают при раскрытии механизма творчества на более высоких уровнях. Теоретически число подлежащих перебору вариантов очень велико, но не вызывает никаких сомнении, что изобретатель не перебирает их все подряд, а каким-то образом сужает число проб и ошибок: из 100000 возможных проб изобретатель эвристически выделяет «участок», скажем, со 100 пробами. Решающее значение имеет механизм этого выделения, дальше действует обычный перебор.

Вся эвристика (в значительной, мере и психология творческого мышления) построена на надежде выявить механизм перехода от 100000 вариантов к 100. Эксперименты в этом направлении столь же стары, как и сама эвристика. И столь же безрезультатны.

Ошибочно исходное положение. Никаких эвристических механизмов перехода от «большого поискового поля» (сотни тысяч попыток) к «малому, но нужному участку» (сотни попыток) не существует. Хотя задачу, требующую 100000 проб, изобретатель действительно решает всего 100 пробами.

Кажущееся противоречие объясняется тем, что психологи рассматривают действия одного человека, а задачи высших уровней решаются последовательными усилиями многих людей.

Представим себе, что клад спрятан в поле площадью 100000 м2. В течение нескольких поколений последовательно на поле работали 1000 человек. Каждый вел раскопки на участке в 200 м2 (участки часто перекрывают друг друга). Постепенно выяснились области, где бесполезно копать, но все равно там копали... Наконец появляется 1001-й искатель. Он уже знает, где заведомо не надо копать — за полвека это выяснили его предшественники. Он выбирает некопаный участок — и находит клад. Тут появляется психолог: «Скажите, как вам удалось найти клад с такого небольшого числа попыток?» А ведь все просто: остальные участки были раскопаны, полувековая работа сузила громадное поисковое поле до скромного участка.

В качестве конкретного примера рассмотрим изобретение компактного вариатора.

Вариатор - бесступенчатая коробка передач. Возможность плавного регулирования числа оборотов исключительно важна для машиностроения и ряда других отраслей техники. Поиски наилучшего вариатора ведутся во многих странах с начала XX столетия.

С 1945 года над этой проблемой работал изобретатель Е. И. Пирожков под руководством доктора технических наук Г. Г. Баранова. Ранее Е. И. Пирожков изобрел небольшой гидравлический вариатор (а. с. № 70842). Таким образом, налицо идеальные условия: действует человек, уже имеющий изобретательский опыт, а за его действиями следит известный ученый.

Как же протекала работа?

Вот ее описание, взятое из журнала «Изобретатель и рационализатор» (№ 7, 1969г.):

«Было выполнено несколько серьезных научно-исследовательских работ. Изучено колоссальное количество отечественной и зарубежной литературы. По «косточкам» разобраны конструкции практически всех вариаторов и выявлены сильные и слабые стороны каждого. Это был титанический, не прекращающийся ни на один день труд. Несмотря на успех своего изобретения, Пирожков понял, что гидравлические передачи так же, как и пневматические и электрические, страдают одним существенным недостатком, исправить который нельзя...

...Среди специалистов мало кто обращал внимание на фрикционные передачи. Многих отпугивали их бьющие в глаза недостатки. Например, вариаторы, работающие всухую, очень ненадежны... фрикционные тела проскальзывают... приходится очень сильно сжимать контактирующие пары. Силы, возникающие при этом (до нескольких десятков тонн!), быстро разрушают валы и подшипники.

Интересно также, что в свое время считалось, будто колеса паровоза и рельсы надо делать зубчатыми. Иначе локомотив не сдвинется с места. Очевидно, с тех пор и осталось предубеждение против фрикционных передач. А ведь у них есть прекрасные качества...

...Пирожков оценил это. Если избавиться от недостатков или хотя бы свести их к минимуму, то фрикционным передачам не будет равных.

Это оказалось возможным благодаря простой, но чрезвычайно остроумной идее: если силы, действующие на сателлит, перераспределить так, чтобы они образовали замкнутый многоугольник, то их сумма будет равна нулю. Тогда промежуточное тело будет находиться в равновесии, а вал и подшипники разгрузятся. Вся сложность заключается в том, что в любом вариаторе одна из сил меняет свое положение. Значит, надо найти такую, далеко не всякую и одновременно простую форму промежуточного тела, которая позволила бы уравновесить сателлит. Выяснилось, что приемлемая форма его — сочетание двух усеченных конусов.

...Решение это пришло неожиданно.

Пирожков уехал в командировку, вырвавшись из текучки преподавательских работ, отчетов, докладов. И в поезде мелькнула вдруг та редкая и счастливая мысль, которую, по выражению Эйнштейна, не надо даже записывать. Схема нового вариатора стояла перед глазами. Это было в 1952 году. Прошло семь лет напряженного труда с тех пор, как Пирожков впервые столкнулся с проблемами вариаторостроения...»

Проанализируем теперь ход этой семилетней работы.

Существовало обширное поисковое поле, на котором уже полвека работали тысячи людей. Изобретатель начал с участка, который был связан с его личным опытом: попытался усовершенствовать гидравлические вариаторы. Попытки оказались безуспешными, и участок поисков начал дрейфовать по поисковому полю. Одновременно собиралась информация о поисковых участках других изобретателей. Это чрезвычайно важная особенность реального изобретательского творчества, которая полностью пропадает при психологическом моделировании творческих процессов. Психолог, следи он за Е. И. Пирожковым, зарегистрировал бы его личные пробы и не учел бы пробы других изобретателей. Между тем дрейф поискового участка, в пределах которого вел пробы Е. П. Пирожков, корректировался информацией с других участков. Займись изобретатель этой задачей лет па 30—40 раньше, информации с других участков не было бы, вся картина поисков выглядела бы совершенно иначе.

В оценке подобных ситуаций сейчас все поставлено с ног на голову. Если изобретатель решил задачу, которую не смогли решить тысячи его предшественников за полстолетия, говорят: тут должны быть выдающиеся изобретательские способности. И не учитывают, что решить задачу без предшественников намного труднее: увеличивается степень неопределенности и, следовательно, количество требуемых попыток. Как ни парадоксально, но решить задачу тем легче, чем большее количество людей безуспешно пыталось сделать это раньше. Ибо каждая неудачная попытка—это дополнительная информация, позволяющая лучше понять задачу и сузить поле поисков.

Перелом и работе Е. И. Пирожкова наступил тогда, когда изобретатель существенно перестроил задачу. Основываясь на своих пробах и на информации о чужих пробах, он отказался от попыток усовершенствовать наиболее популярные прототипы и обратил внимание на «золушку» фрикционную передачу. Поисковый участок был перемещен в самый дальний, заброшенный угол ноля. Осуществился переход с поля в сто тысяч попыток «на уголочек» в сто попыток, и отыскание решения стало неизбежным.

Сама идея подвижного многоугольника сил известна, например, в текстильном машиностроении, там она широко использована. Но эту идею нетрудно было открыть вновь, если бы участок поисков с самого начала был ограничен только фрикционными передачами.

Итак, целесообразная тактика (искомая эвристика!) должна была состоять в том, чтобы найти «золушку» и узнать: как расколдовывают «золушек» в соседних царствах-государствах (других отраслях техники). Но мы видим, насколько далека картина реального изобретательского творчества от эвристически направленного процесса.

\* \* \*

Сделаем небольшое отступление.

При анкетных опросах выяснилось, что некоторые изобретатели не хотят знакомиться с патентной литературой до решения задачи. Мотивировка: патентная информация подталкивает к тривиальным решениям, сковывает воображение.

Попробуем разобраться в этих утверждениях.

Если нужно улучшить имеющийся объект, т. е. сделать изобретение второго-третьего уровней, мы всегда можем найти в патентной литературе разделы, подлежащие изучению. В этом случае патентная информация обязательно должна быть использована до решения задачи.

Если же нужно изобрести нечто принципиально новое, т. е. сделать изобретение четвертого-пятого уровней, условия задачи расширяются настолько, что нельзя определенно ответить на вопрос: какую именно патентную информацию следует смотреть?

Обратимся к конкретной задаче.

Существующий способ измерения глубины на середине реки состоит в том, что человек подплывает к нужному месту, например, на лодке, а затем опускает шест или канат с грузом. Нужно предложить способ измерения глубины реки с берега. Способ должен быть простым, а устройство легким и компактным, чтобы его могли использовать геологи, туристы и другие.

Исходный объект (измерение с лодки, плота) здесь отвергнут условиями задачи. Возникает вопрос: к каким же разделам патентной литературы обратиться? Очевидно, что прототипом окажется изобретение из очень далекой области. Можно смотреть классы Е 21 (глубокие скважины), F 22 (паровые котлы), G 10 (акустика), Е 03 (способы и устройства для добывания, хранения и распределения воды), Е 02 (гидротехнические сооружения), В 63 (водолазное дело, подъемное дело)... А может быть, взять класс F 16 (там упоминаются «поплавки»)? Или класс F 24 (снабжение горячей водой в зданиях)?

Или класс H01 (там имеются «электрические устройства, использующие особые физические эффекты»)?

В сущности, прототип можно искать в любом классе. Такая ситуация типична для задач, решаемых на четвертом-пятом уровнях. Именно поэтому существующая система использования патентной информации не срабатывает при решении задач высших уровней.

\* \* \*

Со времен Паппа эвристические приемы считаются универсальными. Исследуя творчество, психологи экспериментируют на головоломках и других простых задачах, считая механизм творчества одинаковым на всех уровнях. С таким же успехом можно пытаться постичь законы кораблестроения, экспериментируя с бумажными корабликами.

Эвристическое отыскивание решения в поисковом поле площадью в 100000 попыток не может не отличаться от поиска на участке в 100 попыток. Тут нужны совершенно различные психологические механизмы.

Эвристические приемы низших уровней описаны, например, в книге Дж. Диксона «Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решения» (изд-во «Мир», 1969 г.). Это простые правила типа «Помни о психологической инерции», «Используй аналогию», «Поставь себя на место рассматриваемого объекта (эмпа-тия)» и т. д. Такие приемы вполне годятся для решения задач первого и в определенной мере — второго уровня. Выше этого они бесполезны, а иногда даже вредны. Об этом свидетельствуют решения учебных задач на семинарах и эксперименты с анкетным решением задач.

Никакие призывы «помнить о психологической инерции» не срабатывают, если человек не знает, как именно бороться с инерцией. Тщетными остаются рекомендации использовать аналогии, когда этих аналогий слишком много. Эмпатия только запутывает дело, если объект достаточно сложен.

Эвристике на таком уровне можно было научить всех инженеров. Но практически нет особой разницы — сделано ли изобретение после 20 попыток, или эвристически с двух попыток. В полную меру сила эвристики могла бы проявиться лишь на высших уровнях творчества. Но там эвристические приемы низших уровней оказываются бессильными. А высших эвристических приемов не существует.

И это не случайно.

На протяжении всей эволюции мозг человека приспосабливается к решению задач, соответствующих по сложности примерно первому уровню. Эволюция сделала свое дело: задачи этого уровня могут решаться с полной уверенностью. Даже с избыточной уверенностью. Выработанные механизмы мышления (включая эвристические приемы) годятся и на втором уровне. Но они оказываются совершенно непригодными для работы на высших творческих уровнях.

Естественный отбор способствовал появлению и закреплению механизмов, свойственных первому уровню. Если и рождался человек, с эвристическими способностями высших порядков, он не имел ни малейших преимуществ. Скорее наоборот.

Природа не выработала эвристических приемов высшего порядка хотя бы из-за длительности каждого цикла. Сделав в течение жизни одно-два изобретения четвертого уровня, человек просто не успевает накопить «высший» эвристический опыт.

Эволюция пошла испытанным путем: создана надежная система из ненадежных элементов. Нет одного изобретателя «мощностью» в 100000 попыток. Но изобретения, требующие такого числа попыток, тем не менее делаются. Поле в 100000 попыток с избытком перекрывается тысячью участков по 300 попыток.

Поэтому эвристические приемы, которые, казалось бы, должны играть решающую роль на высших уровнях, фактически проявляются лишь в виде едва ощутимых проблесков при решении немногих изобретательских задач на низших уровнях. Два анкетных опроса, четверть века личного наблюдения за изобретателями (в том числе на учебных семинарах), анализ анкетных решений изобретательских задач, наконец, собственный опыт дают мне основание со всей категоричностью констатировать: изобретения на высших уровнях делаются без высших эвристических приемов—теми же методами, которыми делаются изобретения низших уровней.

Драма изобретательства состоит в том, что на высших уровнях приходится работать методами, соответствующими низшим уровням.

\* \* \*

Количественно задачи разных уровней отличаются числом проб и ошибок, необходимых для отыскания решения. Но почему одна задача требует 100 проб, а другая в 1000 раз больше? В чем качественная разница между ними?

Сравнительный анализ задач позволяет ответить на этот вопрос.

На первом уровне задача и средства ее решения лежат в пределах одной профессии (одного раздела отрасли). На втором уровне — в пределах одной отрасли (машиностроительная задача решается способом, уже известным в машиностроении, но в другой его области). На третьем уровне — в пределах одной науки - (механическая задача решается механически). На четвертом уровне—за пределами науки «задачедательницы» (например, механическая задача решается химически). На высших подуровнях пятого уровня - вообще за пределами современной науки (поэтому сначала нужно сделать открытие, а потом, опираясь на новые научные данные, решать изобретательскую задачу).

Когда задача возникнет, ее пытаются решить сначала на первом уровне, затем на втором и т. д. Изобретатель, приступающий к решению задачи четвертого уровня, с точки зрения психологов, начинает с первой попытки. На самом деле он начинает с n-й попытки, причем n — весьма большое число.

При решении задачи первого уровня человек прежде всего использует «житейское знание». Как показали опыты Л. Секея, именно это мешает понять задачу сразу. Но разница между «житейским знанием» и подходом, требуемым на первом уровне, очень невелика. Поэтому достаточно нескольких попыток, чтобы осмыслить задачу. Идеальная тактика решения на первом уровне практически совпадает с реальной тактикой. На четвертом уровне такого совпадения нет.

Когда наш далекий предок встречал льва, возникала примерно такая задача: «Позади высокое дерево. Чуть дальше — скалы. И еще озеро, оно совсем рядом. Куда бежать?» Ход решения: «Хорошо бы в озеро, но, кто знает, — вдруг лев может плавать... Дерево? Не успею забраться. По опыту знаю, на такую процедуру нужно время — и чтобы кто-нибудь подсадил. Остаются скалы... Ну, нажмем!»

Задачи такого уровня сложности решались из поколения в поколение и продолжают решаться сегодня каждым из нас в повседневной жизни. Эволюция выработала механизмы мышления, соответствующие таким задачам.

Изобретательская задача четвертого уровня значительно сложнее повседневных ситуаций. Если обратимся к нашей модели со львом, то сложная изобретательская задача выглядит так: «Вокруг — 500 хищников. Не все они львы. Некоторые временами превращаются в змей, некоторые — в воробьев, а некоторые — непонятно в кого. Бежать к озерам? Но их сто штук и на пути к каждому множество разных препятствий. Да и сами озера ведут себя сложно; иногда мелеют, иногда движутся. К тому же динамичные хищники, вероятно, могут превращаться в крокодилов — что им озеро... Деревья? Но они меняют высоту прямо на глазах — то становятся карликовыми, то превращаются в баобабы. А тут еще что-то такое летает в воздухе. То ли орлы, то ли скворцы. И неизвестно, что за этим холмом, и что за другими холмами, и что вон за тем кустарником... Трудное положение! Правда, спешить некуда: я могу разбираться в этой ситуации хоть пять лет...»

\* \* \*

Теперь мы можем четко сформулировать отличие между задачами первого и четвертого уровней.

Для изобретательской задачи первого уровня (а также для повседневных житейских задач и экспериментальных психологических задач) характерно:

1. Небольшое число элементов в задаче.

2. Неизвестных элементов нет (редко один-два неизвестных элемента).

3. Легкость анализа: элементы, которые могут быть - изменены, легко, отделяются от элементов, не поддающихся изменениям в условиях данной задачи. Легко прослеживается взаимное влияние элементов.

4. На решение дается короткое время.

Изобретательская задача четвертого уровня отличается:

1. Большим числом элементов.

2. Значительным числом неизвестных элементов.

3. Трудностью анализа: сложно отделить известные элементы от неизвестных; практически невозможно построить полную модель, учитывающую взаимодействие элементов.

4. На решение дастся достаточно большое время.

\* \* \*

В процессе эволюции наш мозг научился находить приближенные решения простых задач. Но эволюция не выработала механизмов для медленного и точного решения сложных задач.

Если бы мы с величайшей точностью знали все, что происходит в голове хорошего изобретателя, это не приблизило бы нас к созданию тактики, соответствующей четвертому уровню. Мы бы просто обнаружили, что при решении задачи четвертого уровня изобретатель применяет ту же тактику, что и на первом уровне.

Эвристические механизмы высших порядков не могут быть открыты — их нет. Но они могут и должны быть созданы.

3.4. Метод «мозгового штурма».

Метод «мозгового штурма» и его многочисленные модификации, синектика, ассоциативные методы (методы аналогий: прямая, личная, символическая, фантастическая), списки контрольных вопросов и др., относятся к типу методов, получивших название методов психологической активации мышления.   
Его автор Алекс Осборн родился в конце ХIX века в Нью-Йорке. Впервые  этот метод он применил при выдумке новых изделий и поиске новых идей для рекламы.   
В основе метода лежит мысль об отделении процесса генерирования идей от процесса их оценки. Осборн  предложил вести генерирование идей в условиях, когда критика запрещена; наоборот, всячески  поощряется каждая идея, даже шуточная или явно нелепая. Для этого отбирают небольшую группу (6-8 человек) «генераторов идей». Высказанные идеи записывают и передают группе  экспертов для оценки и отбора перспективных. Таков смысл обычной мозговой атаки.   
Философская концепция «мозгового штурма» основана на теории Фрейда. Считается, что в таких условиях подсознанием вырабатывается иррациональные (невыразимые в понятиях логики) идеи , которые позволяют выйти за пределы привычных представлений и стереотипов.   
Улучшенным методом мозгового штурма является синектика. Смысл ее заключается в том, что используются постоянные группы «генераторов идей», которые накапливают опыт решения задач. Растет взаимопонимание, идеи схватываются с полуслова.  В этом методе участвуют два механизма творчества: не операционные и операционные процессы.   
Не операционные процессы основаны на интуиции, операционные - на использовании разного рода аналогий. Обратимся к последнему. Гегель утверждал: «В умозаключении по аналогии мы из того, что вещи известного рода обладают известным свойством, заключаем, что и другие вещи этого рода так же обладают этим свойством».   
Рабочими механизмами для выработки свежего взгляда на задачу являются аналогии:   
а)прямая – любая аналогия, например, из природы;   
б)личная – попытка взглянуть на задачу, отожествив себя с объектом и войдя в его образ;  
в)символическая – нахождение кратного символического описания задачи или объекта;  
 г)фантастическая – изложение задачи в терминах и понятиях сказок, мифов, легенд.  
Пример решения задачи методом «мозгового штурма» (стенограмма):   
Руководитель. Нашей задачей является найти способ изготовления швейных или обувных деталей (или изделий) с заданном объемно-пространственной формой, управление которым можно было бы полностью передать автоматическим устройствам. Какие будут предложения?   
А. Для получения пространственной формы в изделиях швейной, трикотажной, обувной и кожгалантерейной промышленности применяют конструктивные способы , когда плоскую ткань или кожу расчленяют на отдельные детали, а затем их соединяют и дополнительно вводят конструктивные элементы, как вытачки, рельефы, складки, сборки и тд.   
Б. Объемно-пространственную форму можно получить путем физико-механического воздействия на сетчатую структуру текстильных материалов с целью изменения углов между нитями основы и утка.   
В. Использовать драпировочные свойства ткани.   
Руководитель. Эти способы действительно позволяют изготовлять детали и узлы изделий объемно-пространственной формы, но они содержат большую долю ручного труда и трудно поддаются автоматизации. Какие еще способы вы можете предложить?   
В. Нужно воздействовать на монокулярную структуру материала с помощью тепла, влаги и механического воздействия (развитие предыдущей идеи), а параметры процесса формования (температура, давление, влажность) контролировать и регулировать с помощью автоматических устройств [например, операции сутюживания, оттягивания, разутюживание, прессование и т.д.]   
Г. Формование можно осуществить способом выдавливания путем сухой тепловой обработки. Например, формование верха обуви в силиконовых матрицах, формование низа обуви.  
Д. Для повышения форм устойчивости деталей можно при влажно-тепловой обработке дополнительно ввести специальные технические средства, дозирование которых также может быть автоматизировано.   
Е. Нужную форму деталей или изделий можно получить путем применения комбинации нескольких способов формообразования, например, конструктивного и влажно-тепловой обработки и др.   
Руководитель. Отлично! «Мозговой штурм» идет очень хорошо. Предложен ряд методов получения объемно-пространственной формы деталей и изделий. Однако, автоматизация контроля и регулирования только отдельных параметров процесса (температура, количество химических добавок, продолжительность формования) не обеспечивают изготовление высококачественных изделий, так как ряд других параметров изменяются по случайному закону в зависимости от внешних возмущений. Давайте подумаем, какие способы формования можно предложить, чтобы  обеспечить полную автоматизацию процесса, а следовательно, высокое качество изделий?   
А. Можно применить литьевые методы для получения деталей и изделий требуемой формы из компонентов полиуретана, например, литью под давлением с использованием пасты поливинилхлорида или экструзия с использованием термопластов (применение физических эффектов). В этом случае все параметры и технологический процесс изготовления могут быть полностью автоматизированы.   
Руководитель. Давайте подумаем , может быть по аналогии с природной можно предложить материал и способ изготовления «живой» одежды и обуви. Какие будут предложения?   
Б. Материал – биологически активное вещество, которое при определенных условиях может самовосстонавливаться, принимать форму тела человека. Человек зашел в специальную кабину, а через несколько минут вышел оттуда одетым и обутым (фантастика).  
В. В обувной и кожгалантерейной промышленности  для изготовления из паст поливинилхлорида перчаток, сапог, галош, чехлов, надеваемых на обувь в дождливое время, применять метод макания, т.е. одну или несколько закрепленных на раме форм окунают в ПВХ-пасту комнатной температуры. Например, на форме сапога вследствие сил адгезии остается необходимое для образования стенки сапога количество пасты. После этого рама с формами поднимается, излишек пасты стекает и формы, покрытые ПВХ-пастой, поступают в печь,  для желатинизации при температуре около 180 С. Формы, вышедшие из печи, охлаждается до температуры 50 С, и затем с них снимают затвердевшие, но все еще эластичные сапоги, Г. По аналогии можно изготовлять таким образом и предметы одежды, Например, требуемую форму одежды можно окунать в полимерный раствор и,  управляя процессом полимеризации материала, получать изделия с заданными физико-механическими и гигиеническими характеристиками (аналогия и применение физических и химических эффектов).  
Д. Можно на заданную форму одежды напылять полимерный материал в специальной камерен и полностью ароматизировать процесс получения изделия с необходимыми эксплуатационными свойствами. И так далее.   
Руководитель «мозгового шторма», подведя итоги обсуждения, делает анализ и общение высказанных в ходе дискуссии идей.  
Последний ответ соответствует  идее, которая признана изобретением.   
С методом мозгового штурма мы сталкиваемся в телевизионной передаче «Что? Где? Когда?», в которой играющие команды чаще всего используют  синектический принцип генерирования идей.   
Синектика – предел того, что можно достичь сохранения принцип перебора вариантов. Этот принцип сравним с костяной иглой, что позволила человеку одеваться, однако промышленное производства одежды стало возможным только после изобретения челночного переплетения нитей и создание принципиально нового устройства – швейной машины.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.  
Перед началом выполнения практического занятия студенты разделяются на две группы, каждая из которых представляет самостоятельный творческий коллектив. В каждой группе выбирается (или назначается преподавателем) руководитель и технический секретарь (их функции поочередно могут выполнять несколько студентов). Каждая группа получает по одной задаче для решения методом «мозгового штурма». На решение каждой задачи отпускается не более 40 минут.   
3.1. Основной порядок проведения «мозгового штурма».  
3.1.1. Найти способ и предложить конструкцию устройства для прикрепления пуговиц (или иной фурнитуры) на швейных, обувных и кожгалантерейных изделиях, обеспечивающий ее прочное закрепление на детали изделия, наименьшее использование вспомогательных материалов и максимально возможную автоматизацию процесса.   
3.1.2. Задачу начинает решать группа «генераторов идей», которая должна в течение выделенного времени (40 минут) предложить как можно больше идей. При этом в процессе «штурма» наряду с рациональными, практичными могут выдвигаться и идеи фантастические, явно ошибочные, бесполезные и шутливые, которые играют роль катализаторов, стимулируют процесс генерации. Процесс «штурма» нужно организовать и проводить таким образом, чтобы вызвать бурный поток идей, выдвижение которых должно следовать непрерывно, развивая, дополняя и взаимно обогащая друг друга. Идеи выдвигаются бездоказательно, на выдвижение идеи отводится не более 2 минут. Важнейшим признаком процесса генерирования идей является категорический запрет всякой критики, не только явной словесной, но и скрытой -  в виде скептических улыбок, мимики, жестов и т.д.  
3.1.3 Выдвинутые в результате «штурма» идеи передаются в группу «экспертов идей», которая внимательно рассматривает и анализирует сущность каждой идеи, проводит их экспертизу и отбор наиболее оригинальных и эффективных. На этом этапе рекомендуется предельно обоснованно принимать решения о непригодности идеи, даже той, которая считается несерьезной, фантастической (нереальной) или абсурдной. Нужно стремиться из каждой идеи извлечь рациональное зерно. Может быть даже развить высказанную идею.  
3.1.4. Соблюдение правил проведения «мозгового штурма» обеспечивает руководитель. Он должен управлять процессом коллективного поиска решения, направлять работу в нужное русло без приказаний и критики. Руководитель должен так организовать процесс «штурма», чтобы он проходил активно, непрерывно, одна идея следовала за другой без пауз, чтобы наряду с рациональными высказывались и заведомо фантастические, идеализированные идеи. Для этого руководитель может задавать различные вопросы, подсказывать или уточнять некоторые моменты, самостоятельно высказывать идею, добиваясь переключения процесса поиска решения, например, с практического направления на фантастическое. Активизировать процесс генерирования идей можно также путем использования ряда специальных приемов издавна применявшихся изобретателями, например «инверсия» - сделай наоборот, «аналогия» - сделай так, как это сделано в другом решении, «эмпатия» - считай себя частью совершенствуемого объекта и выясни при этом свои чувства, ощущения и «фантазия» - сделай нечто фантастическое.  
3.1.5. Процесс генерирования идей и процесс их обсуждения протоколируется секретарем, который записывает каждую выдвинутую идею с указанием фамилии автора. Таким же образом протоколируется порядок обсуждения выдвинутых идей «экспертами».

4. **Патентные исследования.**

4.1 По своему характеру и содержанию патентные исследования относятся к прикладным научно-исследовательским работам и являются неотъемлемой составной частью обоснования принимаемых хозяйствующими субъектами решений народнохозяйственных задач, связанных с созданием, производством, реализацией, совершенствованием, использованием, ремонтом и снятием с производства объектов хозяйственной деятельности.

4.2 Патентные исследования проводят хозяйствующие субъекты:

— исполнители (разработчики) программ (межгосударственных, государственных, региональных, отраслевых и других) создания, развития производства и использования объектов техники;

— исполнители фундаментальных исследований с практическим выходом продукции и исследований прикладного характера; — исполнители НИР и ОКР;

— заказчики (основные потребители объектов хозяйственной деятельности);

— изготовители (поставщики) объектов хозяйственной деятельности.

4.3 В зависимости от практической потребности патентные исследования проводят:

— заказчик (основной потребитель) — при прогнозировании, перспективном и текущем планировании, определении направлений, темпов развития средств технического обеспечения своей деятельности, исследовательском проектировании, формировании заказов исполнителям, поставщикам, при использовании (эксплуатации) продукции;

— исполнитель научно-исследовательских работ — при прогнозировании, перспективном и текущем планировании научных исследований, выборе направлений исследований для создания новых и модернизации существующих объектов техники и их технико-экономическом обосновании; при определении инжиниринговых услуг; при изыскании, исследовании применения объектов техники по новому назначению; при выполнении научно-исследовательских работ и их этапов; при осуществлении научно-технического сотрудничества;

— исполнитель (разработчик, проектант, проектировщик) — при прогнозировании, перспективном и текущем планировании своей деятельности; при обосновании необходимости выполнения конкретных работ; в процессе выполнения опытно-конструкторских, проектно-конструкторских, проектных, технологических, изыскательских и других работ (в том числе аванпроектов) и их этапов; при обосновании выбора форм реализации и обеспечения условий реализации продукции; при решении вопросов использования опыта и знаний сторонних организаций и фирм; при определении инжини-ринговых услуг; при осуществлении научно-технического сотрудничества;

— изготовитель (поставщик) — при перспективном и текущем планировании развития производства или его модернизации, постановке продукции на производство, при решении вопросов повышения качества продукции, совершенствования технологии, материального, технологического обеспечения производства, приобретения зарубежного оборудования и лицензий; при совершенствовании продукции; при решении вопросов реализации продукции и обеспечения оптимальных ее условий, включая сервисные услуги поставленной продукции; при решении вопросов кооперирования производства, создании совместных предприятий;

— все хозяйствующие субъекты — при решении вопросов правовой охраны объектов промышленной (интеллектуальной) собственности.

4.4 Проведение патентных исследований и представление их результатов предусматривают в договорной и (или) планово-технической документации\* на выполнение работ.

В этой документации предусматривают необходимость применения требований настоящего стандарта при организации, проведении, оформлении и использовании результатов патентных исследований.

4.5 В договорной документации на проведение работ определяют права и обязанности сторон, в том числе в отношении результатов патентных исследований, условия конфиденциальности, а также ответственность сторон за последствия, вызванные отказом от проведения патентных исследований, выполнением их в ограниченном объеме, отказом от использования их результатов и т.д.

4.6 Необходимость привлечения сторонних организаций к проведению патентных исследований определяет исполнитель работы. Участие сторонних организаций в проведении патентных исследований или их выполнение сторонними организациями оформляют договором (контрактом).

4.7 Необходимость проведения патентных исследований при выполнении составных частей работ или при разработке комплектующих изделий, материалов, технологии, осуществляемых по единому исходному техническому документу (техническому, тактико-техническому заданию), определяет головной исполнитель работы, оформляя проведение патентных исследований в соответствии с 4.4 и 4.5.

4.8 Результаты патентных исследований используют при разработке документов, связанных с деятельностью хозяйствующего субъекта и обоснованием принимаемых им решений, в том числе:

— прогнозов, программ, бизнес-планов, планов создания и развития производства объектов техники и оказания услуг; — договорной документации;

— планово-технической документации на выполнение НИР и ОКР (например, тематических карточек, заявок на разработку и освоение продукции, исходных требований заказчика, технико-экономических обоснований, технических и тактико-технических заданий);

— отчетной научно-технической, конструкторской, технологической, проектной документации, технических условий (технических описаний), стандартов на разработанную продукцию, а также актов сдачи-приемки научно-технической продукции;

—документации, связанной с оценкой технического уровня и качества продукции, модернизацией или снятием ее с производства;

— документации, связанной с обеспечением охраны объектов промышленной собственности в стране и за границей (изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки);

— документации, необходимой для использования опыта и знаний других хозяйствующих субъектов, включая зарубежных (в частности, путем приобретения лицензий), а также для обеспечения необходимых поставок, в том числе по импорту оборудования, комплектующих изделий, сырья;

— документации, связанной с постановкой на производство объектов техники, реализацией объектов техники, объектов промышленной собственности и услуг на внутреннем и внешнем рынках (например, патентный формуляр по ГОСТ 15.012, рекламные материалы, проекты договоров о производстве и поставке продукции; документация, связанная с подготовкой к продаже лицензий); — документации, связанной с выявлением и оценкой данных о предполагаемом нарушении охраняемых прав промышленной собственности в стране и за границей;

— документации, относящейся к формированию и реализации научно-технической, патентной и коммерческой политики хозяйствующего субъекта;

— документации, связанной с формированием и реализацией инвестиционной политики и кредитированием, с подготовкой инвестиционных предложений и проектов;

— документации, подтверждающей право хозяйствующего субъекта на налоговые льготы;

— другой документации, содержание которой может быть основано на результатах патентных исследований.

При необходимости в документах, разработанных с использованием результатов патентных исследований, приводят ссылку на источник — отчет о патентных исследованиях с указанием его реквизитов.

4.9 Результаты патентных исследований рассматривают и используют в порядке, установленном для рассмотрения, приемки и использования результатов проведенной хозяйствующим субъектом работы в целом, этапов работы, стадий жизненного цикла объекта техники.

4.10 Хозяйствующие субъекты при взаимодействии в создании объектов техники передают в комплекте документации, разработанной на этапе работы (стадии жизненного цикла объекта техники), включающем патентные исследования, результаты этих исследований для рассмотрения и использования на последующих этапах работы (стадиях жизненного цикла объекта техники).

4.11 Результаты патентных исследований не подлежат передаче за границу в составе комплектов документации, если это не оговорено в соглашении (контракте).

5 СОДЕРЖАНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1 В общем случае содержание патентных исследований может составлять следующее:

— исследование технического уровня объектов хозяйственной деятельности, выявление тенденций, обоснование прогноза их развития;

— исследование состояния рынков данной продукции, сложившейся патентной ситуации, характера национального производства в странах исследования;

— исследование требований потребителей к продукции и услугам;

— исследование направлений научно-исследовательской и произ-водственной деятельности организаций и фирм, которые действуют или могут действовать на рынке исследуемой продукции;

— анализ коммерческой деятельности, включая лицензионную деятельность разработчиков (организаций и фирм), производителей (поставщиков) продукции и фирм, предоставляющих услуги, их патентной политики для выявления конкурентов, потенциальных контрагентов, лицензиаров и лицензиатов, партнеров по сотрудничеству;

— выявление торговых марок (товарных знаков), используемых фирмой-конкурентом;

— анализ деятельности хозяйствующего субъекта; выбор оптимальных направлений развития его научно-технической, производственной и коммерческой деятельности, патентной и технической политики и обоснование мероприятий по их реализации;

— обоснование конкретных требований по совершенствованию существующей и созданию новой продукции и технологии, а также организации выполнения услуг; обоснование конкретных требований по обеспечению эффективности применения и конкурентоспособности продукции и услуг; обоснование проведения необходимых для этого работ и требований к их результатам;

— технико-экономический анализ и обоснование выбора технических, художественно-конструкторских решений (из числа известных объектов промышленной собственности), отвечающих требованиям создания новых и совершенствования существующих объектов техники и услуг;

— обоснование предложений о целесообразности разработки новых объектов промышленной собственности для использования в объектах техники, обеспечивающих достижение технических показателей, предусмотренных в техническом задании (тактико-техническом задании);

— выявление технических, художественно-конструкторских, программных и других решений, созданных в процессе выполнения НИР и ОКР с целью отнесения их к охраноспособным объектам интеллектуальной собственности, в том числе промышленной;

— обоснование целесообразности правовой охраны объектов интеллектуальной собственности (в том числе промышленной) в стране и за рубежом, выбор стран патентования; регистрации;

— исследование патентной чистоты объектов техники (экспертиза объектов техники на патентную чистоту, обоснование мер по обеспечению их патентной чистоты и беспрепятственному производству и реализации объектов техники в стране и за рубежом); — анализ конкурентоспособности объектов хозяйственной деятельности, эффективности их использования по назначению, соответствия тенденциям и прогнозу развития;

— выявление и отбор объектов лицензий и услуг типа инжиниринг;

— исследование условий реализации объектов хозяйственной деятельности, обоснование мер по их оптимизации;

— обоснование целесообразности и форм проведения в стране и за рубежом коммерческих мероприятий по реализации объектов хозяйственной деятельности, по закупке и продаже лицензий, оборудования, сырья, комплектующих изделий и т.д.;

— разработка рекомендаций по использованию товарных знаков при осуществлении коммерческой деятельности;

— проведение других работ, отвечающих интересам хозяйствующих субъектов.

5.2 Конкретное содержание патентных исследований определяют в зависимости от характера проводимой работы, стадий жизненного цикла или этапов работ на стадиях жизненного цикла объекта техники, результатов анализа деятельности хозяйствующего субъекта.

6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

6.1 Порядок выполнения патентных исследований включает: — определение задач патентных исследований, видов исследований и методов их проведения и разработку задания на проведение патентных исследований;

— определение требований к поиску патентной и другой документации, разработку регламента поиска;

— поиск и отбор патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и оформление отчета о поиске; — систематизацию и анализ отобранной документации; — обоснование решений задач патентными исследованиями; обоснование предложений по дальнейшей деятельности хозяйствующего субъекта, подготовка выводов и рекомендаций;

— оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях.

6.2 Задание на проведение патентных исследований разрабатывают применительно к работе в целом и (или) отдельному ее этапу по приложению А. В задание включают:

— наименование и шифр работы, при необходимости этап работы, срок выполнения работы или этапа и конкретные задачи патентных исследований, которые должны быть выполнены для обоснования принимаемых решений по обеспечению конечного результата работ (этапа), включающих своей составной частью патентные исследования. Определение задач патентных исследований проводят на основе анализа целей, характера работы в целом, ее элементов, номенклатура которых установлена для каждого этапа работы стандартами ЕСКД, СРПП и другими нормативными документами, а также анализа производственной и коммерческой деятельности хозяйствующего субъекта, включая необходимость реализации предложений по результатам патентных исследований, выполненных на предшествующих этапах работы;

— календарный план, определяющий конкретные виды исследований, обеспечивающих решение задач, включенных в задание, сроки их выполнения, исполнителей, в том числе привлекаемых к проведению патентных исследований сторонних организаций, а также отчетные документы, которые должны быть подготовлены.

6.3 Задание на проведение патентных исследований разрабатывают подразделения — исполнители работы и патентное подразделение и утверждает ответственный руководитель работы (например, руководитель научно-исследовательской работы, разработки аванпроекта, главный или генеральный конструктор опытно-конструкторской работы, главный инженер проекта).

6.4 Регламент поиска разрабатывают подразделения — исполнители работы и патентное подразделение в соответствии с заданием на проведение патентных исследований применительно к работе в целом и (или) к каждому ее этапу, при выполнении которых необходимы патентные исследования, по приложению Б. В регламенте приводят обоснование его требований. При обосновании требований к поиску исходят из необходимости обеспечения достоверности результатов патентных исследований, учитывая наличие и состояние информационно-поисковых систем и технических средств поиска, а также его объем, решают вопрос о привлечении сторонних организаций для выполнения поиска.

6.5 По результатам проведенного поиска отбирают информацию для дальнейшего анализа и составляют отчет о поиске (приложение В).

**Изучение стандартных решений** изобретательских задач (71 стандарт) рекомендуем проводить с помощью файла «Что такое ТРИЗ», выложенный в папке COMMON.

Ниже изложены основные приемы применения стандартов.

1. Особенности введения веществ.

1.1. Обходные пути.  
1.2. Разделение изделия на взаимодействующие части.  
1.3. Самоустранение отработанных веществ.  
1.4. Использование надувных конструкций и пены.

2. Введение полей.

2.1. Использование поля по совместительству.  
2.2. Использование поля внешней среды.  
2.3. Использование веществ-источников полей.

3. Использование фазовых переходов.

3.1. Замена фазового состояния вещества.  
3.2. "Двойственное" фазовое состояние вещества.  
3.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.  
3.4. Переход к двухфазному состоянию вещества.  
3.5. Использование взаимодействия между частями (фазами) системы.

4. Особенности применения физических эффектов.

4.1. Использование обратимых физических превращений.  
4.2. Усиление поля на выходе.

5. Экспериментальные стандарты.

5.1. Получение частиц вещества разложением.  
5.2. Получение частиц вещества объединением.  
5.3. Простейшие способы получения частиц вещества.

1. ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

1.1. При постройке, перестройке и разрушении веполей часто приходится вводить новые вещества. Их введение либо связано с техническими трудностями, либо с уменьшением степени идеальности системы. Поэтому вещества надо "вводить, не вводя" и использовать различные обходные пути.

Если нужно ввести в систему вещество, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, то, следует использовать обходные пути: вместо вещества используют "пустоту", вместо вещества вводят поле, вместо внутренней добавки используют наружную, вводят в очень малых дозах особо активную добавку, вводят в очень малых дозах обычную добавку, но располагают ее концентрированно - в отдельных частях объекта, добавку вводят на время, вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо введение добавки, добавку вводят в виде химического соединения, из которого она потом выделяется, добавку получают разложением внешней среды или самого объекта, например электролизом, или изменением агрегатного состояния части объекта или внешней среды.  
1.2. Разделение изделия на взаимодействующие части.

Если дана система, плохо поддающаяся нужным изменениям, и условия задачи не позволяют заменить инструмент или ввести добавки, вместо инструмента используют изделие, разделяя его на части, взаимодействующие друг с другом.   
1.3. Самоустранение отработанных веществ.

Введенное в систему вещество - после того, как оно сработало, - должно исчезнуть или стать неотличимым от вещества, ранее бывшего в системе или во внешней среде.

1.4. Использование надувных конструкций и пены.

Если нужно ввести большое количество вещества, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, в качестве вещества используют "пустоту" в виде надувных конструкций или пены.

2. ВВЕДЕНИЕ ПОЛЕЙ.

При постройке, перестройке и разрушении веполей часто необходимо вводить новые поля. Чтобы не усложнять при этом систему, следует использовать стандарты подкласса 5.2.

2.1. Использование поля по совместительству.

Если в вепольную систему нужно ввести поле, то, следует, прежде всего, использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества.

2.2. Использование поля внешней среды.

2.3. Использование веществ-источников полей.

Если в систему необходимо ввести поле, а это нельзя сделать по стандарту [**2.1**](http://www.triz-ri.ru/triz/triz06.asp#521) и [**2.2**](http://www.triz-ri.ru/triz/triz06.asp#522), то следует использовать поля, носителями или источниками которых могут "по совместительству" стать вещества, имеющиеся в системе или во внешней среде.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ.

Противоречивые требования к вводимым веществам и полям могут быть удовлетворены использованием фазовых переходов.

3.1. Замена фазового состояния вещества.

3.2. "Двойственное" фазовое состояние вещества.

3.3. Использование явлений, сопутствующих фазовому переходу.

3.4. Переход к двухфазному состоянию вещества.

3.5. Использование взаимодействия между частями (фазами) системы.

4. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗЭФФЕКТОВ.

Многие стандарты предусматривают применение физических эффектов или могут быть использованы вместе с ними. При этом необходимо учитывать некоторые приемы, повышающие эффективность их применения.

4.1. Использование обратимых физических превращений.

Если объект должен периодически находиться в разных физических состояниях, то переход следует осуществлять самим объектом путем использования обратимых физических превращений, например, фазовых переходов, ионизации - рекомбинации, диссоциации - ассоциации и т.д.

4.2. Усиление поля на выходе.

Если необходимо получить сильное действие на выходе при слабом действии на входе, необходимо привести вещество-преобразователь в состояние, близкое к критическому состоянию. Энергия запасается в веществе, а входной сигнал играет роль "спускового крючка".

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ.

5.1. Получение частиц вещества разложением.

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, то требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

5.2. Получение частиц вещества объединением.

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по стандарту [**5.1**](http://www.triz-ri.ru/triz/triz06.asp#551), то требуемые частицы надо получить достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

5.3. Простейшие способы получения частиц вещества.

При применении стандарта [**5.1**](http://www.triz-ri.ru/triz/triz06.asp#551) простейший путь - разрушение ближайшего вышестоящего "целого" или "избыточного" (отрицательные ионы) уровня, а при применении стандарта [**5.2**](http://www.triz-ri.ru/triz/triz06.asp#552) простейший путь - достройка ближайшего нижестоящего "нецелого" уровня.

**Контрольные вопросы для итоговой аттестации.**

1. Дайте определения понятиям «наука» и «цель науки».

2. Перечислите основные понятия, определяющие содержание научных исследований.

3. Назовите методы познания, составляющие основу решения эмпирических задач при научных исследованиях.

4. Перечислите основные этапы, сопровождающие процесс выполнения теоретических и прикладных научно-исследовательских работ.

5. Дайте ответ на вопрос о том, могут ли теоретические научные исследования быть направлены на открытие известных фактов, законов, принципов?

6. Перечислите основные требования, предъявляемые к теме научного исследования.

7. Дайте определение понятию «модель исследования» и перечислите виды моделей, используемых при изучении явлений и процессов.

8. Дайте определения понятиям «эксперимент» и «цель эксперимента».

9. Измерения и наблюдения.

10. Основная задача обработки результатов измерений.

11.Статистическая обработка измерений.

12.Критерии качества оценок.

13.Методы оценивания параметров.

14.Метод наименьших квадратов.

15.Достоинства и недостатки метода наименьших квадратов.

16.Проверка гипотез о законах распределения случайной величины.

17.Основные задачи регрессионного анализа.

18.Линейная и нелинейная регрессия.

19.Определение коэффициентов линейной модели.

21.Исследование уравнения регрессии.

22.Коэффициент множественной корреляции.

23.Критерий Дарбина- Уотсон.

24.Выбор «наилучшего » уравнения регрессии.

25.Основные положения нелинейного регрессионного анализа.

26.Моделирование вычислительных систем.

27.Математические модели автоматных систем.

28.Метод «черного ящика».

29.Метод «мозгового штурма».

30. «Диверсионный» метод при решении инженерных задач.

31. Что такое «идеальный конечный результат»?

32. Вещественно – полевые ресурсы.

33. Физические противоречия и их устранение.

34.Типовые приемы решения изобретательских задач (40 шт.)

35.Применение стандартов при решении инженерных задач.

36.Оформление отчета о научном исследовании.

37.Порядок проведения патентных исследований.

**Применяемые образовательные технологии**

При реализации данной программы применяются инновационные технологии обучения, активные и интерактивные формы проведения занятий, указанные в таблице.

Применяемые образовательные технологии

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологии | Виды занятий | | | | |
|  | Лекции | Лаб. раб. | Практ./  Сем. зан. | СРС | Курсовой проект |
| Семинар в диалоговом режиме |  |  |  |  |  |
| Групповая дискуссия |  |  |  |  |  |
| Ролевая игра |  |  |  |  |  |
| Деловая игра |  |  |  |  |  |
| Компьютерная симуляция |  |  |  |  |  |
| Разбор конкретных ситуаций | 3 |  | 10 |  |  |

**5.Рекомендуемое информационное обеспечение дисциплины.**

Основная учебная литература:

Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Московский рабочий, 1973. -400 с.

Белый И.В., Власов К.П., Клепиков В.Б. «Основы научных исследований и технического творчества», Харьков, изд-во «Выща школа»,1989г.

Вентцель Е.С. «Теория вероятностей», М.: изд-во «Наука», 1969г.

Кирий В.Г. задачник «Теория автоматов», изд-во «ИрГТУ», 2007г.

Хрусталев Ю.П. Методические указания «Методы обработки данных»,

изд-во «ИрГТУ», 2004г.

Дополнительная учебная и справочная литература.

1. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие. – М.: Издательство: "Издательский дом Дашков и К", 2008. -243 с.  
2. Сабитова, Р.Г. Основы научных исследований: Учебное пособие. – Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2005. -58 с.   
3. Чепяле Ю.М. Методы поиска изобретательских идей. - Л.: Машиностроение, 1990. -96с.  
4. Барабащюк В.И. и др. Планирование эксперимента в технике. - Киев: Техника, 1984.-200с.  
5. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Наука, 1973.-212с.  
6. ГОСТ 7.32-81 Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления.  
6. **Электронные образовательные ресурсы:**

6.1. Файл «Обучающий курс для дисциплины основы научного и инженерного творчества», доступный в COMMON.

6.2. Ресурсы сети Интернет: GOOGL, Яндех

6.3. Рекомендуемые специализированные программные средства: Маткад, статистика.

7.Система контроля качества освоения содержания дисциплины:

Зачет.

**Методы и технологии контроля уровня подготовки по дисциплине**

**Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольно-измерительных технологий и средств.**

В качестве контрольных мероприятий применяется:

1. Контроль посещения занятий, путем отметки отсутствующих студентов.

2. Контрольные работы по пройденному материалу.

4. Зачет.

**Критерии оценки уровня освоения рабочей программы.**

Текущий контроль успеваемости оценивается преподавателем и заносится в журнал успеваемости.

По основным разделам дисциплины проводятся практические занятия.

По основным разделам дисциплины проводятся контрольные работы.

Выполнение всех контрольных работ является непременным условием допуска до зачета.

**Рабочая программа составлена** в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ГОС-2) по направлению подготовки: «Информатика и вычислительная техника” для специальности: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети ” (ЭВМ).

**Программу составил:**

\_\_\_Кирий Виктор Григорьевич, к.т.н., профессор ИрНИТУ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ “\_\_26\_\_” сентября 2016г.

(подпись)

**Программа согласована**

с кафедрами**:** «Вычислительная техника»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /ФИО/ “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г.

(подпись)

**Программа одобрена** на заседании кафедры «Вычислительная техника»

Протокол № \_\_\_ от “\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /ФИО/ “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016г.

(подпись)

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии

института \_\_\_\_кибернетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_ от “\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016г.

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /ФИО/ “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016г.

(подпись)