**Методология научных исследований**

Введение..........................................................................................................5 Глава 1. Методологические основы научного знания................................8 1.1. Определение науки..............................................................................8 1.2. Наука и другие формы освоения действительности......................10 1.3. Основные этапы развития науки......................................................11 1.4. Понятие о научном знании...............................................................15 1.5. Методы научного познания..............................................................23 1.6. Этические и эстетические основания методологии.......................31 Вопросы для самоконтроля.....................................................................35

Глава 2. Выбор направления научного исследования. Постановка научно-технической проблемы

и этапы научно-исследовательской работы...............................................36 2.1. Методы выбора и цели направления научного исследования......36 2.2. Постановка научно-технической проблемы.

Этапы научно-исследовательской работы......................................40 2.3. Актуальность и научная новизна исследования.............................43 2.4. Выдвижение рабочей гипотезы........................................................46 Вопросы для самоконтроля.....................................................................47

Глава 3. Поиск, накопление и обработка научной информации.............48 3.1. Документальные источники информации ......................................48 3.2. Анализ документов ...........................................................................52 3.3. Поиск и накопление научной информации.....................................55 3.4. Электронные формы информационных ресурсов..........................59 3.5. Обработка научной информации, её фиксация и хранение..........61 Вопросы для самоконтроля.....................................................................63 Глава 4. Теоретические и экспериментальные исследования .................64 4.1. Методы и особенности теоретических исследований...................64 4.2. Структура и модели теоретического исследования.......................67 4.3. Общие сведения об экспериментальных исследованиях ..............71 4.4. Методика и планирование эксперимента........................................78

4.5. Метрологическое обеспечение

экспериментальных исследований..................................................82 4.6. Организация рабочего места экспериментатора............................89 4.7. Влияние психологических факторов на ход

и качество эксперимента..................................................................91 Вопросы для самоконтроля..............................................................94

3

Глава 5. Обработка результатов экспериментальных исследований......95 5.1. Основы теории случайных ошибок и методов оценки

случайных погрешностей в измерениях.........................................95 5.2. Интервальная оценка измерений с помощью

доверительной вероятности....................................................................96 5.3. Методы графической обработки результатов измерений...........111 5.4. Оформление результатов научного исследования.......................114 5.5. Устное представление информации..............................................122 5.6. Изложение и аргументация выводов научной работы.................124 Вопросы для самоконтроля...................................................................127

Глава 6. Понятие и структура магистерской диссертации.....................128 6.1. Понятие и признаки магистерской диссертации..........................128 6.2. Структура магистерской диссертации...........................................129 6.3. Формулирование цели и задач исследования...............................133 Вопросы для самоконтроля...................................................................138 Глава 7. Основы изобретательского творчества.....................................139 7.1. Общие сведения...............................................................................139 7.2. Объекты изобретения......................................................................139 7.3. Условия патентоспособности изобретения...................................144 7.4. Условия патентоспособности полезной модели ..........................146 7.5. Условия патентоспособности промышленного образца.............147 7.6. Патентный поиск.............................................................................148 Вопросы для самоконтроля...................................................................155

Глава 8. Организация научного коллектива. Особенности

научной деятельности................................................................................156 8.1. Структурная организация научного коллектива

и методы управления научными исследованиями.......................156 8.2. Основные принципы организации деятельности

научного коллектива.......................................................................158 8.3. Методы сплочения научного коллектива......................................159 8.4. Психологические аспекты взаимоотношений

руководителя и подчиненного.......................................................161 8.5. Особенности научной деятельности..............................................166 Вопросы для самоконтроля...................................................................169

Глава 9. Роль науки в современном обществе ........................................170 9.1. Социальные функции науки...........................................................172 9.2. Наука и нравственность..................................................................176 9.3. Противоречия в науке и в практике...............................................180 Вопросы для самоконтроля...................................................................184 Список литературы....................................................................................185

4

**ВВЕДЕНИЕ**

Появление дисциплины «Методология научных исследований» бы-ло вызвано стремительным развитием научно-технической революции, быстрым обновлением знаний, увеличением объема научной и научно-технической информации.

Сегодня, как никогда, существует потребность в высококвалифици-рованных специалистах, имеющих хорошую общенаучную и профес-сиональную подготовку, которые способны к самостоятельной научной творческой работе. Эти специалисты должны не только хорошо ориен-тироваться в новых методах научных разработок и исследований, но также уметь внедрять их результаты в производственный процесс.

Дисциплина «Методология научных исследований» включает в се-бя: философские аспекты, методологические основы научного позна-ния, изучение структуры и основных этапов научно-исследовательских работ. Данный курс изучает методы теоретического исследования, во-просы моделирования в научных исследованиях и помогает правильно выбрать направление научного исследования. При изучении курса сту-денты должны научиться производить поиск, накопление и обработку научной информации, а также проводить, обрабатывать и оформлять результаты экспериментальных исследований.

*Методология – это учение об организации деятельности человека.* Но в организации и применении методологии нуждается не всякая дея-тельность. Человеческая деятельность разделяется на *репродуктивную* и *продуктивную* [1, 4]. *Репродуктивная деятельность* является копией с деятельности другого человека либо копией своей собственной деятель-ности, освоенной ранее. Например, однообразная деятельность токаря в механическом цехе в применении методологии не нуждается, так как она уже организована (самоорганизована) раз и навсегда.

*Продуктивная деятельность* направлена на получение объективно нового или субъективно нового результата. Деятельность, направленная на получение объективно нового результата, называется *творчеством* [1, 5]*.* Но продуктивная деятельность часто может разрушать прежние стереотипы, поэтому для получения субъективно нового результата применяют термин «упорядочивающая деятельность». Этот вид дея-тельности заключается в установлении норм, которые чаще реализуют-ся в форме законов, стандартов, приказов и т.д.

Любая научно-исследовательская деятельность всегда направлена на получение объективно нового результата. Поэтому продуктивная

5

деятельности требует организации. Если методологию рассматривать как учение об организации деятельности, то нужно понимать, что такое «организация».

*«Организация»* означает [1, 6]:

*–* внутреннюю упорядоченность и согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленную его строением;

*–* совокупность действий или процессов, которые ведут к образова-нию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого;

*–* объединение людей, совместно реализующих какую-либо про-грамму или же цель и действующих на основе определенных процедур и правил (рис. В1).

**Организация**

**Свойство** (внутренняя упорядо-ченность, согласован-ность взаимодействия более или менее диффе-ренцированных и авто-номных частей целого, обусловленная его строением)

**Процесс** (совокупность действий или процессов, ведущих к образованию и совер-шенствованию взаимо-связей между частями целого)

**Организационная система**

(объединение людей, совместно реализую-щих какую-либо про-грамму или же цель и действующих на ос-нове определенных процедур и правил)

Рис. В1. Структура термина «Организация»

В методологии понятие «организация» чаще подразумевает процесс и результат этого процесса (свойство). Организационная система ис-пользуется при коллективной научной деятельности или при управле-нии научными проектами.

Методология рассматривает *организацию деятельности* как целе-направленную активность человека. Организовать деятельность – зна-чит упорядочить её в целостную систему с четкими и определенными характеристиками, логической структурой, определяющими процесс её осуществления.

*Логическая структура* включает в себя следующие компоненты: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности и её результат. Внешними по отношению к этой структуре являются сле-дующие *характеристики деятельности*: принципы, нормы, условия и особенности.

6

Исторически сложились разные типы культуры организации дея-тельности. Современным является проектно-технологический тип, ко-торый заключается в том, что продуктивная деятельность человека (или организации) разбивается на отдельные завершенные циклы, которые называются *проектами*.

Существует два определения проекта: проект как нормативная мо-дель некоторой системы и проект как целенаправленное создание либо изменение системы, ограниченное во времени и ресурсах и имеющее специфическую организацию.

Процесс деятельности рассматривается в рамках проекта, реали-зуемого в определенной временной последовательности по стадиям, фа-зам и этапам, причем последовательность является общей для всех ви-дов деятельности.

Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

1) *фаза проектирования*, результатом которой является построен-ная модель или научная гипотеза как модель создаваемой системы но-вого научного знания и план ее реализации;

2) *технологическая фаза*, результатом которой является реализация системы, т.е. проверка гипотезы;

3) *рефлексивная фаза*, результатом которой является оценка по-строенной системы нового научного знания и определение необходимо-сти либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта, т.е. построения новой гипотезы и ее дальнейшей проверки [1, 27].

Таким образом, структуру научного исследования можно предста-вить в виде схемы (рис. В2) [1].

**Методология научных исследований**

**Характеристика научной деятельности**

Особенности Принципы Условия Нормы научной деятельности

**Логическая структура научной деятельности**

Субъект Объект Предмет Формы Вред става Методы

Результат научной деятельности

**Временная структура научной деятельности**

Фазы Стадии

Этапы научной деятель-ности

Рис. В2. Структура методологии научного исследования

7

**Глава 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

**1.1. Определение науки**

*Наука* – это сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении. Наука является важнейшей составляющей духовной культуры. Она характери-зуется следующими взаимосвязанными признаками:

*–* совокупность объективных и обоснованных знаний о природе, че-ловеке, обществе;

*–* деятельность, направленная на получение новых достоверных знаний;

*–* совокупность социальных институтов, обеспечивающих сущест-вование, функционирование и развитие познания и знания.

Термин «наука» употребляется также для обозначения отдельных областей научного познания: математики, физики, биологии и т.д.

*Целью науки* является получение знаний о субъективном и объек-тивном мире.

*Задачами науки* являются*:*

*–* собирание, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;

*–* обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;

*–* систематизация полученных знаний;

*–* объяснение сущности явлений и процессов;

*–* прогнозирование событий, явлений и процессов;

*–* установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

*Функции науки*. Важнейшая функция науки – быть производительной силой общества. Значение науки резко возросло в эпоху Возрождения, ко-гда предметно-практическая деятельность достигла уровня, на котором многие задачи не поддавались решению без применения научных методов. В XX веке наука превращается в передовую движущую производительную силу. Возникают новые отрасли производства, неразрывно связанные с но-вейшими открытиями в области радиоэлектроники, биотехнологий, ин-формационных технологий и т.д. Наука становится сферой духовного про-изводства, которая вырабатывает и предлагает практике надежно обосно-ванные программы и планы деятельности, выраженные в форме теорети-ческих исследований или инженерно-конструктивных схем.

8

В эпоху Возрождения и раннего Просвещения начала проявляться мировоззренческая функция науки. В борьбе с религией науке при-шлось отстаивать право на участие в становлении мировоззрения. К ми-ровоззренческой функции близка и образовательная функция науки, так как главной задачей образования является приобщение человека к цен-ностям культуры, включающей кроме науки также мораль, религию, философию, искусство и т.д.

*Классификация наук* – это раскрытие их взаимной связи на основа-нии определенных принципов и выражение этих связей в виде логиче-ски обоснованного расположения или ряда. Классификация наук рас-крывает взаимосвязь естественных, технических, общественных наук и философии. В настоящее время различают науки (рис. 1.1) в зависимо-сти от сферы, предмета и метода познания:

1) о природе – естественные;

2) об обществе – гуманитарные и социальные;

3) о мышлении и познании – логика, гносеология, эпистемология и др.

**Наука**

Естественные Гуманитарные и социальные Логика, гносеология и др.

Рис. 1.1. Классификация науки в зависимости от сферы, предмета и метода познания

В Классификаторе направлений и специальностей высшего профес-сионального образования с перечнем магистерских программ (специа-лизаций) по направлениям образования выделены:

1) естественные науки и математика (физика, химия, география, ме-ханика, биология, геология, экология и другие);

2) гуманитарные и социально-экономические науки (филология, философия, история, политология, культурология, журналистика, пси-хология, социология, экономика, искусство, физическая культура, ис-кусство и другие);

3) технические науки (строительство, архитектура, электроника, геодезия, телекоммуникации, металлургия, горное дело, радиотехника и другие);

4) сельскохозяйственные науки (агроинженерия, лесное дело, агро-номия, зоотехника, ветеринария, рыболовство и др.).

9

Наука по методу познания подразделяется:

– на *эмпирические науки,* которые более углубленно изучают зна-ния, полученные в результате материальной практики или благодаря непосредственному контакту с действительностью. Главными методами эмпирических наук являются наблюдения, измерения и эксперименты. Наука, которая находится на эмпирическом уровне, занимается сбором фактов, их первоначальным обобщением и классификацией. Эмпириче-ские познания предоставляют науке факты, при этом фиксируются ус-тойчивые связи и закономерности окружающего нас мира;

*–* на *теоретическое знание*, которое является результатом обобще-ния эмпирических данных. На теоретическом уровне формулируются законы науки, которые дают возможность объяснения и предсказания эмпирических ситуаций, т.е. познания сущности явлений. Всегда теоре-тическое знание опирается на эмпирическую действительность.

По отношению к практике – науки подразделяют на *фундаменталь-ные и прикладные*. Цель фундаментальных наук – познание основных за-конов природы, общества и мышления, а прикладных – практическая реа-лизация результатов деятельности фундаментальных отраслей науки.

Наука играет огромную роль в развитии человеческого общества. Она пронизывает все сферы человеческой деятельности как материаль-ной, так и духовной. Понятие науки включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности, т.е. сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в целом научную картину мира.

*Непосредственными целями науки* является описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет ее изучения на основе открываемых ею законов [2, 34].

**1.2. Наука и другие формы освоения действительности**

Наука как производство знаний представляет собой весьма специ-фическую форму деятельности человека. Она существенно отличается как от деятельности в сфере материального производства, так и от дру-гих видов духовной деятельности. Если в материальном производстве знания лишь используют, то в науке их получение является главной и непосредственной целью. Это не зависит от того, в каком виде вопло-щается эта цель, будь то схемы технологического процесса, теоретиче-ские описания, сводка экспериментальных данных и др. В отличие от других видов деятельности, результат которых известен заранее, т.е. за-

10

дан до начала деятельности, научная дает начало приращения нового знания. Именно поэтому наука выступает как сила, революционизи-рующая другие виды деятельности.

Наука отличается от эстетического освоения действительности стремлением к максимально обобщенному объективному знанию. Если искусство развивает чувственно-образную сторону, творческие способ-ности человека, то наука развивает в основном интеллектуальную сто-рону. Но науку и исскуство объединяет творчески познавательное от-ношение к действительности.

Отношения между наукой и философией имеют тесную взаимо-связь. Философия по отношению к науке выполняет функцию методо-логии познания и мировоззренческой интерпретации результатов. Раз-личные философские направления по-разному относятся к науке и при-нятым ею способам построения знания. Некоторые настроены к науке скептически иногда даже враждебно, другие же пытаются растворить философию в науке, игнорируя тем самым мировоззренческие функции философии. Знаменитые ученые всех времен, определившие главные направления развития науки, не только имели выдающиеся научные достижения, но и существенным образом повлияли на мировоззрение и стиль мышления своего времени [2, 34].

**1.3. Основные этапы развития науки**

Первые научные знания применялись в практической деятельности ранних человеческих обществ, когда неразрывно соединялись произ-водственные и познавательные процессы. Поэтому знания первоначаль-но носили практический характер, исполняя роль методических руко-водств для конкретных видов человеческой деятельности.

*В странах Древнего Востока (Египет, Индия, Китай)* было накоп-лено значительное количество знаний, которые явились важной предпо-сылкой для будущей науки. В этот период появляются первые признаки, связанные с организацией исследований и воспроизводства субъекта научной деятельности. Возникают и консолидируются ученые сообще-ства, научно-исследовательские и учебные заведения. Например, в Древнем Египте уже тогда существовало своеобразное высшее научное учреждение – «дом жизни», где накапливались наиболее ценные дости-жения производства и интеллектуального труда.

*Древнегреческая наука* (*Демокрит, 460*–*370 гг. до н. э.; Аристо-тель, 384*–*322 гг. до н. э.*) дала первые описания закономерностей разви-тия природы, общества и мышления. Некоторые историки считают, что

11

математика и научное познание в целом берут свое начало в Древней Греции. Особое место занимает деятельность Фалеса Милетского. Он первым поставил вопрос о необходимости доказательства геометриче-ских утверждений и осуществил целый ряд таких доказательств. Грече-ская философия, особенно в начальный период ее развития, отличалась стремлением понять сущность природы, космоса и мира в целом. Пер-вые греческие философы размышляли о происхождении мира, его строении, пытались постигнуть его начала и причины. Поэтому их и на-зывали – «физиками», от греческого слова «фюсис» – природа.

В Древней Греции в практику мыслительной деятельности была введена система абстрактных понятий, появилась традиция поиска объ-ективных законов мироздания. В этот период создавались первые теоре-тические системы в геометрии (*Евклид, III век до н. э.*), механике (*Архи-мед, 287*–*212 гг. до н. эр.*) и астрономии (*Птолемей, II век до н. э.*).

Огромный вклад в развитие науки *в эпоху Средневековья* внесли из-вестные ученые Арабского Востока и Средней Азии (*Ибн Сина, 970– 1037 гг.; Бируни, 973–1048 гг. и др.*), которые сохранили и углубили древнегреческие научные традиции. Они обогатили науку в таких об-ластях знания, как медицина, философия, математика, астрономия, фи-зика, геология, история и др.

В *Средневековой Европе* получили широкое развитие схоластика, алхимия и астрология. *Схоластика* – это тип религиозной философии, характеризующийся полным подчинением теологии (богословию), со-единением догматических предпосылок с рационалистической методи-кой и интересом к формально-логическим проблемам.

Широкое распространение в эпоху позднего Средневековья полу-чило своеобразное явление культуры – *алхимия*. Алхимики считали, что главная их задача – превращение с помощью «философского камня» не-благородных металлов в благородные. Благодаря алхимии была заложе-на традиция опытного изучения различных веществ, тем самым была создана почва для возникновения химии.

Еще одно учение, получившее большое распространение, – *астро-логия.* Астрологи считали, что по расположению небесных светил воз-можно предсказать исход каких-либо действий, а также будущее целых народов и отдельных людей. На определенном этапе астрология стиму-лировала развитие наблюдательной астрономии и способствовала раз-витию ее опытной базы. В Европе несколько позже появляются первые университеты. Они были не только учебными, но и научными центрами.

12

Старейшими университетами являются Болонский (1119), Парижский (1160), Оксфордский (1167), Кембриджский (1209), Падуанский (1222), Неаполитанский (1224).

Наука в современном понимании начала складываться в XYI–XYII вв. В этот период было подорвано господство религиозного мышления, и нау-ка начала превращаться в самостоятельный фактор духовной жизни. Именно тогда наука берет на вооружение эксперимент, который является ведущим методом исследования.

В Риме (1603) создается первая академия наук – Академия Деи Личеи, членом которой был Г. Галилей. В Лондоне (1660) основывается один из ведущих научных центров Европы – Лондонское королевское общество. Которое с 1665 года издает «Философские записки» – один из старейших научных журналов мира. Оценка наиболее значимых научных результатов от имени профессионального журнала становится нормой.

Успехи науки этого периода (*Галлией, 1564–1642 гг., Декарт, 1595– 1650 гг., Ньютон, 1643–1727 гг. и др.*) способствовали тому, что она стала выступать как высшая культурная ценность. Произошла первая научная революция, которая привела к формированию механистической картины мира.

Значительные изменения в организации исследований (прежде все-го химических и физических) происходят в середине XIX в. На смену ученым-одиночкам и традиционным кабинетам приходят научно-исследовательские лаборатории. Первые лаборатории были открыты при Лейпцигском, Геттингенском, Гейдельбергском университетах. В 1872 году в России была организована первая лаборатория по инициа-тиве физика А.Г. Столетова. Впоследствии многие лаборатории преоб-разуются в научно-исследовательские институты. Таким образом, соз-даются предпосылки для формирования научных школ (рис. 1.2).

С возникновением университетских исследовательских лабораторий связано рождение современной науки, так как они привлекали к своей работе студентов и проводили исследования, имеющие важное приклад-ное значение. Новая модель образования привела к появлению на рынке таких товаров, разработка которых предполагала доступ к научному зна-нию. Например, с середины XIX века на мировом рынке появляются раз-личные ядохимикаты, удобрения, взрывчатые вещества, электротехниче-ские товары и т.д. Кризис классической науки и крах механистического мировоззрения пришелся на конец XIX и начало XX века. Это было свя-зано с открытием электронов и явления радиоактивности, а также с появ-

13

лением теории относительности Эйнштейна. Кризис разрешился новой революцией. В науке резко возрос объем коллективного труда, появилась прочная взаимосвязь с техникой [2, 34].

Древний Восток (Египет, Индия, Китай)

Древнегреческая наука (Демокрит, Аристотель)

Средневековье

Арабский Восток и Средняя Азия (Ибн Сина, Бируни и др.)

Европа (схоластика, алхимия, астрология) (Галилей, Декарт, Ньютон)

Рождение современной науки с середины XIX века (теория относительности Эйнштейна)

Рис. 1.2. Этапы развития науки

В XX веке произошел быстрый рост методологических исследова-ний. Это было обусловлено революционными изменениями в науке, технике, социальной и других сферах жизни общества. Довольно силь-ное влияние на развитие методологии оказали процессы интеграции и дифференциации научного знания, коренные преобразования классиче-ских и появление множества новых дисциплин, а также превращение науки в непосредственную производительную силу общества.

Сегодня перед обществом возникает множество глобальных про-блем, связанных с экологией, демографией, урбанизацией, освоением космоса и других, для решения которых требуются крупномасштабные программы, реализуемые благодаря взаимодействию многих наук. Воз-никает необходимость связать воедино усилия специалистов разного профиля и объединить различные представления и способы решения в условиях принципиальной неполноты и неопределенности информации о комплексном объекте (системе). Все эти проблемы привели к разра-ботке таких методов и средств, которые смогли бы обеспечить эффек-тивное взаимодействие и синтез методов различных наук (системный подход, теоретическая кибернетика, концепция ноосферы В.И. Вернад-ского и др.).

14

**1.4. Понятие о научном знании**

*Знание* – это проверенный практикой результат познания действи-тельности, правильное её отражение в сознании человека. Главной функцией знания является обобщение разрозненных представлений о законах природы, общества и мышления.

*Познанием* называют движение человеческой мысли от незнания к знанию. В основе познания лежит отражение объективной действитель-ности в сознании человека в процессе его практической (производст-венной, общественной и научной) деятельности. Таким образом, позна-вательная деятельность человека обусловлена практикой и направлена на практическое овладение действительностью. Процесс этот бесконе-чен, так как диалектика познания выражается в противоречии между безграничной сложностью объективной действительности и ограничен-ностью наших знаний.

Основная цель познания – это достижение истинных знаний, кото-рые могут реализоваться в виде законов и учений, теоретических поло-жений и выводов, подтвержденных практикой и существующих объек-тивно, независимо от нас.

Знание может быть относительным и абсолютным. *Относительное знание* является отражением действительности с некоторой неполнотой совпадения образца с объектом.

*Абсолютное знание* – это полное воспроизведение обобщенных представлений об объекте, которые обеспечивают абсолютное совпаде-ние образца с объектом.

Различают два вида познания: чувственное и рациональное (рис. 1.3). *Чувственное познание* – это следствие непосредственной связи чело-

века с окружающей средой. Оно выражается через элементы чувственного познания, т.е. восприятие, ощущения, представление и воображение.

*Восприятие* – это отражение мозгом человека свойств предмета или явления в целом, воспринимаемых его органами чувств в определенный отрезок времени. Восприятие дает первичный чувственный образ пред-мета или явления.

*Ощущение* – это отражение мозгом человека различных свойств предмета либо явления объективного мира, которые воспринимаются его органами чувств.

*Воображение* – это преобразование различных представлений в мозгу человека и соединение их в цельную картину образов.

15

16

*Представление* – это вторичный образ предмета или явления, кото-рые в данный момент времени не действуют на органы чувств человека, но обязательно действовали ранее.

*Рациональное познание* – это опосредованное и обобщенное отра-жение в мозгу человека существенных свойств, причинных отношений и закономерных связей между объектами и явлениями. Оно дополняет и опережает чувственное познание, способствует осознанию сущности происходящих процессов, вскрывает закономерности их развития. Фор-мой рационального познания является абстрактное мышление, логич-ные рассуждения человека. Структурными элементами являются поня-тия, суждения, умозаключения.

*Понятие* – это мысль, которая отражает необходимые и существен-ные признаки предмета или явления. Понятия бывают единичными, об-щими, абстрактными, конкретными, относительными. *Общие понятия* связаны с некоторым множеством предметов или явлений, *единичные* относятся только к одному.

*Конкретные* понятия относятся к конкретным предметам или явле-ниям. *Абстрактные* – к отдельно взятым признакам предмета или явле-ния. *Относительные* – всегда представляются попарно. *Абсолютные* – не содержат парных отношений.

*Суждение* – это мысль, в которой содержится утверждение или от-рицание чего-либо посредством связи понятий. Суждения бывают ут-вердительными и отрицательными, общими и частными, условными и разделительными.

*Умозаключение* – это процесс мышления, который соединяет по-следовательность двух или более суждений, в результате чего появляет-ся новое суждение. Умозаключение является выводом, который делает возможным переход от мышления к практическим действиям. В непо-средственных умозаключениях приходят от одного суждения к другому. В опосредованных умозаключениях переход от одного суждения к

другому осуществляется посредством третьего.

Процесс познания идет от научной идеи к гипотезе, впоследствии превращаясь в закон или теорию (рис. 1.4).

*Научная идея* – это интуитивное объяснение явления без промежу-точной аргументации и осознания всей совокупности связей, на основе которой делается вывод. Идея помогает вскрыть ранее не замеченные закономерности какого-либо явления. Она основывается на уже имею-щихся о нем знаниях.

17

18

*Гипотеза* (от греч. hypоthеsis – основание, предположение) – это предположение о причине, которая вызывает данное следствие. В осно-ве гипотезы всегда лежит предположение, достоверность которого на определенном уровне науки и техники не может быть подтверждена. Гипотеза всегда выходит за пределы известных фактов и является на-правляющей силой для проведения теоретических или эксперименталь-ных исследований. Любая гипотеза подвергается тщательной проверке, в результате которой убеждаются, что она не противоречит никаким другим уже доказанным гипотезам и что следствия, вытекающие из нее, совпадают с наблюдаемыми явлениями. В своем развитии гипотеза про-ходит три основных стадии:

1) накопление фактического материала и высказывание на его ос-нове некоторых предположений;

2) развертывание предположений в гипотезу; 3) проверка и уточнение гипотезы.

Существуют основные правила выдвижения и проверки гипотезы:

*–* гипотеза должна находиться в согласии или быть совместимой со всеми факторами, которых она касается;

*–* из многочисленных противостоящих одна другой гипотез, выдви-нутых для объяснения серии фактов, предпочтительнее та, которая объ-ясняет наибольшее их число;

*–* для объяснения связи серии фактов нужно выдвигать как можно меньше разных гипотез;

*–* при выдвижении гипотезы необходимо сознавать вероятностный характер ее выводов;

*–* гипотезы, которые противоречат друг другу, не могут быть ис-тинными. Исключением может быть случай, когда они объясняют раз-личные стороны одного и того же объекта.

В случае когда гипотеза согласуется с наблюдаемыми фактами, ее называют законом или теорией.

*Закон* – это необходимые, существенные, устойчивые, повторяющиеся отношения между явлениями в природе и обществе. Закон отражает общие связи и отношения, присущие всем явлениям данного рода, класса. Закон носит объективный характер и существует независимо от сознания людей.

Главная задача науки и составляет познание законов, которые яв-ляются основой преобразования природы и общества.

Существует три основных группы законов:

1) специфические, или частные (например, закон сложения скоро-стей в механике);

19

2) общие для больших групп явлений (например, закон сохранения энергии);

3) всеобщие или универсальные (например, законы диалектики). Для доказательства закона используются суждения, которые ранее

уже признаны истинными и из которых логически следует доказывае-мое суждение.

Иногда в процессе познания можно доказать и противоречивые су-ждения. В таких случаях говорят о возникновении парадокса.

*Парадокс* (от греч. pаrаdоxоs – неожиданный, странный; неожидан-ное, непривычное, расходящееся с традицией утверждение, рассужде-ние или вывод) – это противоречие, полученное в результате внешне логически правильного рассуждения, но приводящее к взаимно проти-воречащим заключениям. Характерной чертой современной науки явля-ется её парадоксальность. Разрешение парадоксов является одним из методов совершенствования научных теорий. Основными путями раз-решения парадоксов являются совершенствование исходных суждений в системе знаний и устранение ошибок в логике доказательств.

При проведении исследования логика доказательств подчиняется законам формальной логики, основными из которых являются закон тождества, закон противоречия, закон исключения третьего и закон дос-таточного основания.

*Закон тождества*: объем, и содержание мысли о предмете иссле-дования в пределах одного рассуждения должны быть строго определе-ны и оставаться неизменными в процессе рассуждения о нем. Закон требует, чтобы все понятия и суждения носили однозначный характер, исключали неопределенность и двусмысленность.

Одной из наиболее распространенных логических ошибок при вы-полнении научного исследования является подмена понятий. Суть этой ошибки состоит в том, что вместо определенного понятия под его видом употребляют другое понятие. Такая подмена может быть как преднаме-ренной, так и неосознанной.

*Закон противоречия*: в процессе рассуждений об определенном предмете нельзя одновременно утверждать и отрицать что-либо, в про-тивном случае оба суждения не могут быть истинными. Этот закон тре-бует, чтобы в ходе научных рассуждений не допускалось противоречи-вых утверждений.

Закон противоречия используется в доказательствах. Если в про-цессе доказательства установлено, что одно из противоположных суж-дений истинно, то, следовательно, другое суждение ложно.

20

Закон противоречия может не действовать только в том случае, ко-гда что-либо утверждается и отрицается относительно одного и того же предмета, рассматриваемого в разное время и в разном отношении.

*Закон исключения третьего:* процесс рассуждений должен быть дове-ден до определенного утверждения либо отрицания; в этом случае истин-ным оказывается одно из двух отрицающих друг друга суждений. Закон имеет силу только при условии соблюдения законов тождества и противо-речия. Он требует от исследователя определенных и ясных ответов, со-блюдения последовательности в изложении установленных фактов.

*Закон достаточного основания:* в процессе рассуждения достаточ-ными считаются лишь те суждения, истинность которых может быть подтверждена достаточным основанием.

Под одно и то же утверждение можно подвести бесконечное мно-жество оснований. Однако не все они могут рассматриваться как доста-точные. Каждое суждение, используемое в научной работе, прежде чем быть принятым за истинное, должно быть обосновано. Этот закон помо-гает отделить истинное от ложного и прийти к верному выводу.

*Теория* (от греч. thеоriа – рассмотрение, исследование) – это форма научного знания, которая дает целостное представление о закономерно-стях и существенных связях действительности. Теория возникает в ре-зультате обобщения познавательной деятельности и практики.

К любой новой теории предъявляются следующие требования:

*–* научная теория должна быть адекватной описываемому объекту или явлению;

*–* она должна соответствовать эмпирическим данным;

*–* в ней должны существовать связи между различными положе-ниями, обеспечивая переход от одних утверждений к другим;

*–* теория должна удовлетворять требованию полноты описания не-которой области действительности и объяснять взаимосвязи между раз-личными компонентами системы;

*–* теория должна обладать конструктивностью, простотой и эври-стичностью [3].

*Эвристичность* теории это возможности, которые можно объяснить или предсказать. *Конструктивность* теории состоит в простой проверяе-мости основных ее положений. *Простота* теории достигается сокращени-ем и уплотнением информации и введением обобщенных законов.

Структуру теории формируют факты и категории, аксиомы и по-стулаты, принципы, понятия и суждения, положения и законы. Теория всегда имеет объективное проверенное практикой обоснование.

21

*Факт* – это знание об объекте или явлении, достоверность которого доказана.

*Категория* – это наиболее общие и фундаментальные понятия, от-ражающие существенные, всеобщие свойства и отношения явлений действительности и познания. Категории образовались в результате обобщения исторического развития познания и общественной практики. К наиболее известным категориям относятся, например, материя, про-странство и время, количество и качество, противоречие, необходи-мость и случайность, сущность и явление и др.

*Аксиома* (от греч. аxiоmа – положение) – это положение, прини-маемое без какого-либо логичного доказательства в силу его непосред-ственной убедительности (истинное исходное положение). Аксиомы очевидны без доказательств; из них выводят остальные предположения по заранее обусловленным правилам.

*Постулат* (от лат. pоstulаtum – требование) – это утверждение (су-ждение). Он принимается в рамках какой-либо научной теории за ис-тинное, хотя и недоказуемое ее средствами, и поэтому играющее в ней роль аксиомы.

*Принцип* (от лат. principium – начало, основа) – это основное исходное положение какой-либо теории, учения, науки или мировоззрения. Под принципом в научной теории понимают абстрактное определение идеи, возникающее в результате субъективного осмысливания опыта людей.

*Понятие* – это мысль, в которой обобщаются и выделяются пред-меты (или свойства) класса (или явления) по определенным общим и в совокупности специфическим для них признакам.

Понятия характеризуются их содержанием и объемом. Содержание понятия – это совокупность признаков, которые объединены в данном понятии. Объем понятия – это круг тех предметов или явлений, на кото-рые оно распространяется.

Определением понятия называется раскрытие его содержания. В процессе развития научных знаний определения понятия могут уточ-няться, при этом в их содержательную часть вносятся новые признаки. Процесс исследования завершается определением, закрепляющим полу-ченные научные результаты.

*Суждение или высказывание* – это мысль, выраженная в виде пове-ствовательного предложения, которая может быть либо истинной, либо ложной.

*Положение* – это сформулированная мысль, высказанная в виде на-учного утверждения.

22

Таким образом, наиболее развитой формой обобщенного научного познания является теория. Овладев теорией, можно открывать новые законы, прогнозировать и предсказывать будущее.

Процесс познания происходит по определенным правилам, состав-ляющим основу учения – методологии. *Методология науки* – это учение о принципах построения, способах и формах научного познания, т.е. это учение о структуре, логической организации, средствах и методах науч-ной деятельности [3].

**1.5. Методы научного познания**

Развитие науки идет от сбора фактов, их изучения, систематизации, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к логически стройной системе научных знаний, которая позволяет объяснить уже известные факты и предсказать новые. Путь познания – это путь от жи-вого созерцания к абстрактному мышлению.

Процесс познания, как и развитие науки, начинается со сбора фак-тов. Но факты сами по себе это еще не наука. Они становятся частью научных знаний лишь в систематизированном, обобщенном виде. Фак-ты можно систематизировать с помощью простейших абстракций – по-нятий (определений), являющихся важными структурными элементами науки. Наиболее широкие понятия – категории (товар и стоимость, форма и содержание и т.д.).

Одной из важных форм знания являются *принципы (постулаты), аксиомы*. Под принципом понимают исходное положение какой-либо отрасли науки (аксиомы Евклидовой геометрии, постулат Бора в кван-товой механике и т.д.).

*Научные законы* являются важнейшим составным звеном в системе научных знаний. Они отражают наиболее существенные, устойчивые, повторяющиеся, объективные, внутренние связи в природе, обществе и мышлении. Законы выступают в форме определенного соотношения понятий и категорий.

Наиболее высокой формой обобщения и систематизации является теория. *Теория* – это учение об обобщенном опыте (практике), формули-рующее научные принципы и методы, которые позволяют познать сущест-вующие процессы и явления, проанализировать действия различных фак-торов и предложить рекомендации по практической деятельности.

Путем широкого использования общенаучных методов при прове-дении теоретических и экспериментальных исследований осуществля-ется выработка новых знаний.

23

*Метод* – это способ теоретического или экспериментального иссле-дования какого-либо явления или процесса. Метод является инструмен-том решения главной задачи науки – открытия объективных законов дей-ствительности. Он определяет необходимость и место применения анали-за и синтеза, индукции и дедукции, сравнения теоретических и экспери-ментальных исследований. Это орудие мышления исследователя.

*Методология* – это учение о структуре логической организации, методах и средствах деятельности (учение о принципах построения, формах и способах научно-исследовательской деятельности). Методо-логия науки дает характеристику компонентов научного исследования – его объекта, предмета анализа, задачи исследования (или проблемы), совокупности исследования средств, необходимых для решения задачи данного типа, а также формирует представление о последовательности движения исследования в процессе решения задачи. Наиболее важным в методологии является постановка проблемы, построение предмета ис-следования, построение научной теории, а также проверка полученного результата с точки зрения его истинности.

Основными общенаучными методами являются: анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия и моделирование, абстрагирование и конкретизация (рис. 1.5).

*Синтез* (от греч. synthеsis – соединение) – это метод исследования, который позволяет соединять элементы (части) объекта, расчлененного в процессе анализа, устанавливать связи между элементами и познавать объекты исследования как единое целое. Например, переход от иссле-дования напряженно-деформированного состояния отдельного стержня в сопротивлении материалов к стержневой системе (раме, ферме, арке и их комбинациям) в строительной механике.

При изучении любого конкретного объекта исследования анализ и синтез используются одновременно, поскольку они взаимосвязаны.

*Анализ* (от греч. аnаlysis – разложение) – это метод исследования, заключающийся в том, что предмет изучения мысленно или практиче-ски расчленяется на составные элементы (части объекта, или его при-знаки, свойства, отношения), при этом каждая из частей исследуется от-дельно. Например, представление реального здания или сооружения в виде расчетной схемы и метод сечений.

Наиболее общая черта современной науки – это стремление к теоре-тическому синтезу. Он дает возможность объединять предметы или знания о них, то есть осуществлять их систематизацию. Системный подход в нау-ке позволяет глубже синтезировать знания о предмете исследования.

24

25

*Индукция* (от лат. inductiоn – наведение) – это умозаключение от фактов к некоторой гипотезе (общему утверждению). Различают *полную индукцию*, когда обобщение относится к конечно-обозримой области фактов и сделанное заключение полностью рассматривает изучаемое явление, и *неполную индукцию*, когда оно относится к бесконечной или конечно-необозримой области фактов, а сделанное заключение позволя-ет составить лишь ориентировочное мнение об изучаемом объекте. Но это мнение может быть недостоверным.

*Дедукция* (от лат. dеductiоn – выведение) – это вывод, сделанный по правилам логики, то есть переход от общего к частному. Дедукция – это форма научного познания, когда вывод делается на основе знаний о признаках всей совокупности. Это метод перехода от общих представ-лений к частным.

*Аналогия* (от греч. аnаlоgiа – соответствие, сходство) – это метод научного познания, с помощью которого достигается знание об одних предметах или явлениях на основании их сходства с другими.

Умозаключение по аналогии происходит в том случае, когда знание о каком-либо объекте переносится на другой менее изученный, но сход-ный с ним по существенным свойствам и качествам. Одним из основ-ных источников научных гипотез являются именно такие умозаключе-ния. Благодаря своей наглядности метод аналогий получил широкое распространение в науке и технике.

Метод аналогий является основой другого метода научного позна-ния – метода моделирования.

*Моделирование* (от лат. mоdulus – мера, образец) – это метод науч-ного познания, заключающийся в замене изучаемого объекта его специ-ально созданным аналогом или моделью, по которым определяются или уточняются характеристики оригинала. При этом модель должна со-держать все существенные черты реального объекта.

Одной из основных категорий теории познания является именно моделирование. На его идее базируется любой метод научного исследо-вания, как теоретический, так и экспериментальный. В современной науке и технике широко используется *теория подобия* (геометрическо-го, физического, физико-механического), которая служит основой для построения моделей и разработки теории эксперимента.

*Абстрагирование* (от лат. аbstrаctiо – отвлечение) – это метод науч-ного исследования, основанный на том, что при изучении какого-либо явления (процесса) не учитываются его несущественные признаки и

26

стороны. Это позволяет упрощать картину изучения явления. Абстрак-ции сводятся к перестройке предмета исследования, т.е. замещению первоначального предмета другим.

Абстрактное понятие противопоставляется конкретному, а абстра-гирование – конкретизации.

*Конкретизация* (от лат. cоncrеtus – сгущенный, уплотненный, сросшийся) – это метод научного познания, с помощью которого выде-ляются существенные свойства, связи и отношения предметов или яв-лений. Он требует учета всех реальных условий, в которых находится исследуемый объект.

В процессе познания мысль движется от абстрактного, более бедно-го содержанием понятия к конкретному, более богатому содержанием. Эти два метода научного познания, несмотря на свою методологиче-скую противоположность, взаимно дополняют друг друга.

К методам научного познания, используемым на теоретическом уровне, относятся объяснение и формализация.

Метод научного познания – *объяснение*, с помощью которого со-ставляется объективная основа изучаемого явления или процесса. Оно позволяет выдвинуть гипотезу или предложить теорию исследуемого класса явлений или процессов.

*Формализация* – это отображение объекта или явления в знаковой форме какого-либо искусственного языка (математики, химии и т.д.), с помощью которого производится формальное исследование их свойств. Осуществляется на основе абстракций, идеализации и введения искусственных символических знаков. Примером использования фор-мализации является математика, различные естественные и технические науки (физика, теоретическая механика, сопротивление материалов и т.д.), в которых вывод содержательного предложения заменяется вы-водом выражающей его формулы.

Формализация дает возможность проведения систематизации, уточнения, методологического прояснения содержания теории и выяс-нения характера взаимосвязей ее различных положений. С ее помощью можно выявлять и формулировать еще не решенные проблемы.

Гипотеза и теория, рассмотренные ранее как формы научного по-знания, также относятся к методам научного познания, как и наблюде-ние и эксперимент.

*Наблюдение* – это метод целенаправленного исследования объек-тивной действительности в том виде, в каком она существует в природе и обществе и доступна непосредственному восприятию. Наблюдение

27

отличается от восприятия (отражения предметов объективного мира) целенаправленностью, т.е. человек наблюдает то, что имеет для него теоретический либо практический интерес. При этом он отбирает толь-ко самые существенные факты, характеризующие объект исследования.

Различают *качественное наблюдение,* когда в процессе наблюдения выявляются качественные изменения в объекте или процессе, и *количе-ственное,* когда фиксируются изменения их количественных парамет-ров, не вызывающих при этом качественных изменений. Например, ис-пытание изгибаемой железобетонной конструкции (балки на двух опо-рах) до разрушения. В процессе нагружения балки постепенно увеличи-вающейся внешней нагрузкой в ее поведении первоначально наблюда-ются количественные изменения, которые выражаются в виде возрас-тающего прогиба. Затем при некоторой величине внешней нагрузки на ее боковой поверхности начинают появляться трещины, а это уже каче-ственные изменения, фиксируемые наблюдателем. При дальнейшем возрастании нагрузки увеличивается прогиб, соответственно, увеличи-вается ширина раскрытия трещин, и они появляются в новых местах. Такие изменения носят количественный характер. Наконец, при опреде-ленной величине нагрузки без ее увеличения в течение определенного времени растут и прогибы балки, и ширина раскрытия трещин, что сви-детельствует о начале качественно нового этапа разрушения.

Наблюдение должно удовлетворять определенным требованиям:

*–* наблюдение должно проводиться для четко поставленной задачи; *–* в первую очередь при наблюдении должны рассматриваться ин-

тересующие стороны явления;

*–* наблюдение должно быть активным;

*–* при наблюдении необходимо искать определенные черты явления. Любое научное наблюдение способствует выявлению дополнитель-

ных факторов и закономерностей развития наблюдаемых явлений или процессов и накоплению нового эмпирического знания.

Наблюдение должно вестись по плану и подчиняться определенной тактике. В некоторых случаях результаты наблюдения дают не только первичную информацию об объекте, но и при ее правильном объясне-нии могут привести к крупным научным открытиям. В связи с этим на-блюдаемость является одним из важных качеств исследования.

*Эксперимент* (от лат. еxpеrimеntum – проба, опыт, чувственно-предметная деятельность в науке; в более узком смысле – опыт, воспро-изведение объекта познания, проверка гипотез и т.п.) – это метод науч-ного познания, при котором происходит исследование объекта в точно

28

учитываемых условиях, задаваемых экспериментатором, позволяющий следить за изучаемым объектом и управлять им. Эксперимент, как и на-блюдение, может быть *качественным* (обычно на ранних стадиях на-блюдения) и *количественным*.

Преимущество экспериментального изучения объекта по сравне-нию с простым наблюдением заключается в следующем:

*–* возможность изучения свойств объекта в экстремальных услови-ях, что позволяет глубже проникнуть в сущность явлений (например, при разрушении объекта, при потере устойчивости элементов стержне-вых систем, при высоких и низких температурных воздействиях и т.п.);

*–* при необходимости многократное воспроизводство исследуемого явления;

*–* изучение свойств явлений, не существующих в природе в чистом виде;

*–* эксперимент можно повторить, а наблюдение не всегда. Эксперименты могут быть *натуральными* и *модельными*. *Нату-*

*ральный* эксперимент изучает объекты в их естественном состоянии. *Модельный* модернизует объекты и позволяет изучить более широкий диапазон изменения объекта [8].

Эксперимент обычно ставят на заключительных стадиях исследо-вания. Он является критерием интенсивности теорий и гипотез, а во многих случаях и источником новых теоретических представлений. Иг-норирование эксперимента может привести к ошибкам.

Процесс подготовки и проведения экспериментального исследования обычно включает в себя несколько последовательных стадий (рис. 1.6).

Оптимизация процесса экспериментального исследования и управ-ление научным поиском осуществляется на основе математической тео-рии эксперимента, что способствует экономии времени и сокращению материальных затрат.

*Измерение* – это процедура определения численного значения харак-теристик исследуемых материальных объектов (массы, скорости, темпера-туры и т.д.). Все измерения производятся с помощью соответствующих измерительных приборов и сводятся к сравнению измеряемой величины с некоторой однородной величиной, принятой в качестве эталона.

В результате высококачественных измерений можно установить факты или определить эмпирические зависимости, сделать эмпириче-ские открытия, приводящие к коренному изменению взглядов в какой-либо области знаний.

29

**Эксперимент**

Выдвижение научной гипотезы

Выбор объекта исследования, его цели

Подготовка материальной базы

Выбор оптимального пути

Наблюдение явлений при осуществлении эксперимента и их описание

Анализ и обобщение полученных результатов

Рис. 1.6. Последовательные стадии эксперимента

Абсолютно точным измерение не может быть, поэтому большое внимание уделяется определению погрешности измерения (при измере-ниях стремятся определить погрешность и уменьшить ее).

В каждой конкретной науке, кроме рассмотренных выше методов научного познания, существуют и свои, присущие только данной науке специальные методы (физические, математические, биологические ме-тоды и т.д.). Специальные методы исследования в результате взаимо-проникновения различных наук находят применение и в других науках (например, математические методы в медицине, физиологии и т.п.).

Математические методы являются наиболее распространенными. Они широко используются в строительных науках. Примером могут служить матричные методы в строительной механике, применяемые при расчете статически неопределимых стержневых систем (метод сил, ме-тод перемещений, смешанный метод, метод конечных элементов и др.).

30

Выбор того или иного метода научного познания при проведении конкретного исследования обусловлен спецификой изучаемого объек-та [3].

**1.6. Этические и эстетические основания методологии**

*Эстетические основания.* В любом виде деятельности человека в той или иной мере присутствуют эстетические компоненты. Их специ-фика и функции заключаются в том, что они являются сферой свобод-ного самовыражения субъекта в его отношении к миру.

Эстетическая деятельность имеет предметно-духовный характер. Ее предметом может стать любой объект действительности, доступный не-посредственному восприятию или представлению. Это могут быть ху-дожественные произведения, содержащие специально заложенную в них эстетическую информацию; природные явления, выделенные из ес-тественного ряда благодаря тому, что к их упорядочению был причас-тен человека.

Предметом эстетической деятельности могут стать явления эстети-чески нейтральные, ценность которых актуализируется или утверждает-ся в процессе самой деятельности. Мир человека всегда был и остается сферой особого интереса эстетической деятельности: общественно-исторический процесс, общественная жизнь людей, их поведение и внутренний, духовный мир.

Эстетическое начало в труде имеет особое значение, являясь основ-ной формой деятельности людей. Хорошо организованный, чередую-щийся с отдыхом свободный труд становится основной формой развития творческих, духовных и физических сил человека. С эстетическим нача-лом в труде связано превращение его в первую жизненную потребность. Труд, направленный на удовлетворение материальных и духовных по-требностей, должен превращаться в потребность, свободное удовлетво-рение которой доставляло бы человеку наслаждение, подобное тому, ка-кое испытывает художник, создавая произведение искусства.

Эстетические компоненты в научной деятельности играют сущест-венную роль. Настоящему ученому занятия наукой доставляют огром-ное эстетическое наслаждение, не меньшее, чем деятельность художни-ка или артиста. Но в результатах научной и художественной деятельно-сти есть существенное принципиальное отличие. В искусстве художест-венные произведения сугубо персонифицированы. Каждое произведе-ние неотъемлемо от автора, создавшего его. Если бы А.С. Пушкин не

31

написал «Евгений Онегин» или Л.В. Бетховен не сочинил бы знамени-тую Девятую симфонию, то этих произведений просто бы не существо-вало. В науке же положение несколько иное. Научные результаты тоже персонифицированы – каждая научная книга или статья имеет автора.

Довольно часто научным законам, теориям, принципам присваива-ются имена ученых. В то же время понятно, что если бы не было, на-пример, И. Ньютона, Ч. Дарвина, А. Эйнштейна, Н.И. Лобачевского, то теории, которые мы связываем с их именами, скорее всего были бы соз-даны какими-то другими учеными. Они появились бы потому, что пред-ставляли собой объективно необходимые этапы развития науки. Об этом свидетельствуют многочисленные факты из истории развития нау-ки, когда к одним и тем же идеям в самых различных отраслях прихо-дили независимо друг от друга разные ученые.

Различие науки и искусства, как правило, объясняется тем, что нау-ка дает логически аргументированное, понятийное, свободное от лич-ных пристрастий знание, а искусство – наглядно, эмоционально, чувст-венно. Но иногда в научных спорах среди людей науки эмоции бывают столь же сильны, как и среди художников.

Различие места эмоций в процессах художественного и научного по-иска, а также в восприятии художественных произведений и результатов научного труда состоит в том, что в науке эмоциональный момент не учитывается, хотя он и присутствует фактически. Здесь источником эмо-ций является реальная личность исследователя; но поскольку изложение итога и конечного результата исследования ведется как бы «от лица» аб-страктного субъекта науки, то эмоции либо устраняются, либо не должны рассматриваться как собственный значимый компонент научного труда.

В искусстве эмоционален не только сам художник, но и сопережи-вающий ему зритель, читатель, слушатель; эмоциональный момент яв-ляется характеристикой субъекта искусства вообще. Искусство это лич-ностное отражение действительности, а наука её отстраненно-объек-тивное отражение.

Таким образом, эстетика имеет непосредственное отношение к ме-тодологии науки как учения об организации научной деятельности, яв-ляясь одним из ее оснований.

*Этические основания методологии*. Поскольку любая человеческая деятельность осуществляется в обществе, то она основывается (точнее, должна всегда основываться) на морали и организовывается в соответ-ствии с нравственными нормами.

32

Нравственная культура общества характеризуется уровнем освое-ния членами общества нравственных норм, принципов, моральных тре-бований, идеалов и т.д. Нравственность представляет собой единое це-лое, включающее моральное сознание, нравственные отношения и мо-ральную деятельность. Природа морали социальна, она всегда имеет конкретно-историческое основание, обусловленное определенными об-щественными отношениями. Нравственная культура выступает как цен-ностное освоение человеком окружающего мира.

Моральные ценности являются своеобразным регулятором отноше-ний общества и личности, они пронизывают всю деятельность человека, всю систему взаимодействия между людьми. Такие категории морали, как добро, долг, честь, совесть, в этих ценностях получают конкретное выражение. Моральные ценности должны стать эталонами должного поведения. Они, как образец поведения, составляют основу моральных оценок деятельности масс, групп и индивидов, фактов и событий. И в случае возникновения актов отклоняющегося поведения посредством моральной оценки господствующее общественное мнение нацеливает индивидов, группы на образцы должного поведения.

Моральные установки общества и личности различны. Мораль об-щества не может быть сведена к механической сумме моральных уста-новок индивидов, и индивидуальная мораль не тождественна общест-венной морали. Между должным поведением, отвечающим нравствен-ным требованиям общества, и практической нравственностью, поступ-ками людей, отражающими достигнутый уровень их морального разви-тия, существуют отношения противоречивого единства, которые могут выражаться в нравственных коллизиях.

Структурными эталонами нравственной культуры как целостной системы являются:

*–* культура этического мышления (умение пользоваться этическим знанием, применять нравственные нормы к особенностям той или иной жизненной ситуации и т.д.);

*–* культура поведения (умение строить свое поведение, совершать поступки соответственно усвоенным принципам и нормам морали);

*–* культура чувств;

*–* этикет, регламентирующий форму и манеру поведения.

Таким образом, нравственная культура является существенной сто-роной деятельности каждого человека, народа, класса, социальной груп-пы, коллектива, отражая функционирование исторически-конкретной системы моральных ценностей.

33

Нравственная культура общества по объему содержания более цело-стно охватывает утвердившуюся систему моральных ценностей и ориен-таций, чем нравственная культура личности, в которой компоненты этой системы проявляются с неповторимой индивидуальной спецификой. Лич-ность в индивидуальном преломлении аккумулирует в своем сознании и поведении достижения нравственной культуры общества. Это помогает человеку поступать нравственно в часто повторяющихся, нестандартных ситуациях и активизирует творческие элементы нравственного сознания.

Эти два уровня нравственной культуры тесно взаимосвязаны. Уро-вень развития нравственной культуры общества во многом определяет-ся совершенством моральной культуры личностей. С другой стороны, чем богаче нравственная культура общества, тем больше возможностей открывается для совершенствования нравственной культуры личности. Существует еще два специфических аспекта этики: «корпоративная» и профессиональная этика.

*Корпоративная этика* – свод писаных и неписаных норм взаимо-отношений между сотрудниками в рамках одного конкретного предпри-ятия, фирмы, организации, учреждения либо сложившихся как тради-ции, либо закрепленных в нормативных документах – уставах, должно-стных инструкциях и, естественно, каждый руководитель, каждый со-трудник должны следовать этим внутренним нормам.

*Профессиональная этика*. Для некоторых профессий существуют, помимо общечеловеческих, общенациональных этических норм, еще и дополнительные профессиональные этические нормы: медицинская этика (знаменитая клятва Гиппократа), педагогическая этика и т.д. Дея-тельность в таких профессиях организуется в соответствии с этими спе-цифическими этическими нормами.

Нормы этики в профессиональной научной деятельности, т.е. нор-мы научной этики это отдельный вопрос.

*Нормы научной этики.* Нормы научной этики не сформулированы в виде каких-либо утвержденных кодексов, официальных требований. Но они существуют и могут рассматриваться в двух аспектах: внутренние (в сообществе ученых) этические нормы и внешние – как социальная ответственность ученых за свои действия и их последствия.

В 1942 году этические нормы научного сообщества были описаны Р. Мертоном (выдающийся социолог ХХ столетия, основатель социо-логии). По его мнению, науки – это совокупность четырех основных ценностей:

*–* универсализм, т.е. истинность научных утверждений, должен оцениваться независимо от расы, пола, возраста, авторитета, званий тех,

34

кто их формулирует. Наука изначально демократична: результаты круп-ного, известного ученого должны подвергаться строгой проверке и кри-тике, как и результаты начинающего исследователя;

*–* общность: научное знание должно свободно становиться общим достоянием;

*–* незаинтересованность, беспристрастность: ученый должен искать истину бескорыстно. Нельзя рассматривать вознаграждение и призна-ние научных достижений ученого как самоцель. Но существует и науч-ная конкуренция, заключающаяся в стремлении ученых получить науч-ный результат быстрее других, и конкуренция отдельных ученых, их коллективов за получение грантов, государственных заказов;

*–* рациональный скептицизм: каждый исследователь несет ответст-венность за оценку качества того, что сделано его коллегами, он не ос-вобождается от ответственности за использование в своей работе дан-ных, полученных другими исследователями, если он сам не проверил точность этих данных. Другими словами, в науке необходимо, с одной стороны, уважение к тому, что сделали предшественники, а с другой стороны – скептическое отношение к их результатам: «Платон мне друг, но истина дороже» (Аристотель).

Внешняя этика науки в отличие от профессиональной, внутренней этики реализуется в отношениях науки и общества как социальная ответ-ственность ученых. Эта проблема не стояла перед учеными до середины ХХ века – до появления ракетно-ядерного оружия, генной инженерии, ги-гантских экологических катастроф и других явлений, сопровождающих научно-технический прогресс. Сегодня ответственность ученого за по-следствия своих действий все возрастает и возрастает [1, 31].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое методология?

2. В чем заключается репродуктивная и продуктивная деятельность человека?

3. Что означает понятие «организация»?

4. Что такое наука, и какими признаками она характеризуется? 5. Перечислите функции науки.

6. Расскажите об этапах развития науки. 7. Что такое знание? Виды знаний.

8. В чем отличие чувственного и рационального познания? 9. Перечислить основные структурные элементы познания. 10. В чем заключаются этические основания методологии?

35

**Глава 2. ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОСТАНОВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ И ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

**2.1. Методы выбора и цели направления научного исследования**

В научно-исследовательской работе различают научное направле-ние, проблемы и темы.

*Научное направление* – это сфера исследований научного коллекти-ва, посвященных решению крупных фундаментальных теоретически-экспериментальных задач в определенной отрасли науки. Структурны-ми единицами направления являются комплексные проблемы, темы и вопросы.

*Проблема* – это сложная научная задача. Она охватывает значи-тельную область исследования и должна иметь перспективное значение. Проблема состоит из ряда тем.

*Тема* – это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследова-тельских вопросах, под которыми понимают более мелкие научные за-дачи. При разработке темы либо вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании: разработать конструкцию, новый материал, технологию и т.д. Решение проблемы ставит более общую задачу, например решить комплекс научных задач, сделать открытие.

Выбор постановки проблемы или темы является весьма сложной и ответственной задачей и включает в себя ряд этапов:

*–* формулирование проблемы;

*–* разработка структуры проблемы (выделяют темы, подтемы и во-просы);

*–* установление актуальности проблемы, т.е. ее ценности для науки и техники.

После обоснования проблемы и установления ее структуры присту-пают к выбору темы научного исследования. К теме предъявляют ряд требований: актуальность, новизна, экономическая эффективность и значимость.

Критерием для установления актуальности чаще всего служит эко-номическая эффективность. На стадии выбора темы экономический эф-

36

фект может быть определен только ориентировочно. Для теоретических исследований требование экономичности может уступать требованию значимости.

Важной характеристикой темы является осуществимость или вне-дряемость, поэтому, формулируя тему, научный работник должен хо-рошо знать производство и его запросы на данном этапе [2, 34].

*Целью научного исследования* является достоверное и всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры, связей и отно-шений на основе разработанных в науке научных принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство полезных для человека результатов.

В каждом научном исследовании выделяется объект и предмет ис-следования. *Объект научного исследования –* это материальная идеаль-ная природная или искусственная система. *Предмет научного исследо-вания –* это структура системы, закономерности взаимодействия как внутри, так и вне ее, закономерности развития, качества, различные ее свойства и т.д.

Научные исследования по характеру связей с производством и сте-пени важности для народного хозяйства, целевому назначению, источ-никам финансирования и длительности выполнения классифицируются на следующие основные виды: фундаментальные, прикладные и разра-ботки (рис. 2.1).

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Фундаментальные научные исследова-

Поисковые

Прикладные научные исследования

Научно-исследовательские

Разработки

Опытно-конструкторские

Рис. 2.1. Классификация научных исследований

*Фундаментальные научные исследования* направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, создание новых принци-пов и методов исследования с целью расширения научного знания об-щества и установления их практической пригодности. Такие исследова-ния ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наиболь-шей степенью неопределенности.

37

*Прикладные научные исследования* направлены на поиск способов использования законов природы, создание новых и совершенствование существующих средств и способов человеческой деятельности. Они ба-зируются на знаниях, полученных при проведении фундаментальных исследований. Прикладные исследования делятся на поисковые, науч-но-исследовательские и опытно-конструкторские.

При проведении *поисковых исследований* устанавливаются факто-ры, влияющие на объект, отыскиваются пути создания новой техники и технологий. В результате *научно-исследовательских* работ создаются новые технологии, опытные установки, приборы, образцы техники. При выполнении *опытно-конструкторских* работ осуществляется подбор конструктивных характеристик, составляющих логическую основу соз-даваемой машины, прибора, конструкции.

В результате проведения фундаментальных и прикладных исследо-ваний происходит накопление новой научно-технической информации и преобразование её в форму, пригодную для освоения в промышленно-сти и строительстве, т.е. приводит к разработке.

*Разработка* направлена на создание новой и совершенствование су-ществующей техники, материалов, конструкций и технологий. Ее конечная цель – подготовка результатов прикладных исследований к внедрению.

Научные исследования по степени важности для народного хозяй-ства подразделяются:

*–* на важнейшие работы, выполняемые по специальным постанов-лениям государственных органов;

*–* на работы, выполняемые по планам отраслевых министерств и ведомств;

*–* на работы, выполняемые по инициативе и планам научно-исследовательских организаций.

В зависимости от источников финансирования научные работы также подразделяются:

*–* на госбюджетные, финансируемые из средств государственного бюджета;

*–* на хоздоговорные, финансируемые организациями-заказчиками на основе хозяйственных договоров;

*–* на нефинансируемые*,* выполняемые по договорам о сотрудниче-стве и по личной инициативе.

Каждую научно-исследовательскую работу относят к определенно-му *научному направлению,* включающему в себя наукуили комплекс на-ук, в области которых ведутся исследования. Существует множество

38

направлений исследования: техническое, математическое, биологиче-ское, историческое и др. Строительные науки относятся к техническому направлению исследований, но и среди них есть отрасли, которые могут быть отнесены к физико-математическому направлению, например строительная механика, теория упругости и пластичности.

Структурными единицами научного направления являются ком-плексные проблемы, темы и научные вопросы (рис. 2.2).

**Комплексная проблема**

Совокупность нескольких проблем, объе-диненных еди-ной целью

Глобальная

**Проблема**

Совокупность сложных задач, решение кото-рых имеет акту-альное значение

Национальная

**Тема научного исследования**

Составная часть проблемы, объе-диняющая опре-деленный круг вопросов

Отраслевая

**Научный вопрос**

Мелкие задачи, относящиеся к конкретной теме научного иссле-дования

Межотраслевая

Рис. 2.2. Структурные единицы научного направления

*Комплексная проблема* представляет собой совокупность некото-рых проблем, объединенных одной целью:

*– проблема* – это совокупность сложных теоретических и практиче-ских задач, решение которых актуально для общества;

*– тема научного исследования* – это составная часть проблемы, от-носящаяся к определенному кругу научных вопросов;

*– научный вопрос* – это мелкие научные задачи, относящиеся к кон-кретной теме научного исследования.

Когда в практической деятельности затруднительна реализация опре-деленных целей тогда и возникает проблема. В зависимости от масштаба целей она может быть глобальной, национальной, отраслевой, межотрас-левой и т.п. Например, проблема охраны природы является глобальной, поскольку она направлена на удовлетворение потребностей всего челове-чества. Проблема обеспечения населения нашей страны благоустроенным жильем является национальной, поскольку она характерна для России. Проблема научного и технического обеспечения строительных работ по устройству кровель зданий и сооружений является отраслевой.

В зависимости от изменения экономических условий в стране про-блемы отраслевого масштаба могут перерастать в государственные. Примером может служить проблема повышения теплоизоляционных

39

свойств ограждающих конструкций зданий и сооружений. В СССР она носила отраслевой характер, так как стоимость тепловой энергии была низкой. В настоящее время в России в связи с резким возрастанием цен на тепловую и электрическую энергию эта проблема стала уже общего-сударственной, потому что на создание комфортных условий в произ-водственных и жилых зданиях требуется выделение огромных финансо-вых средств из государственного бюджета.

Различают также проблемы общие и специфические. К *общим про-блемам* относят такие, которые направлены на удовлетворение потреб-ностей всего человеческого сообщества в масштабе нашей планеты, от-дельной страны, региона. К *специфическим проблемам* относятся те, ко-торые характерны для определенных производств в различных отраслях народного хозяйства [3, 33].

**2.2. Постановка научно-технической проблемы. Этапы научно-исследовательской работы**

Выбор проблемы, направления, темы научного исследования и по-становка научных вопросов – очень важная задача. Как правило, самые актуальные направления научных исследований формулируются в госу-дарственных директивных документах и в документах отраслевых ми-нистерств, ведомств. Приступая к постановке научно-технической про-блемы в какой-либо определенной области знаний или отрасли народ-ного хозяйства, необходимо провести глубокий анализ задач, обуслов-ленных потребностями общества и социальными запросами. Основные народнохозяйственные проблемы представляются в виде различных це-левых и комплексных программ общегосударственного или региональ-ного значения.

Любая научно-техническая проблема начинается с раскрытия ос-новной концепции народнохозяйственной проблемы. Затем необходимо проанализировать общие вопросы в данном научном направлении, а также состояние вопроса, касающегося конкретной задачи в сфере на-учной деятельности ученого. От исследователя требуется изучение предшествующего опыта и приобретение соответствующих знаний в смежных областях науки и техники.

Вначале при определении проблемы и темы научного исследования на основе противоречий исследуемого направления формулируется са-ма проблема, и определяются в общих чертах ожидаемые результаты, а затем разрабатывается её структура, выделяются вопросы, устанавли-вается их актуальность, и определяются основные исполнители.

40

На этапе планирования из-за недостаточной информированности научных работников иногда выбираются ложные или мнимые пробле-мы. Это приводит к напрасным затратам средств и труда ученых. В уже сложившихся научных коллективах, имеющих определенные научные традиции и разрабатывающих комплексные проблемы, методика выбора тем существенно упрощается. При коллективном планировании науч-ных исследований большую роль приобретают дискуссии, обсуждение проблем и тем, их критика.

Чтобы пронализировать научную и техническую информациию в рассматриваемой области знаний, нужно провести краткий литератур-ный обзор по данной проблеме. Это необходимо, чтобы вскрыть про-блемную ситуацию и выявить наличие противоречий между социальной потребностью и необходимостью решения выдвигаемых задач, а также показать их научную актуальность и методологическую ценность в по-знании причинных и функциональных связей между явлениями и про-цессами объекта исследования.

Такой анализ позволяет сформулировать рабочую гипотезу, наметить методы решения проблемы, выделить задачи и основные этапы исследова-ния. Таким образом, этот этап должен завершаться формулированием це-ли, определением объекта исследования, оценкой научной новизны и практической ценности результатов решения научно-технической пробле-мы, возможности и эффективности их внедрения в практику.

Изучение и обоснование физической сущности объекта или явле-ния, создание абстрактной математической модели, описывающей их поведение в определенных условиях, предсказание и анализ предвари-тельных результатов являются *целью теоретических исследований*.

При необходимости проведения экспериментальных исследований формулируются их задачи, выбирается методика, приборы и средства измерения, а также составляется программа эксперимента в виде рабо-чего плана, в котором указываются объем работ, методы, техника, тру-доемкость и сроки выполнения. Методические решения, полученные в результате экспериментальных исследований, формулируются в виде методических указаний для проведения эксперимента.

Общий анализ полученных результатов, сопоставление их с выдви-нутой гипотезой производится после завершения теоретических и экс-периментальных исследований. Если между исследованиями имеются существенные расхождения, то уточняются теоретические модели, а при необходимости проводятся дополнительные эксперименты. Затем формулируются практические и научные выводы [3].

41

Процесс выполнения научно-исследовательской работы включает в себя шесть этапов.

1. Формулирование темы. На этом этапе предполагается общее зна-комство с научной темой или проблемой, по которой предстоит выполнить работу и предварительное ознакомление с литературой, после чего форму-лируется тема исследования. Затем составляется план, разрабатывается техническое задание и определяется ожидаемый экономический эффект.

2. Формулирование цели и задач исследований. Этот этап включает подбор литерутры и составление библиографических списков, проведе-ние патентных исследований по теме НИР, составление аннотации ис-точников и анализ обработанной информации. В заключении ставится цель и задача исследования.

3. Теоретические исследования. При выполнении этого этапа пред-полагается изучение физической сущности явления, формирование ги-потез, выбор и обоснование физической модели. Затем производится математизация и анализ модели и полученных решений.

4. Экспериментальные исследования. После разработки цели и задачи экспериментального исследования производится планирование экспери-мента, разрабатываются методики его проведения и выбор средств изме-рения. Заканчиваются экспериментальные исследования проведением се-рии экспериментов и обработкой полученных результатов.

5. Анализ и оформление научных исследований. На этом этапе про-изводится сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными и анализ расхождений. Затем уточняются теоретические моде-ли и проводятся дополнительные эксперименты, на основе которых ста-новится возможным превращение гипотез в теорию. Научные работы на данном этапе завершаются формулированием научных выводов и со-ставлением научно-технического отчета.

6. Внедрение результатов исследования в производство, определе-ние экономического эффекта. Каждое теоретическое исследование тре-бует больших затрат умственного труда, поэтому здесь могут быть и неудачи. Экспериментальная часть является наиболее трудоемкой и ма-териалоемкой, особенно когда возникает необходимость в повторных исследованиях.

*Процесс выполнения* НИР отличается от *этапов* научно-исследо-вательской работы. *Этапы научно-исследовательской работы* предпо-лагают:

1) формулирование темы, цели, задач исследования;

42

2) изучение литературы, проведение исследований (при необходи-мости) и подготовка к техническому проектированию;

3) техническое проектирование с разработкой различных вариантов; 4) разработку и технико-экономическое обоснование проекта;

5) рабочее проектирование;

6) изготовление опытного образца и его производственные испы-тания;

7) доработку опытного образца;

8) государственные испытания [2, 34].

**2.3. Актуальность и научная новизна исследования**

Научная работа должна быть актуальна как в научном так и в при-кладном аспектах.

Одним из основных критериев при экспертизе является *актуаль-ность темы* научного исследования. Актуальность означает, что по-ставленные задачи требуют скорейшего решения для практики или со-ответствующей отрасли науки.

Кроме этого, актуальность темы научной работы указывает на акту-альность объекта и предмета исследования. Прежде всего актуализация темы предполагает ее увязку с важными научными и прикладными за-дачами. Необходимо коротко обозначить задачи, которые стоят перед теорией и практикой научной дисциплины в аспекте выбранной темы исследования и конкретных условий.

Актуальность в научном аспекте обосновывается следующими фак-торами:

*–* задачи фундаментальных исследований требуют разработки дан-ной темы для объяснения новых фактов;

*–* возможны и остро необходимы в современных условиях уточне-ние развития и разрешение проблемы научного исследования;

*–* теоретические положения научного исследования позволяют уст-ранить существующие разногласия в понимании процесса или явления;

*–* гипотезы и закономерности, выдвинутые в научной работе, по-зволяют обобщить известные ранее и полученные соискателем эмпири-ческие данные.

В прикладном аспекте актуальность определяется следующими факторами:

*–* задачи прикладных исследований требуют разработки вопросов по данной теме;

43

*–* существует необходимость решения задач научного исследования для нужд общества и производства;

*–* научная работа по данной теме существенно повышает качество разработок творческих научных коллективов в определенной отрасли знаний;

*–* новые знания, полученные в результате научного исследования, способствуют повышению квалификации кадров или могут войти в учебные программы обучения студентов.

Одним из главных требований к теме научной работы является *ее научная новизна*. Работа должна содержать решение научной задачи или новые разработки, которые расширяют существующие границы знания в данной отрасли науки.

Новизна научной работы может быть связана как со старыми идея-ми, что выражается в их углублении, дополнительной аргументации, показе возможного использования в новых условиях, в других областях знания и на практике, так и с новыми идеями, выдвигаемыми лично ис-следователем.

Для выявления элементов научной новизны необходимо наличие следующих условий:

*–* тщательное изучение литературы по предмету исследования с анализом его исторического развития. Весьма распространенная ошибка исследователей заключается в том, что за новое выдается уже извест-ное, но не оказавшееся в их поле зрения;

*–* рассмотрение всех существующих точек зрения. Критический анализ и сопоставление их в свете задач научного исследования часто приводит к новым или компромиссным решениям;

*–* вовлечение в научный оборот нового фактического и цифрового материала, например, в результате проведения удачного эксперимента, а это уже заявка на оригинальность;

*–* детализация уже известного процесса или явления.

В научной работе могут быть приведены следующие элементы но-визны: новая сущность задачи, т.е. такая задача, поставлена впервые; новая постановка известных проблем или задач; новый метод решения; новое применение известного метода или решения; новые результаты и следствия [2, 34].

Основой для обобщающего исследования могут стать полученные новые научные результаты, которые можно представить в виде трех ус-ловных плоскостей (рис. 2.3): плоскость предметных областей, затем

44

плоскость технологии, т.е. средств и методов познания, и плоскость по-лученных результатов.

Новые научные результаты могут быть получены в следующих случаях:

1) когда исследуется совершенно новая (на рис. 2.3 «научная но-визна» затемнена), ранее не изученная предметная область (*а*);

2) когда уже к исследованной предметной области были применены новые технологии, средства или методы познания (*б*). Примерами могут служить: применение нового исследовательского подхода в какой-либо предметной области; применение какой-либо теории из другой области научного знания; применение математического аппарата, который ранее не применялся в исследованиях; применение новых приборов и т.д.;

3) когда одновременно исследуется новая предметная область с ис-пользованием новейших технологий (*в*).

4) вариант (*г*) в принципе невозможен, так как нельзя получить но-вые результаты или сделать крупные обобщения, рассматривая уже дос-таточно хорошо изученную предметную область и используя известные технологии.

а) б) в) г) Результаты

а) б) в) г) Технология (методы и средства познания)

а) б) в) г) Предметные области

Рис. 2.3. Варианты получения новых научных результатов

Рассмотрев варианты получения результатов, можно выявить сле-дующую закономерность: чем обширнее предметная область, тем слож-нее получать для нее общие научные результаты [1, 31].

45

**2.4. Выдвижение рабочей гипотезы**

Существует три способа познания истины.

*Первый* – его чаще называют строгим. Этот способ основан на ре-шении уравнений, представляющих собой математическую модель ис-следуемого процесса или явления, при сопоставлении получаемых ре-зультатов с практикой (или с экспериментом) и определенных условиях.

*Второй* – способ проб и ошибок.

*Третий* способ познания основан на высказывании какого-либо предположения или рабочей гипотезы. Этот способ основан на индук-ции, предшествующем опыте и интуиции исследователя. Гипотеза ис-пользуется в качестве промежуточного звена и в процессе исследования уточняется и проверяется. В случае её подтверждения строится логиче-ская или математическая научная теория. Третий способ является одним из наиболее распространенных.

При формулировании рабочей гипотезы необходимо тщательно изучить отечественные и зарубежные литературные источники, а также производственные отчеты о проведенных аналогичных исследованиях. Вся полученная информация должна быть проанализирована с целью выяснения, что уже достигнуто и разработано, какие еще остались не-доработки, неясности и противоречия. В результате выявляются мето-дические ошибки и просчеты предшествующих исследователей и наме-ченные ими перспективы улучшения и совершенствования существую-щей теории. Рабочая гипотеза выдвигается при условии обобщения всех имеющихся материалов, относящихся к объекту исследования, его фи-зической сущности.

К числу основных факторов, воздействующих на объект исследова-ния, которые устанавливаются в рабочей гипотезе, относятся причины, условия и движущие силы, вызывающие в нем изменения. На начальной стадии разработки рабочей гипотезы рекомендуется составить наиболее полный перечень таких факторов, их граничных значений и степени влияния на объект. Именно на основании этого делается предположи-тельное объяснение всего процесса развития явления.

Затем в принятой рабочей гипотезе следует выделить решающие и важные причинно-следственные связи и взаимодействия, наметить ожи-даемые направления и ход развития исследуемого объекта. Рабочая гипо-теза должна быть логически простой и во всех деталях проверяема экспе-риментально. Формулировки её должны быть ясными, краткими и содер-жать строгие, общепринятые в данной отрасли науки понятия и термины.

46

В зависимости от направления и темы научно-исследовательской ра-боты рабочая гипотеза может быть изложена словесно, дополнена графи-ческими изображениями предполагаемых функциональных связей.

Если главные факторы и связи исследуемой научной проблемы не вызывают сомнения, то развитие рассматриваемого явления или про-цесса удобнее представить в виде математических моделей, выражен-ных системой взаимосвязанных математических формул. Выбор типа и структуры этих формул осуществляется на основе уже имеющихся в данной отрасли науки сведений об изучаемом явлении путем логически предпосылок и анализа влияния на него главных факторов. Такой выбор часто обусловливается принципами аналогии. При таком выборе ис-пользуются уже известные соотношения. Такие соотношения могут быть выявлены при исследовании других проблем в данной либо смеж-ной отраслях науки, которые имеют похожие или одинаковые матема-тические модели. Иногда такой выбор делается эвристическим путем на основании интуиции исследователя.

Необходимо учитывать, что одно и то же явление или процесс можно описать с помощью различных математических моделей.

Математическая модель рабочей гипотезы должна быть достаточно простой и допускать возможность изменения структуры формул, характера включенных в нее параметров (переменных величин) и граничных условий в соответствии с результатами опыта. Иногда математическую модель по-лезно дополнять таблицами, графиками и схемами с пояснениями.

Математическая модель рабочей гипотезы зачастую представляется системой линейных дифференциальных уравнений [3, 1].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое научно-исследовательская работа? 2. Какова цель научного исследования?

3. Перечислите виды научных исследований.

4. Перечислите структурные единицы научного направления.

5. Чем обосновывается актуальность темы научно-исследовательской работы?

6. Что необходимо для рабочей гипотезы?

7. Что такое научная новизна и её элементы?

8. Опишите этапы научно-исследовательской работы.

9. Какие варианты получения новых научных результатов вам из-вестны?

10. Расскажите о способах познания истины.

47

**Глава 3. ПОИСК, НАКОПЛЕНИЕ**

**И ОБРАБОТКА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Успешное проведение любых научных исследований в значительной степени зависит от своевременного обеспечения оперативной и полной информацией о достижениях науки и техники, эффективного использо-вания её в научно-исследовательских, проектно-конструкторских и про-изводственных предприятиях. Составить верное представление о лучших мировых и отечественных образцах техники невозможно, если информа-ция о ней неполная и недостоверная и получена с опозданием. Поэтому чрезвычайно актуальной задачей является развитие общегосударственной системы сбора, обработки, хранения, эффективного поиска и передачи информации, основанной на достижениях современной вычислительной техники.

**3.1. Документальные источники информации**

Понятие *«документ».* Нас окружают многочисленные документы, которые служат для фиксации социального опыта и впоследствии они могут использоваться в разнообразных сферах деятельности. Докумен-том являются внешние по отношению к человеку материальные объек-ты: материальные носители с зафиксированной в их структуре инфор-мацией, предназначенной для хранения и распространения в социуме.

Бесконечно разнообразен мир документов. Берестяная грамота, па-пирусный свиток, глиняная табличка, рукопись, технический чертеж, газета, фотография, книга, кинофильм и т.д. – все это документы. Об-щая цель любого документа – сохранить информацию разной формы, содержания и предназначения в структуре материального носителя и предоставить возможность использовать её по мере необходимости для решения научных, производственных, идентификационных, экономико-финансовых, учетно-регистрационных и других задач.

Под определение документа попадает необъятное число объектов, в том числе и природных. Документ стал рассматриваться как материаль-ный объект, содержащий информацию в закрепленном виде.

Термин «литература» нередко используется как синоним документа, но это неправильно. *Литература* является совокупностью произведений письменности, имеющих общественное значение. Объем этого термина более узок по сравнению с документом, потому что в него не входят ис-точники информации, зафиксированные иным, неписьменным способом.

48

*Виды документов по конструктивной форме.* Конструктивная форма документа отличается огромным разнообразием (рис. 3.1).

**Виды документов**

Листовые

Стоповые

Кодексы

Ленточные

Электронные носители

Рис. 3.1. Виды документов по конструктивной форме

*Виды документов по знаковой природе информации.* Еще один при-знак, участвующий в видообразовании документов, это знаковая приро-да информации. Она определяется как форма знаков, при помощи кото-рых фиксируется и передается основной материал издания: буквы алфа-вита, цифры и знаки препинания (для произведений письменности), нотные знаки (для музыкальных произведений), изображения графиче-ские, художественные и картографические (рис. 3.2).

**Виды документов**

Письменные

Нотные

Картографические

Изобразительные

Аудиовизуальные

Рис. 3.2. Виды документов по знаковой природе информации

49

*Виды документов по их периодичности.* С точки зрения периодич-ности выхода в свет все издания подразделяются на непериодические, выпущенные однократно, не имеющие продолжения, чаще всего – кни-ги; сериальные, периодические – сериальные издания, выходящие через определенные промежутки времени (рис. 3.3).

**Виды документов**

Непериодические

Сериальные

Периодические

Рис. 3.3. Виды документов по периодичности

*Виды документов по характеру текста.* Документы подразделя-ются по характеру текста на индивидуальные, отражающие авторский взгляд на проблему; типовые, стремящиеся к стандартной форме текста; трафаретные типографские бланки с пустыми графами (рис. 3.4).

**Виды документов**

Индивидуальные

Типовые

Трафаретные

Рис. 3.4. Виды документов по характеру текста

*Виды документов по их целевому назначению.* В зависимости от целе-вого назначения, обслуживаемой сферы деятельности документы подраз-деляются на научные, научно-популярные, производственные, официаль-ные, учебные, справочные, патентные, литературно-художественные и т.д. (рис. 3.5).

50

*Научные документы*. Такие документы содержат результаты теоре-тических или экспериментальных исследований, прослеживают исто-рию важнейших открытий, раскрывают пути и характер научных иссле-дований, описывают ход и методику ведения исследований.

**Виды документов**

Научные

Учебные

Справочные

Производственные

Официальные

Патентные

Рис. 3.5. Виды документов по их целевому назначению

Большинство научных документов опубликованы, то есть являются изданиями. Среди них можно выделить: избранные труды выдающихся ученых; полные собрания сочинений классиков науки и техники; моно-графии – научные издания, содержащие всестороннее и полное иссле-дование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или не-скольким авторам; тематические сборники, состоящие из статей раз-личных авторов и посвященных изложению нескольких вопросов опре-деленной темы. Такие издания, в отличие от монографии не освещают темы в целом, но подробно рассматривают её отдельные стороны, яв-ляющиеся наиболее особо значимыми или актуальными.

Немало научных документов относится к группе неопубликованных. Особое место среди них занимают диссертации и авторефераты к ним.

*Диссертация* представляет собой квалификационную научную ра-боту в определенной области науки, имеющую внутреннее единство, содержащую совокупность научных результатов, научных положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку и его качествах как ученого.

Для процедуры публичной защиты диссертационной работы необхо-димо предварительное ознакомление широкой научной общественности с научным вкладом диссертанта. *Автореферат* и служит для этой цели. В автореферате изложены основные положения диссертации, составлен-ные самим автором. Он публикуется ограниченным тиражом (100–150 эк-земпляров). В автореферате излагаются основные идеи и выводы, обозна-

51

чен вклад в проведенное исследование, показаны степень новизны и прак-тическая значимость результатов. Автореферат обладает всеми правами издания, хотя на его обложке помещается гриф «на правах рукописи».

Депонированные рукописи также относятся к неопубликованным научным документам*.* Суть депонирования заключается в передаче на хранение рекомендованных научным советом учреждений и организа-ций рукописей в специальные информационные органы, на которые возложены функции хранения подобных материалов по отрасли.

Научные издания, содержащие материалы предварительного характе-ра, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены, входят в число неопубликованных научных документов.

К неопубликованным научным документам также относятся отчеты о результатах законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (отчеты о НИР и ОКР). Они служат важным ис-точником научно-технической информации и некоторые из них раз-множаются типографским способом, хотя и не считаются публикациями в полном смысле слова.

*Стандартизация* – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязатель-ных для выполнения, так и рекомендуемых. Цель стандартизации – дос-тижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области при помощи широкого и многократного использования установленных положений, норм, требований.

Раз в пять лет каждый стандарт пересматривается, чтобы устано-вить, подлежит ли он доработке, отмене или утверждению для исполь-зования на следующие пять лет. Такая мера обеспечивает постоянное обновление стандартов.

Дифференцируется совокупность стандартов по разным основани-ям. По масштабу действия выделяются:

*–* государственные стандарты Российской Федерации (ГОСТ); *–* стандарты отраслей;

*–* стандарты предприятий;

*–* стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений [2, 34].

**3.2. Анализ документов**

Методы анализа документов представлены на рис. 3.6. *Информационный анализ документа* предполагает формальную ха-

рактеристику текста по нескольким параметрам: информационному

52

объему, информационной емкости, физическому объему (габаритам), информативности и т.д.

**Методы анализа документов**

Информационный

Терминологический

Контент-анализ

Психолингвистический

Метод экспертных оценок

Библиографический

Рис. 3.6. Методы анализа документов

*Метод терминологического анализа* первоначально возник в лин-гвистике, но со временем обогатился приемами логики и сейчас успеш-но используется во многих научных областях. Применение его в каждой науке имеет свои характерные особенности.

*Контент-анализ,* или метод количественного изучения содержания документа. Суть этого метода заключается в подсчете частоты встре-чающихся в тесте единиц: букв, слов, знаков, комбинаций знаков, тер-минов и т.д. Выделенные единицы после подсчета выстраиваются в по-рядке убывания частоты их использования в тексте, т.е. формируется тезаурус. Результаты подсчета позволяют увидеть то, что рассеяно в тексте и не видно на первый взгляд.

*Психолингвистический метод изучения документов*. Это метод изучения текста с точки зрения особенностей его восприятия, влияю-щих на заинтересованность и его доступность для читателя. Авторский замысел выражает основная идея текста, так как при подготовке текста автор ориентируется на определенные запросы потенциального потре-бителя и стремится быть понятым. Такая целевая направленность созда-ваемых сообщений влияет на характер их фиксации в текстах, поэтому восприятие сообщения определяется не только запросами, но и спосо-бами передачи содержания сообщений.

Метод анализа понятийного словаря также относится к психолин-гвистическим методам. Этот метод является инструментом, позволяю-щим выявить уровень подготовленности читателя. Он помогает опреде-лить, насколько адекватно он воспринимает текст сообщения, для того

53

чтобы впоследствии скорректировать свое воздействие, оптимизировать использование документов.

*Метод экспертных оценок*. Применяются экспертные оценки в анализе и решении плохо формализуемых задач, в которых взаимосвязи причин и следствий не вполне ясны, а значение и качество интересую-щих исследователя параметров не поддаются непосредственному изме-рению. Также экспертные оценки и экспертиза вообще незаменимы в задачах прогнозирования, решение которых обычно опирается на оце-ночные, примерные данные.

Экспертиза это центральное понятие в экспертных оценках. Экс-пертизой является собственно процесс опроса экспертов, сбор и пер-вичный анализ экспертной информации. Существует *прямая эксперти-за*, при которой интересующие вопросы задаются экспертам непосред-ственно, и *косвенная экспертиза*, при которой ответы на такие вопросы определяются в результате обработки других ответов.

Кроме того, в зависимости от типа задаваемых вопросов выделяют экспертизу *оценочную и ситуационную.* Цель оценочной – получить оце-ночное значение критерия или параметра, измеренного в какой-либо шкале. При ситуационной экспертизе участвующим предлагают рассмот-реть совокупность утверждений, фактов, данных, характеризующих со-стояние объекта, затем оценить причинно-следственные связи между от-дельными фактами и дать прогноз развития объекта в разных ситуациях.

*Библиографический метод изучения документов.* Библиографиче-ский и наукометрический методы относятся к методам, нацеленным на изучение количественной совокупности документов.

Изучать совокупность документов принято в статике и динамике. Так, при изучении документов в статике возникает понятие *массив доку-ментов*, при изучении в динамике говорят *о потоке*. Определенное неиз-менное во времени множество объектов – документов называется *масси-вом документов*. Он характеризуется количеством, которое выражается единицей изданий, единицей хранения, публикаций. Массивы образуют фонды библиотек, архивов, книжных собраний и т. д. При исследовании массивов свойства документов, его составляющих, изучают как стабиль-ные, установившиеся на данный момент. *Поток документов* – это изме-няемое во времени множество объектов, которые находятся в динамике и движении. Характеристика потока это его интенсивность, которая выра-жается количеством единиц публикаций и изданий в единицу времени (месяц, год).

54

*Анализ источников информации.* Анализ источников можно обо-значить как «информационный», так как он включает в себя поиск ис-ходных источников информации в сочетании с предварительным изуче-нием их содержания.

Рассмотрим источники информации, чаще всего используемые при подготовке письменных работ. Принцип разделения всех источников информации, в какой-либо степени используемых при подготовке пись-менных работ и по типу носителя положен в основу приведенной ниже общей характеристики источников.

*Печатные источники информации.* К ним относятся *периодические издания*, которые, в свою очередь, подразделяются на газеты и журналы и некоторые иные виды специальных изданий; *книжные издания –* их гораз-до труднее классифицировать в силу их тематического разнообразия.

*Специализированные информационно-поисковые системы(СИПС).* Это сравнительно новое средство поиска, сбора, систематизации и анализа исходных источников информации. Их появление и бурное развитие в первую очередь связано со стремительным прогрессом информационных и электронных технологий (изобретение компьютера, разработка совершен-ных операционных систем и новых средств программирования).

*Электронные источники информации.* К этим источникам инфор-мации следует отнести теле- и радиовещание, Интернет и иную инфор-мацию, распространяемую в электронном виде, в том числе на различ-ных компьютерных носителях [2, 34].

**3.3. Поиск и накопление научной информации**

Одна из самых простых технологических процедур *–* это сбор ис-ходных источников информации. Исполнителю для ее выполнения дос-таточно к определенному сроку сконцентрировать большую часть необ-ходимых источников вблизи своего рабочего места.

*Систематизация* – это упорядочение и группировка всего собранного материала по содержанию и с учетом последовательности его использова-ния при подготовке письменной работы. У систематизированного анализа две основные задачи: тщательная проверка полноты отбора источников и поверхностная проверка соответствия их выходных данных.

Сегодня библиотеки по-прежнему представляют собой наиболее пол-ный и доступный информационный фонд, поэтому при подготовке пись-менных работ наиболее часто используются библиотечные каталоги.

*Каталог* – систематизированный перечень источников, состоящих на хранении в информационном фонде и учтенных в соответствии с установ-

55

ленными правилами. В библиотеках чаще всего используются архивные, алфавитные, тематические, хронологические, библиографические, пред-метные, генеральные систематические и специальные каталоги.

*Генеральный каталог* – это перечень библиотечных источников, систематизированных в соответствии с неким основополагающим принципом, отличным от алфавитного и иных, уже нами рассмотрен-ных. Часто в качестве такого принципа используется принадлежность того или иного источника к вполне определенной области научного знания или системе учебных дисциплин.

*Тематический каталог* – это перечень библиотечных источников, систематизированных в тематическом порядке. В данном случае тема-тическую направленность содержания источника принимают за основу.

*Алфавитный каталог* – перечень библиотечных источников, систе-матизированных в алфавитном порядке.

*Предметный каталог* – перечень библиотечных источников, сис-тематизированных в предметном, т.е. более дифференцированном по сравнению с тематическим каталогом порядке. При этом сведения о предметах, непосредственно не связанных между собой, систематизи-руются по алфавиту.

*Хронологический каталог* – это перечень библиотечных источни-ков, систематизированных в хронологическом порядке, отражающем время выхода в свет того или иного издания, чаще периодического. Да-та (год) издания источника в данном случае принимается за основу.

*Архивный каталог* – перечень архивных библиотечных источников, систематизированных в алфавитном (реже – хронологическом) порядке. Для отыскания требуемого источника по архивному каталогу требуется располагать либо сведениями о его названии и авторе, либо о времени выхода издания в свет.

*Библиографический каталог* – перечень библиотечных источников, содержащих в себе библиографические (описательные) сведения о наи-более важных (наиболее часто используемых в работе) книжных и пе-риодических изданиях, состоящих на хранении и учете в библиотеке.

*Специальный каталог* – это перечень библиотечных источников опре-деленного типа. Например, специальный каталог может послужить катало-гом статей, опубликованных в периодических изданиях, состоящих на хранении и учете в данной библиотеке, или каталог новых поступлений.

*Научно-справочный аппарат книги* (от лат. аppаrаtus – приспособ-ление) играет важную роль в процессе поиска, сбора, анализа и систе-матизации основных и вспомогательных источников информации.

56

К нему принято относить различные дополнительные материалы в со-ставе издания, информирующие читателей об особенностях его содер-жания, структуры, состава и функциональном предназначении источни-ка. Элементы научно-справочного аппарата книги подразделяются на поисковые, пояснительные, информационные и вспомогательные.

Чтобы помочь читателю составить предварительное мнение об ис-точнике и его особенностях используют *информационные элементы* на-учно-справочного аппарата книги. Информационные элементы научно-справочного аппарата книги обычно располагаются на титульном листе и его обороте, а в ряде случаев – и в конце источника.

К информационным элементам относятся: *–* сведения о названии источника;

*–* сведения об авторе (авторах) источника;

*–* сведения о функциональном назначении источника; *–* сведения об издателях;

*–* краткая характеристика издания; *–* выходные данные издания.

*Пояснительные элементы* научно-справочного аппарата книги до-полняют и разъясняют авторский текст источника. К ним относятся предисловие и послесловие. Указанные элементы научно-справочного аппарата книги располагаются непосредственно до и после основного текста источника. С их помощью читатель может получить дополни-тельную информацию о содержании источника, причинах и условиях написания.

*Разметка исходных источников информации. Разметка* – система условных обозначений (пометок, закладок и пр.) для предварительной рубрикации исходного материала.

*Общие принципы ведения рабочих записей.* Ведение записей прочи-танного представляет собой наиболее эффективный метод обработки информации, содержащейся в источниках, используемых в качестве ис-ходных при подготовке письменной работы: если процесс чтения со-провождается фиксацией избранных мест, то надежность усвоения про-читанного материала многократно возрастает.

*Виды рабочих записей.* План (от лат. plаnum – плоскость) является первоосновой, каркасом письменной работы, определяющим последо-вательность изложения материала.

*Выписки* – это небольшие фрагменты текста, содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного.

57

*Тезисы* (от греч. tеzоs – утверждение) являются наиболее совер-шенной формой творчески переработанных выписок. Это сжатое изло-жение содержания изученного материала в утвердительной, иногда и в опровергающей форме.

Тезисы в зависимости от своего предназначения могут быть основ-ными, простыми или сложными.

*Основные тезисы* – близкая к дословной запись принципиально важных положений оригинального текста с небольшим добавлением обобщений, представляющих собой основу для итоговых выводов.

*Простые тезисы* – это дословный перечень главных мыслей автора как для каждой из частей оригинального текста, так и для всего текста в целом. Сравнительная краткость и прямота изложения отличительный признак этих тезисов. Их основное предназначение – облегчить пони-мание сути оригинального текста.

*Сложные или развернутые тезисы* – это одновременно компакт-ный, но достаточно совершенный по своему содержанию материал, ко-торый в совокупности с планом и другими выписками может послужить первоосновой для записи чернового варианта основного текста пись-менной работы.

*Конспект* (от лат. cоnspеctus обзор, описание) весьма сложная за-пись содержания исходного текста, включающая в себя цитаты наибо-лее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжа-тый анализ записанного материала и выводы по нему.

*Резюме* – краткая оценка изученного содержания исходного источ-ника информации, полученная прежде всего на основе содержащихся в нем выводов.

*Аннотация* – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление.

*Составление уточненного списка исходных источников информа-ции.* В большинстве случаев после просмотра произведенных записей у исполнителя возникает необходимость внесения в первоначальный ва-риант списка исходных источников информации уточнений. В конеч-ном счете эти уточнения сводятся к корректировке содержания списка – исключению из него одних источников и внесению в него других, кото-рые по каким-либо причинам не были привлечены в качестве исходных.

*Поиск научной информации по УДК.* Для успешного проведении поиска научной информации ее необходимо классифицировать. Наи-большее распространение в последнее время получила **У**ниверсальная **Д**есятичная **К**лассификация (УДК).

58

УДК позволяет охватывать все отрасли знания, и производить неогра-ниченное деление на подклассы. УДК состоит из основной и вспомога-тельных таблиц. Основная таблица содержит понятия и соответствующие им индексы, с помощью которых систематизируют человеческие знания.

Первый ряд основной таблицы УДК имеет следующие классы: 0 – Общий отдел. Наука. Организация. Умственная деятельность. Знаки и символы. Документы и публикации; 1 – Философия; 2 – Религия; 3 – Экономика. Труд. Право; 4 – свободен с 1961г.; 5 – Математика. Естест-венные науки; 6 – Прикладные науки. Медицина. Техника; 7 – Искусст-во. Прикладное искусство. Фотография. Музыка; 8 – Языкознание. Фи-лология. Художественная литература. Литературоведение; 9 – Краеве-дение. География. Биография. История.

Каждый из классов разделен на десять более мелких подразделов и т.д. Для лучшей наглядности и удобства чтения всего индекса после ка-ждых трех цифр, начиная слева, ставится точка (при чтении она не про-износится, а отражается паузой).

УДК имеет ряд значительных преимуществ: удобство шифрования, относительная быстрота поиска информации и т.д. Для ускорения отбо-ра необходимой документации из общего объема и повышения эффек-тивности труда научных работников существует общегосударственная служба научно-технической информации (НТИ).

*Поиск научной информации,* или *информационный поиск* – это со-вокупность операций, направленных на отыскание документов, необхо-димых для разработки темы. Поиск может быть механическим, ручным, автоматизированным и механизированным.

Проработка научно-технической информации требует творческого подхода, сосредоточенности и внимания. Системность и настойчивость являются важными факторами. Важно правильно записать проработан-ный текст, потому что запись прочитанного материала является неотъ-емлемым требованием.

Научный работник, завершив анализ НТИ по выбранной теме ис-следования, должен поставить цель, которой необходимо достичь в ре-зультате выполнения работы, и задачи, которые необходимо решить, чтобы достигнуть этой цели. Она формулируется в теме научно-исследовательской работы [2].

**3.4. Электронные формы информационных ресурсов**

В России в настоящее время накоплены огромные запасы информа-ции, сосредоточенной в разнообразных базах и банках данных, CD и DVD и на других носителях информации.

59

Наука *информатика* занимается разработкой методологии создания наиболее эффективных информационных систем*.* Основу для проекти-рования и автоматизации научных исследований составляют методы информатики.

Любая новая научно-техническая информация об оригинальных идеях, фактах, научных результатах и т.д. является одним из важнейших компонентов *системы информационного обеспечения.* На первый план при разработке таких систем выступает проблема «адресности», которая заключается в своевременной доставке информации тем пользователям, для которых она представляет непосредственный интерес. Из систем информационного обеспечения стала оформляться в самостоятельную систему *система научной коммуникации,* которая отвечает за хранение и распространение научных знаний.

*Информационным продуктом* является совокупность унифициро-ванных сведений и услуг, представляемых в стандартизированном виде. Примерами таких продуктов для работников строительной отрасли на-родного хозяйства могут служить СНиПы (Строительные нормы и пра-вила) и ГОСТы (Государственные стандарты). Это специализированные издания, в них изложены нормативные требования по проектированию зданий и сооружений, правила производства строительных материалов, изделий и конструкций и выполнения различных строительных работ.

*Базы данных*. По мере развития и внедрения вычислительной тех-ники и средств хранения информации появилась возможность накопле-ния и хранения больших информационных массивов баз данных. Они подразделяются на фактографические и библиографические.

*Фактографические базы данных* содержат сведения фактического характера и представляют собой конечный продукт для пользователя. *Библиографические базы данных* содержат вторичную информацию, то есть сведения о публикациях.

Понятие «банк данных» тесно связано с понятием «база данных». *Банк данных –* это разновидность информационной системы для накоп-ления больших объемов относительно однородных, взаимосвязанных и изменчивых данных, для их оперативного управления и многоцелевого использования. В его состав входят базы данных и комплекс средств их создания и использования, в том числе программная система управле-ния базами данных, языки, вычислительное оборудование, различные процедуры и методики.

Каждый тип информационного продукта требует специфической технологии его получения и сопровождается созданием пакетов при-кладных программ (ППП).

60

*Информационные сети.* Современное развитие вычислительной техники и средств связи позволяет все больше объединять данные в единую информационную инфраструктуру, основу которой составляют информационные сети*.* Именно через них потребитель получает широ-кие возможности доступа к банкам данных, присоединенных к сети.

Потребителей информации можно разделить на четыре категории:

*–* потребители, связанные с проектированием и созданием новой техники;

*–* потребители, связанные с принятием управленческих решений по созданию новой техники;

*–* потребители, связанные с проведением научных исследований;

*–* потребители, связанные с решением планово-управленческих задач. Такое разделение потребителей позволяет более четко сформулиро-

вать требования к конкретным информационным системам и повысить эффективность информационного обеспечения [3].

**3.5. Обработка научной информации, ее фиксация и хранение**

При первом знакомстве с научной книгой много полезных сведений могут дать её выпускные данные.

*В прикнижной аннотации* приводятся краткие сведения о содержа-нии и читательском назначении, показывается научное и практическое значение издания, раскрывается основная идея. Из аннотации можно узнать основную тему, задачи, метод, которым пользовался автор, при-надлежность к определенной научной школе.

*Предисловие* к научной книге может быть представлено в различ-ных вариантах. В предисловии чаще всего объясняются мотивы написа-ния книги, особенности ее содержания и построения, степень полноты освещения тех или иных проблем.

*Вступительная статья.* В ней дается оценка работы, характеризу-ется мировоззрение ученого, система его научных и общественных взглядов, перечисляются наиболее крупные труды и т.п.

*Введение* является вступительным разделом к основному тексту, поэтому при знакомстве с научной книгой его нужно читать особенно внимательно.

Умение пользоваться техникой быстрого чтения существенно снижает трудоемкость работы с научной литературой. Умение быстро читать – од-но из важных условий усвоения гораздо большего объема материала.

При чтении и составлении резюме не нужно стремиться только к заимствованию материала. Следует обдумывать найденную информа-

61

цию в продолжение всей работы над темой, тогда собственные мысли, возникшие в ходе знакомства с чужими работами, послужат основой для получения нового знания.

Информация при изучении литературы по выбранной теме исполь-зуется только та, которая имеет непосредственное отношение к теме диссертации и является потому наиболее ценной и полезной.

При разработке обширной проблемы нужно уметь делить ее на час-ти, каждую из которых продумывать в деталях. Работая над каким-либо частным вопросом или разделом, не надо забывать о его связи с про-блемой в целом.

*Отбор и оценка фактического материала.* Научное творчество предполагает значительную часть черновой работы, связанной с подбо-ром основной и дополнительной информации, ее обобщением и пред-ставлением в форме, удобной для анализа и выводов. Поэтому важно научиться отбирать не любые факты, а только научные.

Понятие «научный факт» значительно шире и многограннее, чем понятие «факт», применяемое в обыденной жизни. *Научные факты* ха-рактеризуются особыми свойствами – новизной, объективностью, точ-ностью и достоверностью. Новизна научного факта говорит о принци-пиально новом, не известном до сих пор предмете, явлении или процес-се. Это не обязательно должно быть научное открытие, но это новое знание о том, чего мы до сих пор не знали.

Работа по накоплению научных фактов по избранной теме всегда многоаспектна. Здесь и глубокое изучение опубликованных материалов, ознакомление с архивами и ведомственными данными, получение различ-ных консультаций, анализ и обобщение собственных научных результатов. Накопление такой предварительной информации – творческий про-цесс, требующий целеустремленной энергии, настойчивости и творче-ской страсти. Ученый похож на строителя сложного и оригинального сооружения. Он собирает нужные строительные материалы, все скла-

дывает в строгом и определенном порядке.

Всю собранную первичную научную информацию следует регист-рировать. Формы регистрации могут быть разными:

*–* оформление новой информации на специальных бланках, анкетах, статистических карточках, образующих в результате тематическую кар-тотеку;

*–* записи различного характера, в том числе наблюдения, записан-ные в лабораторных журналах, выписки из протоколов заседаний ка-федры и т.п.;

62

*–* графики, рисунки, схемы и другие графические материалы; *–* фиксация научной информации методами фотографии;

*–* научные отчеты;

*–* расчеты, выполненные с помощью компьютерных программ;

*–* выписки из анализируемых литературных источников, докумен-тов (авторефераты, диссертации, статьи, книги и др.).

Рекомендуется делать записи ценных мыслей, пришедших как буд-то неожиданно, не откладывая. На начальной стадии организации науч-ного исследования представляется необходимым выбрать наиболее при-емлемую систему хранения первичной документации. Это поможет об-легчить пользование собранными материалами и сберечь в дальнейшем много времени.

Одновременно с регистрацией собранного материала следует вести его группировку, сопоставлять, сравнивать полученные цифровые данные и т.п. При этом особую роль играет классификация, без которой невоз-можно научное построение или вывод. Классификация дает возможность наиболее коротким и правильным путем войти в круг рассматриваемых вопросов. Она облегчает поиск и помогает установить ранее не замечен-ные связи и зависимости. Проводить классификацию нужно в течение все-го процесса изучения материала. Она является одной из центральных и существенных частей общей методологии любого научного исследования.

Процесс сбора, фиксации, хранения и классификации первичной на-учной информации желательно завершить написанием целостного обзор-ного текста, обобщающего и систематизирующего информацию [2].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Охарактеризуйте понятие «документ». 2. Какие виды документов вам известны?

3. Перечислите методы анализа документов.

4. В чем заключается метод экспертных оценок? 5. Что такое каталог? Его виды.

6. Расскажите о принципах ведения рабочих записей. 7. Какие виды рабочих записей вы знаете?

8. Как составляется уточненный список исходных источников ин-формации?

9. Что такое УДК?

10. Какие существуют принципы отбора и оценки фактического материала?

63

**Глава 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**4.1. Методы и особенности теоретических исследований**

*Аналитические методы исследований* используют для исследова-ния физических моделей, описывающих функциональные связи внутри или вне объекта. С их помощью устанавливают математическую зави-симость между параметрами модели. Эти методы позволяют провести глубокое исследование объекта и установить количественные точные связи между аргументами и функциями [2].

*Аналитические методы исследований с использованием экспери-ментов.* Любые физические процессы можно исследовать аналитически или экспериментально. Аналитические зависимости являются матема-тической моделью физических процессов. Такая модель может быть представлена в виде уравнения или системы уравнений, функции и т.д.

Но математическим моделям присущи серьезные недостатки:

1. Для проведения достоверного опыта требуется установление краевых условий. Ошибка в их определении приводит к видоизменению исследуемого процесса.

2. Часто отыскать аналитические выражения, отражающие иссле-дуемый процесс затруднительно или вообще невозможно.

3. При упрощении математической модели (допущения) искажается физическая сущность процесса.

Экспериментальные методы исследований позволяют более глубоко и детально изучить исследуемый процесс. Однако результаты экспери-мента не могут быть перенесены на другой процесс, близкий по физиче-ской сущности. Это связано с тем, что результаты любого эксперимента отражают индивидуальные особенности лишь исследуемого процесса. Из опыта еще нельзя определить, какие факторы оказывают решающее влияние на процесс, если изменять различные параметры одновременно. Это означает, что при экспериментальном исследовании каждый кон-кретный процесс должен быть исследован самостоятельно. Эксперимен-тальные методы позволяют установить частные зависимости между пе-ременными в строго определенных интервалах их изменения.

Таким образом, аналитические и экспериментальные методы имеют свои достоинства и недостатки, и это затрудняет решение практических задач. Поэтому сочетание положительных сторон обоих методов явля-ется перспективным и интересным [2].

64

*Вероятностно-статистические методы исследований*. При ис-пользовании этих методов применяют математический аппарат. Веро-ятностный процесс – это процесс изменения во времени характеристик или состояния некоторой системы под влияние случайных факторов [3].

*Методы системного анализа.* Системный анализ – это совокуп-ность методов и приемов для изучения сложных объектов – систем, ко-торые представляют собой сложную совокупность взаимодействующих между собой элементов. Суть системного анализа заключается в выяв-лении связей между элементами системы и установлении их влияния на поведение системы в целом [35].

Системный анализ обычно складывается из четырех этапов:

1. Постановка задачи. Определяют цели, задачи исследования и критерии для изучения процесса. Это очень важный этап. Неправильная или неполная постановка целей может свести на нет всю последующую работу.

2. Очерчивание границы системы и определение ее структуры. Все объекты и процессы, имеющие отношение к поставленной цели, разби-вают на два класса: собственно систему и внешнюю среду. Различают замкнутые и разомкнутые. Влиянием внешней среды в замкнутой сис-теме можно пренебречь. Затем выделяют структурные части системы и устанавливают взаимодействие между ними и внешней средой.

3. Составление математической модели системы. Сначала опреде-ляют параметры элементов и затем используют тот или иной математи-ческий аппарат (линейное программирование, теория множеств и др.).

4. Теоретические исследования [2]. При проведении любого теоре-тического исследования преследуется несколько целей:

*–* обобщение результатов всех предшествующих исследований и нахождение общих закономерностей путем обработки и интерпретации этих результатов и опытных данных;

*–* изучение объекта, недоступного непосредственному исследованию; *–* распространение результатов предшествующих исследований на

ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;

*–* повышение надежности объекта экспериментального исследования. Теоретические исследования начинаются с разработки рабочей ги-

потезы и моделирования объекта исследования и завершаются форми-рованием теории. Теория проходит в своем развитии путь от количест-венного измерения параметров объекта и качественного объяснения происходящих процессов до их формализации в виде методик, правил или математических уравнений.

65

В основе создания любой модели лежат допущения, принимающиеся с целью отсева незначительных факторов, которыми можно пренебречь без существенного искажения условий задачи. При этом исследователь должен четко представлять соответствие принятой модели реальному объекту, поскольку необоснованное принятие допущений может привес-ти к грубейшим ошибкам при проведении исследований. Но учет боль-шого числа факторов, действующих на объект, может привести к слож-ным аналитическим зависимостям, которые не поддаются анализу [3].

*Теоретические исследования* включают в себя несколько характер-ных этапов:

*–* анализ физической сущности процессов и явлений; *–* формулирование гипотезы исследования;

*–* построение физической модели; *–* математическое исследование;

*–* анализ и обобщение теоретических исследований; *–* формулирование выводов.

Процесс теоретических исследований сопровождается непрерыв-ными постановкой и решением разнообразных задач, связанных с выяв-лением противоречий в принятых теоретических моделях.

Любая задача содержит *исходные условия,* определенные информа-ционной системой, и *требования,* то есть цель, к которой нужно стре-миться при ее решении. Исходные условия и требования задачи посто-янно находятся в противоречии, и в процессе ее решения их приходится неоднократно сопоставлять и уточнять до тех пор, пока не будет полу-чено решение задачи.

При проведении теоретических исследований в технических нау-ках, как правило, стремятся к математической формализации выдвину-тых гипотез и полученных выводов, используя при этом различные ма-тематические методы. Процесс математической формализации задачи включает несколько стадий:

*–* математическая формулировка задачи; *–* математическое моделирование;

*–* метод решения;

*–* анализ полученного результата.

Математическая модель представляет собой систему математиче-ских соотношений (функций, уравнений, формул, систем уравнений), описывающих те или иные стороны изучаемого объекта.

Первый этап математического моделирования включает в себя по-становку задачи, определение объекта и целей исследования, задание критериев изучения объекта и управления им, установление границ его

66

области влияния, то есть области значимого взаимодействия с внешни-ми объектами. Внутри этой области объект может рассматриваться как замкнутая система с установленными начальными и граничными усло-виями решения задачи.

Выбор типа модели осуществляется на следующем этапе математи-ческого моделирования. Иногда строят несколько моделей одного и то-го же объекта и выбирают наиболее правильную сравнивая результаты исследования с реальным объектом.

При выборе типа математической модели объекта по эксперимен-тальным данным устанавливают степень его *детерминированности*, то есть статичность или динамичность, стационарность или нестационар-ность, линейность или нелинейность [3].

**4.2. Структура и модели теоретического исследования**

*Теоретическое знание* – это сформулированные общие для какой-либо предметной научной области закономерности, позволяющие объ-яснить ранее открытые факты и эмпирические закономерности, а также предсказать и предвидеть будущие события и факты.

Теоретическое знание трансформирует результаты, полученные на стадии эмпирического познания, в более глубокие обобщения, вскрывая сущности явлений, закономерности возникновения, развития и измене-ния изучаемого объекта.

Существуют различия между эмпирическим и теоретическим зна-нием. Например, газовые законы Бойля–Мариотта, Шарля и Гей-Люссака – это эмпирические законы, а обобщение этих газовых законов на основе молекулярно-кинетической теории, модели идеального газа, уравнение Клайперона–Менделеева – это теоретическое знание.

Теоретическое исследование начинается с поиска. Выясняется, ка-кая концепция, теория или предметная область могут объединить и со-брать воедино все наработанные эмпирические результаты или их большую часть. Нередко бывает, что часть результатов не ложится в единое русло и их приходится отбрасывать. Но подчас оказывается, что чего-то из необходимых эмпирических результатов недостает и эмпи-рическую часть исследования следует продолжить.

Когда предметная область определена исследователем, начинается процесс построения логической структуры теории, концепции и т.п.

Процесс построения логической структуры состоит из двух этапов. Первый этап – *этап индукции* – восхождение от конкретного к абст-

67

рактному. Исследователь должен определить центральное системообра-зующее звено своей теории: концепцию, систему аксиом или аксиома-тических требований, или единый методологический подход и т.д.

Причем исследователю в процессе обобщения эмпирических резуль-татов приходится, с одной стороны, постоянно обращаться к своей пред-метной области в аспекте требований полноты теории (образовавшиеся «пустоты» в предметной области). В дальнейшем их надо заполнять, в том числе путем дополнительной опытно-экспериментальной работы либо за-имствования результатов у других авторов (естественно, со ссылками).

С другой стороны, постоянно соотносить получаемые обобщения и предметную область с совокупностью получаемых теоретических ре-зультатов в аспекте требования полноты, а также непротиворечивости строящейся концепции, теории.

Исследователь на этапе индукции детально инвентаризирует все имеющиеся у него результаты, все, что может представлять интерес. И начинает группировать их по определенным основаниям классифика-ций в первичные обобщения, затем в обобщения второго порядка и так далее. Происходит индуктивный процесс – абстрагирование – восхож-дение от конкретного к абстрактному – пока все результаты не сведутся в авторскую концепцию – короткую (5–7 строк), но ёмкую формулиров-ку, отражающую в самом общем сжатом виде всю суть теоретической работы и совокупность результатов.

Следующий этап *время дедуктивного процесса*, то есть конкретиза-ции – восхождения от абстрактного к конкретному.

На этом этапе формулировка концепции развивается в совокупно-сти факторов, условий, принципов, моделей, механизмов, теорем и т.д. Иногда, если проблема исследования расчленяется на несколько отно-сительно независимых аспектов, концепция развивается в несколько концептуальных положений – а те уже далее развиваются в совокупно-сти принципов и т.п. Принципы также могут развиваться в классы мо-делей, типы задач и т.д. Так выстраивается логическая структура науч-ной теоретической работы. Процесс логической структуры представлен на схеме 4.1 [1].

Только правильно и обоснованно выбранная методика гарантирует надежность полученных при выполнении исследований результатов. Поэтому важным этапом НИР является разработка методики исследова-ния. Методика должна предусматривать теоретические и эксперимен-тальные исследования.

68

**Совокупность отдельных результатов**

**Обобщения первого порядка**

**Обобщения второго порядка**

**и т.д.**

**Центральный системообразующий элемент:** концепция, исследовательский подход, система аксиом и т.д.

**Концептуальные положения**

Рис. 4.1. Построение логической структуры теоретического исследования

Обычно теоретические исследования выполняют методом модели-рования, т.е. изучения явления с помощью модели. *Модель* – искусст-венная система, отображающая основные свойства изучаемого объекта, то есть оригинала.

При математическом моделировании физика явлений может быть различной, но математические зависимости одинаковы. При физиче-

69

ском моделировании физика явлений в объекте и модели и их матема-тические зависимости одинаковы.

При изучении сложных процессов часто применяют математиче-ское моделирование. При построении модели изучаемый объект и его свойства обычно упрощают. Однако надо иметь в виду, что чем ближе модель к оригиналу, тем ближе полученные при теоретическом иссле-довании результаты к действительным.

Модели могут быть физическими, математическими и натуральными. *Физические модели* позволяют наглядно представить протекающие

процессы в натуре и исследовать влияние отдельных параметров на их свойства. *Математические модели* позволяют количественно использо-вать явления, трудно поддающиеся изучению на физических моделях. *Натуральные модели* представляют собой масштабно-измененные объ-екты, они позволяют наиболее полно исследовать процессы, протекаю-щие в натуральных условиях.

Модель должна отображать существенные явления процесса и быть оптимальной. Излишняя детализация усложняет модель и затрудняет теоретические исследования, делая их более громоздкими. Но в то же время слишком упрощенная модель не обеспечивает требуемую адек-ватность и точность. Изучить и проанализировать явление более полно можно лишь при условии, что его модель представлена описаниям фи-зической сущности и имеет математический вид.

Теоретические исследования при изучении моделей значительно ускоряет компьютер. Применение компьютера для моделирования ока-зывается полезным, если аналитическими методами невозможно уста-новить количественную связь между входящими и выходящими пара-метрами, а получение эмпирической зависимости сопряжено с боль-шими затратами.

Процесс моделирования на компьютере содержит пять этапов:

1) выделение основных факторов и характеристик процессов и опи-сание взаимосвязи между ними с помощью математических уравнений;

2) преобразование математического описания к виду, удобному для ввода в компьютер;

3) составление программы для компьютера; 4) анализ полученных результатов;

5) сопоставление этих результатов с опытными.

Также моделирование можно осуществлять с помощью компью-терных программ [2].

70

**4.3. Общие сведения об экспериментальных исследованиях**

Эксперимент является важнейшей составной частью научных ис-следований, в основе которого находится научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. В научном языке и исследовательской работе термин *эксперимент* обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: целенаправ-ленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, опыт, органи-зация особых условий его существования, проверка предсказания. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение иссле-дуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом его развития и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях воспроизведения того или иного явления и по возможности наиболее чистого, т.е. не осложняемо-го другими явлениями [3, 8, 9].

Основная цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования. Постановка и органи-зация эксперимента определяются его назначением. Эксперименты, ко-торые проводятся в различных отраслях науки, являются отраслевыми и имеют соответствующие названия: физические, химические, биологиче-ские, социальные, психологические, и т.п.

Эксперименты различаются:

*–* по целям исследования (констатирующие, преобразующие, поис-ковые, решающие, контролирующие);

*–* по способу формирования условий (естественный и искусственный); *–* по структуре изучаемых объектов и явлений (простые, сложные); *–* по организации проведения (лабораторные, натурные, полевые,

производственные и т.п.);

*–* по характеру внешних воздействий на объект исследования (ве-щественные, энергетические, информационные);

*–* по характеру взаимодействия средства экспериментального ис-следования с объектом исследования (обычный и модельный);

*–* по типу моделей, исследуемых в эксперименте (материальный и мысленный);

*–* по числу варьируемых факторов (однофакторный и многофактор-ный);

*–* по контролируемым величинам (пассивный и активный);

71

*–* по характеру изучаемых объектов или явлений (технологический, социометрический) и т.п.

Для классификации экспериментов могут быть использованы и другие признаки.

*Естественный эксперимент* предполагает проведение опытов в ес-тественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических и психоло-гических науках).

*Искусственный эксперимент* предполагает формирование искусст-венных условий (широко применяется в технических и естественных науках).

*Констатирующий эксперимент* используется для проверки опре-деленных предположений. В процессе этого эксперимента констатиру-ется наличие определенной связи между воздействием на объект иссле-дования и результатом, выявляется наличие определенных фактов.

*Преобразующий, или созидательный, эксперимент* предполагает активное изменение структуры и функций объекта исследования в соот-ветствии с выдвинутой гипотезой, формирование новых связей и отно-шений между компонентами объекта или между исследуемым объектом и другими объектами. Исследователь в соответствии с раскрытыми тен-денциями развития объекта исследования преднамеренно создает усло-вия, которые должны способствовать формированию новых свойств и качеств объекта.

*Поисковый эксперимент* проводится в том случае, если затруднена классификация факторов, влияющих на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных (априорных) данных. По ре-зультатам поискового эксперимента устанавливается значимость факто-ров, осуществляется отсеивание незначимых.

*Контролирующий эксперимент* сводится к контролю за результа-тами внешних воздействий над объектом исследования с учетом его со-стояния, характера воздействия и ожидаемого эффекта.

*Решающий эксперимент* ставится для проверки справедливости ос-новных положений фундаментальных теорий в том случае, когда две или несколько гипотез одинаково согласуются с этими явлениями. Этот экс-перимент дает такие факты, которые согласуются с одной из гипотез и противоречат другой, например опыты по проверке справедливости нью-тоновской теории истечения света и волнообразной теории Гюйгенса.

*Лабораторный эксперимент* проводится в лабораторных условиях с применением специальных моделирующих установок, типовых при-боров, стендов, оборудования и т.д. Чаще всего в лабораторном экспе-

72

рименте изучается не сам объект, а его образец (модель). Этот экспери-мент позволяет доброкачественно, с требуемой повторностью изучить влияние одних характеристик при варьировании других, тем самым по-лучить хорошую научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов. Однако такой эксперимент не всегда полностью моделирует реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает по-требность в проведении натурного эксперимента.

*Натурный эксперимент* проводится в естественных условиях и на реальных объектах. Этот вид эксперимента часто используется в про-цессе натурных испытаний изготовленных систем. В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются: на производственные, полигонные, полевые, полунатурные и т.п.

Натурный эксперимент всегда требует тщательного продумывания и планирования, а также рационального выбора методов исследования [3, 7].

Основной научной проблемой натурного эксперимента является обеспечение достаточного соответствия (адекватности) условий экспе-римента реальной ситуации, в которой затем будет работать создавае-мый объект. Поэтому центральными задачами натурного эксперимента являются:

*–* идентификация статистических и динамических параметров объ-екта;

*–* изучение характеристик воздействия среды на испытываемый объект;

*–* оценка эффективности функционирования объекта и проверка его на соответствие заданным требованиям.

В психологии, социологии, педагогике широко распространены эксперименты *открытые* и *закрытые*.

В *открытом эксперименте* задачи открыто объясняются испытуе-мым, в *закрытом* – в целях получения объективных данных эти задачи скрываются от испытуемого.

*Закрытый эксперимент* характеризуется тем, что его тщательно маскируют и работа протекает внешне в естественных условиях.

*Простой эксперимент* используется для изучения объектов, не имеющих разветвленной структуры, с небольшим количеством взаимо-связанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции.

В *сложном эксперименте* изучаются явления или объекты с раз-ветвленной структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих сложные функции.

73

*Информационный эксперимент* используется для изучения воздей-ствия определенной (различной по форме и содержанию) информации на объект исследования. Чаще всего информационный эксперимент ис-пользуется в биологии, психологии, социологии, кибернетике и т.п. С помощью этого эксперимента изучается изменение состояния объекта исследования под влиянием сообщаемой ему информации.

*Вещественный эксперимент* предполагает изучение влияния раз-личных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных пластифицирующих добавок на подвиж-ность бетонной смеси, прочность бетона и т.п.

*Классический, или обычный, эксперимент –* экспериментатор вы-ступает в роли субъекта, познающего объект или предмет эксперимен-тального исследования при помощи средств для осуществления экспе-римента (приборы, инструменты, экспериментальные установки).

Различие между орудиями эксперимента при моделировании по-зволяет выделить мысленный и материальный эксперименты.

*Мысленный эксперимент –* одна из форм умственной деятельности познающего субъекта, в процессе которой структура реального экспе-римента воспроизводится в воображении [3, 11].

*Материальный эксперимент*. В процессе этого эксперимента ис-пользуются материальные, а не идеальные объекты исследования. Ос-новное отличие материального эксперимента от мысленного в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной матери-альной связи сознания с внешним миром, а мысленный эксперимент яв-ляется специфической формой теоретической деятельности субъекта.

Сходство мысленного эксперимента с реальным определяется тем, что реальный эксперимент, прежде чем быть осуществленным на прак-тике, сначала проводится человеком мысленно в процессе обдумывания и планирования. Поэтому нередко мысленный эксперимент выступает в роли идеального плана реального эксперимента, в известном смысле предваряя его.

*Модельный эксперимент.* Этот вид эксперимента в отличие от клас-сического имеет дело с моделью исследуемого объекта. Модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект ис-следования, но часто и условия, в которых изучается некоторый объект.

*Энергетический эксперимент* используется для изучения воздейст-вия различных видов энергии (механической, тепловой, электромагнит-ной и т.д.) на объект исследования. Этот тип эксперимента широко рас-пространен в естественных науках.

74

*Однофакторный эксперимент* предполагает: *–* выделение особозначимых факторов;

*–* поочередное варьирование факторов, интересующих исследователя; *–* стабилизацию мешающих факторов.

Суть *многофакторного эксперимента* состоит в том, что варьиру-ются все переменные сразу и каждый эффект оценивается по результа-там всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.

При проведении *пассивного эксперимента* предусматривается из-мерение только выбранных показателей (переменных, параметров) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование. Например, наблюдение: за числом заболева-ний вообще или какой-либо определенной болезнью; за интенсивно-стью, составом, скоростями движения транспортных потоков, за рабо-тоспособность определенной группы лиц; за числом дорожно-транс-портных происшествий т.п.

*Активный эксперимент* связан с выбором специальных входных сиг-налов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы.

*Технологический эксперимент* направлен на изучение элементов технологического процесса (продукции, оборудования, деятельности работников и т.п.) или процесса в целом.

Особым видом экспериментальных исследований является вычис-лительный эксперимент.

*Вычислительным экспериментом* называют методологию и техно-логию исследований, основанных на применении прикладной матема-тики и электронно-вычислительных машин как технической базы при использовании математических моделей. Он основывается на создании математических моделей изучаемых объектов, которые формируются с помощью особой математической структуры, которая способна отра-жать свойства объекта, проявляемые им в различных эксперименталь-ных условиях.

Но эти математические структуры превращаются в модели при не-которых условиях:

*–* когда элементам структуры дается физическая интерпретация;

*–* при устанавлении соотношения между параметрами математической структуры и экспериментально определенными свойствами объекта;

*–* когда характеристики некоторых элементов модели и модели в целом находят соответствие свойствам объекта.

Математические структуры являются моделью изучаемого объекта и отражают в математической, то есть символической или знаковой форме объективно существующие в природе зависимости, связи и законы.

75

Практически всегда математическая модель или её часть может со-провождаться элементами наглядности с соответствующими поясне-ниями, например, диаграммами, графиками, рисунками и т.д. Иногда модель какого-либо сложного устройства может по некоторым свойст-вам уподобляться модели простого объекта.

В основе каждого вычислительного эксперимента находится мате-матическая модель, основанная на приемах вычислительной математи-ки. Вместе с бурным развитием электронно-вычислительной техники развивается и современная вычислительная математика, состоящая из многих разделов. Например, не так давно появился дискретный анализ, дающий возможность получения любого численного результата только с помощью арифметических и логических действий. Здесь задача мате-матики сводится к представлению решений, возможно приблизитель-ных, в виде последовательности арифметических операций, то есть ал-горитма решения.

Теория и практика вычислительного эксперимента создавалась на основе математического моделирования методов вычислительной мате-матики.

Технологический цикл вычислительного эксперимента делят на не-сколько этапов.

1. Для исследуемого объекта строится физическая модель. В рассмат-риваемом явлении она фиксирует разделение всех действующих факторов на главные и второстепенные. Последние на этом этапе исследования от-брасываются. Одновременно формулируются допущения и условия при-менимости модели, а также границы, в которых будут справедливы полу-ченные результаты. Создают математическую модель специалисты, хоро-шо знающие данную область естествознания или техники, а также матема-тики, представляющие себе возможности решения математической задачи. Модель записывается в математических терминах, в виде дифференциаль-ных или интегродифференциальных уравнений.

2. Разрабатывается метод расчета сформулированной математической задачи. Эта задача представляется в виде совокупности алгебраических формул, по которым должны проводиться вычисления, а также условий, показывающих последовательность применения этих формул. Набор таких формул и условий носит название вычислительного алгоритма.

Вычислительный эксперимент имеет многовариантный характер, потому что решение поставленных задач часто зависит от многочислен-ных входных параметров. Но тем не менее каждый конкретный расчет в вычислительном эксперименте проводится при фиксированных значе-

76

ниях всех параметров. В результате вычислительного эксперимента до-вольно часто ставится задача определения оптимального набора пара-метров. При создании оптимальной установки приходится проводить большое число расчетов однотипных вариантов задачи, отличающихся значением лишь некоторых параметров. Поэтому при организации вы-числительного эксперимента экспериментатору необходимо использо-вать эффективные численные методы.

3. Разрабатывается алгоритм и программа решения задачи.

4. При проведении расчетов в программе результат получается в виде некоторой цифровой информации, которую затем необходимо расшифровать. При вычислительном эксперименте точность информа-ции определяется достоверностью модели, положенной в его основу, правильностью программ и алгоритмов для чего обычно проводятся предварительные «тестовые» испытания модели.

5. Обработка результатов расчетов, их анализ и выводы. На данном этапе может возникнуть необходимость уточнения математической мо-дели, то есть её упрощения или усложнения; появиться предложения по созданию упрощенных инженерных способов решения и формул, даю-щих возможность получить необходимую информацию более простым способом.

В случае когда проведение натурных экспериментов и построение физической модели оказываются невозможными или слишком дорого-стоящими, вычислительный эксперимент приобретает исключительное значение.

Примером вычислительного эксперимента могут стать исследова-ния масштабов современного воздействия человека на окружающую среду. Например, изменение климатических условий на земле представ-ляет собой результат очень сложного взаимодействия физических про-цессов, протекающих в атмосфере, в океане и на поверхности суши. По-этому климатическую систему можно исследовать с помощью соответ-ствующей математической модели, которая должна учитывать все эти взаимодействия. Масштабы климатической системы огромны, и экспе-римент даже в одном каком-то регионе чрезвычайно дорог. Однако гло-бальный климатический эксперимент все-таки возможен, но не натур-ный, а вычислительный, проводящий исследования не реальной клима-тической системы, а ее математической модели.

В науке и технике также известно немало областей, в которых вы-числительный эксперимент оказывается единственно возможным при исследовании сложных систем [3].

77

В заключение отметим, что для проведения эксперимента любого типа необходимо:

*–* сформулировать гипотезу, подлежащую проверке; *–* создать программы экспериментальных работ;

*–* определить способы и приемы вмешательства в объект исследо-вания;

*–* обеспечить условия для осуществления процедуры эксперимен-тальных работ;

*–* разработать пути и приемы фиксирования хода и результатов экс-перимента;

*–* подготовить средства эксперимента (модели, установки, прибо-ры, и т.п.);

*–* обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персо-налом.

**4.4. Методика и планирование эксперимента**

Правильная разработка методики эксперимента имеет особое зна-чение. *Методика* – это совокупность мыслительных и физических опе-раций, размещенных в определенной последовательности, в соответст-вии с которой достигается цель исследования. При разработке методики проведения эксперимента обходимо предусматривать:

*–* проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения его исход-ных данных (выбор варьирующих факторов, гипотез);

*–* создание оптимальных условий, в которых возможно эксперимен-тирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, уст-ранение влияния случайных факторов);

*–* систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явле-ния и точные описания фактов;

*–* определение пределов измерений;

*–* проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными способами и средствами;

*–* создание перекрестных воздействий, повторяющихся ситуаций, изменение условий и их характера;

*–* создание усложненных ситуаций с целью подтверждения или оп-ровержения ранее полученных данных;

*–* переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, ана-лизу и теоретической обработке полученного фактического материала.

78

Правильно разработанная методика экспериментального исследо-вания предопределяет его ценность. Поэтому разработка, выбор, опре-деление методики должно проводиться особенно тщательно.

Исследователь при выборе методики эксперимента должен удосто-вериться в ее практической пригодности.

В методике подробно разрабатывается процесс проведения экспе-римента, составляется последовательность проведения наблюдений и операций измерений, детально описывается каждая операция в отдель-ности с учетом выбранных средств для проведения эксперимента, обос-новываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном (установленном ранее) количестве измерений их задан-ную точность и высокую надежность.

Не менее важным разделом методики является выбор методов об-работки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных сво-дится к систематизации всех цифр, классификации и анализу. Результа-ты экспериментов должны быть сведены в графики, формулы, таблицы, позволяющие качественно и быстро сопоставлять и анализировать по-лученные результаты. Все переменные должны быть оценены в единой системе единиц физических величин.

Особое внимание в методике должно быть уделено математическим методам обработки и анализу данных, например, аппроксимации связей между варьирующими характеристиками, установлению эмпирических зависимостей, установлению различных критериев. Диапазон чувстви-тельности или нечувствительности критериев должен быть стабилизиро-ван. При разработке плана-программы эксперимента всегда необходимо стремиться к его упрощению без потери достоверности и точности.

По своему объему эксперименты могут быть различными. В лучшем случае достаточно лабораторного, в худшем приходится проводить се-рию исследований: полигонных, поисковых или предварительных, лабо-раторных. На проведение любого эксперимента затрачивается большое количество ресурсов, производится множество наблюдений и измерений. Иногда может оказаться, что выполнено много лишнего и ненужного. Чаще это вызвано тем, что экспериментатор нечетко обосновал цель и задачи эксперимента. Поэтому важно, прежде чем приступать к проведе-нию эксперимента, правильно и четко разработать его методологию.

В последнее время исследователи чаще стали применять математи-ческую теорию эксперимента, которая позволяет значительно уменьшить объем работы и повысить точность исследования. Методология экспери-мента в этом случае включает такие этапы, как разработка плана-прог-

79

раммы; оценка измерений и выбор средств для проведения эксперимента; математическое планирование эксперимента с одновременным проведе-нием эксперимента; обработка и анализ полученных данных.

Таким образом, методика эксперимента – это система различных способов или приемов для последовательного и наиболее эффективного осуществления эксперимента.

Каждый экспериментатор должен составить *план* или *программу* проведения эксперимента, который включает:

*–* постановку цели и задач эксперимента;

*–* обоснование объема эксперимента, числа опытов; *–* выбор варьируемых факторов;

*–* определение последовательности изменения факторов; *–* порядок реализации опытов;

*–* выбор шага изменения факторов, задание интервалов между бу-дущими экспериментальными точками;

*–* описание проведения эксперимента; *–* обоснование средств измерений;

*–* обоснование способов обработки и анализа результатов экспери-мента [3, 10].

Кроме перечисленных выше пунктов план эксперимента включает: наименование темы исследования; рабочую гипотезу, методику экспе-римента, перечень необходимых материалов, приборов, установок; спи-сок исполнителей, календарный план и смету.

Таким образом, проведение эксперимента – это важнейший и наи-более трудоемкий этап, при его выполнении очень важна последова-тельность проведения опыта. После установления объема эксперимента составляют перечень средств измерений, материалов, список исполни-телей, календарный план и смету расходов.

Ведение журнала, в котором фиксируются все характеристики ис-следуемого процесса и результаты наблюдений, является обязательным требованием проведения эксперимента. Также одновременно с проведе-нием эксперимента исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов и их анализ [3, 9].

Планирование эксперимента необходимо производить в наиболее короткий срок и с наименьшими затратами, получая при этом достовер-ную и точную информацию. Этого можно достигнуть при планировании определенных правил, которые учитывают вероятностный характер ре-зультатов измерений и наличие внешних помех, которые могут воздей-ствать на изучаемый объект.

80

Все факторы, определяющие процесс, изменяются одновременно по специальным правилам, а результаты эксперимента представляются в виде математической модели, обладающей некоторыми статическими свойствами.

Таким образом, можно выделить несколько этапов планирования эксперимента:

*–* сбор и анализ собранной информации;

*–* выбор входных и выходных переменных, области эксперименти-рования;

*–* выбор математической модели, при помощи которой будут пред-ставляться экспериментальные данные;

*–* план эксперимента и выбор критерия оптимальности; *–* проведение анализа данных и определение метода;

*–* проведение эксперимента;

*–* проверка статических предпосылок для полученных эксперимен-тальных данных;

*–* обработка полученных результатов;

*–* интерпретация и рекомендации по использованию полученных результатов.

В процессе сбора и анализа собранной и обработанной информации устанавливают и анализируют все известные данные об изучаемом про-цессе или объекте, какие факторы и как влияют на состояние процесса или объекта, их взаимосвязь, возможные пределы изменения и т.д.

Основные требования для выбора входных факторов это возмож-ность установления нужного значения данного фактора и поддержание его в течение всего опыта.

Факторы могут быть качественными и количественными. Уровням количественных факторов соответствует числовая шкала (давление, температура и т.п.). Качественными факторами могут является конст-рукции аппаратов, катализаторы, и т.п.

*Выходные переменные* – реакции либо отклики на воздействие входных параметров. Они могут быть *экономическими* (прибыль, расход энергии и т.п.), *технологическими* (надежность, стабильность горения дуги, и т.п.) и т.д.

Выбор модели исследования зависит от наших знаний об объекте или процессе, его целей и математического аппарата. Чаще исследуе-мые модели и задачи сводятся к задаче получения статической модели. Она представляет собой математическую зависимость между входными и выходными параметрами изучаемого процесса или объекта. Теорети-

81

ческой основой для решения задачи статического моделирования явля-ется предположение о возможности описания протекающего процесса математическим уравнением.

Часто задачей исследования является оптимизация процесса, т.е. определение таких значений входящих параметров, при которых выхо-дящий параметр имеет максимальное или минимальное значение.

В решении этой задачи выделяют два основных подхода: теорети-ческий и эмпирический.

Существует также и промежуточный подход. При использовании этого подхода вид исходящей модели представляется теоретически, а значения параметров рассчитываются по экспериментальным данным, полученным при изучении объекта.

В последние годы эмпирический подход используется гораздо ши-ре. Это объясняется ростом сложности изучаемых объектов, недостат-ком времени на их детальное изучение, появлением новых эмпириче-ских способов оптимизации и др. [2].

**4.5. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований**

Измерения занимают чрезвычайно важное место в эксперименталь-ных исследованиях.

*Измерение* – это нахождение значения физической величины опыт-ным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263-70). Сущность измерения составляет сравнение измеряемой величины с известной величиной, принятой за единицу, то есть эталон. Измерить ка-кую-либо физическую величину *Q* значит сравнить ее с другой величиной *q,* принятой за единицу измерений, и выразить первую в долях последней.

В математической форме это можно представить в виде зависимости

*Q* = *kq*,

где *k* – любое положительное целое или дробное число, показывающее, во сколько раз *Q* больше или меньше *q*.

*Метрология* занимается теорией и практикой измерения. Это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и спосо-бах достижения требуемой точности. К основам метрологии относятся:

*–* общая теория измерений;

*–* единицы физических величин, то есть величины, которым по оп-ределению присвоено числовое значение, равное единице. Также их системы, то есть совокупность основных и производных единиц, обра-

82

зованная в соответствии с некоторыми принципами, например, Между-народная система единиц – СИ;

*–* методы и средства измерений. К методам относят совокупность приемов использования принципов и технических средств, применяемых при измерениях и имеющих нормирование метрологических свойств;

*–* методы определения точности измерений;

*–* основы обеспечения единства измерений. Результаты измерений обязательно должны быть выражены в узаконенных единицах, а по-грешности измерений известны с заданной вероятностью, что возможно только при единообразии средств измерения. Они должны быть програ-дуированы в узаконенных единицах, и их метрологические свойства должны соответствовать нормам [3, 12].

В метрологии важнейшее значение имеют эталоны и образцовые средства измерения. Э*талоном* считаются средства измерения или их комплекс, обеспечивающие воспроизведение и хранение единицы с це-лью передачи ее размера нижестоящим средствам измерения. Эталоны выполняются по особой спецификации. В России эталонная база содер-жит более 120 государственных эталонов, в том числе единицы массы, длины и др. [3, 13].

Именно образцовые средства измерений служат для проверки по ним рабочих и технических средств измерения, постоянно используе-мых непосредственно в исследованиях.

Передача рабочим средствам размеров единиц от эталонов или об-разцовых средств измерений осуществляется государственными и ве-домственными метрологическими органами, составляющими метроло-гическую службу России (ГОСТ 16263-70). Деятельность этих органов в нашей стране обеспечивает единство измерений и единообразие средств измерений.

Метрологическая служба России связана со всей системой стандар-тизации. Метрология сама дает методы определения и контроля показа-телей, при помощи которых осуществляется стандартизация измерений и обеспечивается достоверность, сопоставимость показателей качества, закладываемых в стандарты. Этим и объясняется то большое внимание, которое уделяется развитию метрологической службы.

Метрологическая служба в нашей стране представляет собой разветв-ленную сеть научных и контрольно-испытательных организаций. Органы метрологической службы способны выполнять значительные работы в на-учно-теоретических и прикладных аспектах точных измерений.

83

В настоящее время работу по стандартизации и метрологии в стра-не возглавляет Государственный комитет по стандартам России (Гос-стандарт РФ). В его задачи входит совершенствование системы стан-дартизации и метрологии, расширение масштабов их использования для эффективного повышения технического уровня и качества продукции всех отраслей народного хозяйства, укрепление и развитие государст-венной метрологической службы, стандартизация методов и средств измерений и др.

Метрологическая служба в зависимости от задач и функций, вы-полняемых ею, подразделяется на государственную и ведомственную.

Проведение повседневной систематической работы в ведомстве или на предприятии по обеспечению общегосударственного единства изме-рений является главным предназначением метрологической службы, организуемой в министерствах и ведомствах, на отдельных предприяти-ях, в научно-исследовательских институтах, вузах. Поэтому существует неразрывная связь ведомственной метрологической службы с государ-ственной, последняя в этом вопросе является ведущей, решающей и контролирующей.

Измерения могут быть *статическими*, когда измеряемая величина не изменяется во времени и *динамическими*. Измерения также бывают прямые и косвенные. При *прямых* измерениях искомую величину уста-навливают непосредственно из опытов. При *косвенных* – функциональ-но от других величин, определяемых прямыми измерениями, например измерение плотности тела через его массу и объем. Ещё различают из-мерения абсолютные и относительные. ***Абсолютные*** – это прямые из-мерения в единицах измеряемой величины. ***Относительные*** – измере-ния, представленные отношением измеряемой величины к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Также существует три класса измерений: особоточные, высокоточ-ные и технические.

Как уже говорилось ранее, измерения являются основной состав-ляющей частью любого эксперимента. От тщательности измерений за-висит конечный результат эксперимента. Поэтому каждый исследова-тель должен уметь правильно измерять изучаемые величины, знать за-кономерности измеряемых процессов, правильно оценивать погрешно-сти при измерениях, определять наилучшие условия измерений, при ко-торых ошибки будут наименьшими, вычислять значения величин и их необходимое минимальное количество и проводить общий анализ ре-зультатов измерений [3].

84

В меторологии различают несколько основных методов измерения. *Метод непосредственной оценки.* Он определяет значение величи-

ны непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение массы на циферблатных весах). *Метод сравнения с мерой.* При его использовании измеряемую ве-личину сравнивают с величиной воспроизводимой меры (например, из-

мерение массы на рычажных весах с уравновешением гирями).

*Нулевой метод* применяется для результирующего эффекта воздей-ствия величины на прибор до нуля, например измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравновешиванием.

*Дифференциальный метод* основан том, что на измерительный прибор воздействует разность измеряемой и известной величины, вос-производимой мерой, например, измерения, выполняемые при проверке мер длины сравнением с образцовой мерой на компараторах.

*Метод совпадений.* Разность между измеряемой величиной и вели-чиной воспроизводимой меры измеряется с использованием периодиче-ских сигналов или совпадения отметок шкал.

*Метод замещения*. При его использовании измеренную величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, например взвешиванием с поочередным помещением измеряемой массы и гири одну и ту же чашку весов.

Средства измерений являются обязательной и неотъемлемой ча-стью экспериментальных исследований. Они являются совокупностью технических средств, имеющих нормированные погрешности, которые дают необходимую информацию для экспериментатора.

В настоящее время выпускается большое количество средств измере-ний и наблюдений для измерения показателей механических, физических, химических, а также структуры различных материалов и изделий и т.д.

К средствам измерений относятся измерительные приборы, меры, установки и системы. *Мера* является самым простым средством измере-ния и предназначена она для воспроизведения физической величины заданного размера, например, гиря – мера массы.

Также выделяют средства измерения, которые позволяют непосред-ственно определить испытываемый показатель, например пресс для оп-ределения прочности материалов. Средства измерения, которые дают возможность косвенно судить об исследуемом показателе, например ультразвуковой дефектоскоп, который позволяет оценить прочность ма-териала по скорости прохождения ультразвука.

85

*Измерительная установка* или *стенд.* Это особая система, состоящая из основных и вспомогательных средств измерений, предназначенных для измерения одной или нескольких величин. Установки могут вырабатывать сигналы, удобные для автоматической обработки результатов измерений. При проведении эксперимента иногда приходится создавать измеритель-ные установки с фиксацией различных физических величин.

*Измерительный прибор –* это средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателя. Характеристиками из-мерительных приборов являются стабильность измерений, величина по-грешности и точности и чувствительность.

Все приборы классифицируются по точности измерения, стабиль-ности показаний, чувствительности, пределам измерения и др.

*Точность измерений* – это степень приближения измерения к дей-ствительному значению измеряемой величины.

*Погрешность измерения* – это алгебраическая разность между дей-ствительным значением и полученным при измерении. Количество ми-нимальных измерений обеспечивает устойчивое среднее значение изме-ряемой величины, удовлетворяющее заданной степени точности.

Погрешность является одной из важных характеристик любого прибора, используемого при проведении эксперимента. Она может быть абсолютной и относительной:

абсолютная погрешность

*b* *xu* −*xd* , относительная погрешность

*b* *xu* −*xd* 100 %, *d*

где *xи –* показания прибора; *xd* – действительное значение измеряемой величины, полученное более точным методом.

*Основными погрешностями прибора* называются суммарные по-грешности, которые установлены при нормальных условиях.

Чтобы повысить достоверность измерений и их точность, необхо-димо уменьшить погрешность. Погрешности при измерениях могут возникнуть вследствие ряда причин: влияние различных внешних фак-торов в процессе опытов, недостаточно тщательное проведение опытов; несовершенство методов и средств измерений; субъективные особенно-сти экспериментатора и т.д.

86

Различают систематические и случайные погрешности. *Система-тические* – это погрешности, которые при повторных опытах остаются постоянными. При известных численных значениях погрешностей их нужно учитывать во время повторных опытов. Систематические по-грешности можно разделить на пять групп:

1) влияние внешней среды: вибрация, магнитные и электрические поля, влажность и т.д.;

2) неправильная установка средств измерений;

3) инструментальные, например, из-за износа инструмента, и т.д.; 4) методические, которые обоснованы выбором метода измерения; 5) субъективные.

*Случайные погрешности.* Они могут возникнуть случайно при по-вторных измерениях. Эти погрешности нельзя учесть и исключить, но при многократно повторенных измерениях с помощью статических ме-тодов их можно выявить и исключить.

*Диапазон измерения прибора –* это часть диапазона показаний прибо-ра, для которой установлены его погрешности. При известных погрешно-стях прибора диапазон измерений и показаний прибора совпадает.

*Размахом прибора* называют разность между его максимальными и минимальными показателями. Если это непостоянная величина, то есть если при обратном ходе имеется увеличение или уменьшение хода, то эту разность называют *вариацией* показаний. Эта величина является простейшей характеристикой погрешности прибора.

Способность отсчитывающего устройства реагировать на измене-ния измеряемой величины является ещё одной характеристикой прибо-ра и называется *чувствительностью.* Порогом чувствительности при-бора является наименьшее значение измеренной величины, вызываю-щее изменение показания прибора, которое можно зафиксировать.

Ещё одной из основных характеристик прибора является его *точ-ность.* Она характеризуется суммарной погрешностью.

Все приборы в зависимости от допускаемой погрешности делятся на классы. *Классом точности* является обобщенная характеристика, определяемая пределами основной и дополнительных допускаемых по-грешностей, влияющих на точность. Класс точности часто обозначают допускаемой погрешностью в процентах (1–2 и т.д.).

*Воспроизводимость прибора,* или стабильность. Это свойство от-счетного устройства прибора обеспечивает постоянство показаний од-ной и той же величины. Она определяется вариацией показаний.

87

Выходной сигнал средств измерения фиксируется отсчетными уст-ройствами. Они могут быть цифровыми, шкальными и регистрирующими.

Важной частью прибора является *шкала*. Длиной деления шкалы называют расстояние в миллиметрах между двумя смежными отметка-ми на шкале. Разность между значениями измеряемой величины, соот-ветствующую началу и концу шкалы, называют диапазоном показаний прибора [3, 14, 15].

Все средства измерения, используемые в научных исследованиях, про-ходят обязательную периодическую *поверку* на точность. Поверка преду-сматривает уменьшение погрешностей прибора. Она позволяет установить соответствие данного прибора регламентированной степени точности, а также определить возможность его применения для данных измерений. При поверке средств измерения определяются погрешности и устанавли-вается, не выходят ли они за пределы допускаемых значений.

В России государственные метрологические институты и лаборато-рии по надзору за стандартами и измерительной техникой производят государственный контроль по обеспечению единства мер. Все средства измерений проверяются каждые 1–2 года.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что очень важным моментом в организации научного эксперимента является выбор средств измерений. Средства измерения должны:

– максимально соответствовать тематике, цели и задачам научно-исследовательской работы;

– обеспечивать при проведении экспериментальных работ высокую производительность труда;

– обеспечивать требуемое количество экспериментальных работ, то есть заданную степень точности при минимальном количестве измерений;

– обеспечивать высокую воспроизводимость и надежность, по воз-можности исключать систематические ошибки, при этом желательно мак-симально использовать средства измерений с автоматической записью;

– иметь высокую экономическую эффективность, то есть минимум затрат людских, денежных и материальных ресурсов;

– обеспечивать эргономические требования эксперимента;

– удовлетворять требованиям техники безопасности и пожарной безопасности.

Таким образом, важнейшим фактором успешного проведения науч-ных исследований является метрологическое обеспечение научных ис-следований и особенно обеспечение единства измерений, однообразие

88

средств измерения. Поэтому без успешного развития метрологии не-возможен прогресс в развитии науки и, наоборот, без успешного разви-тия науки невозможен прогресс в метрологии.

**4.6. Организация рабочего места экспериментатора**

*Рабочее место* экспериментатора – это часть рабочего пространст-ва, на которое распространяется его непосредственное воздействие в процессе исследования.

*Рабочим пространством* называется часть лабораторного или про-изводственного помещения, оснащенная необходимыми эксперимен-тальными средствами и обслуживаемая одним или группой исследова-телей. Рабочее пространство может быть:

– стационарным, например лаборатория, научно-исследовательское учреждение, полигоны и т.п.;

– мобильным, например ходовые лаборатории;

– условно-стационарным, например передвижные лаборатории, временные полигоны.

Лабораторией является специально оборудованное помещение, в котором производятся экспериментальные исследования. В соответст-вии с особенностями рабочего пространства выделяют три типа иссле-довательских лабораторий: стационарные, передвижные и ходовые.

В стационарной лаборатории рабочее место комплектуется специ-альным рабочим столом. В зависимости от назначения лаборатории ка-ждый лабораторный стол должен обеспечиваться электричеством, га-зом, водой, паром, сжатым воздухом и общим вакуумом. На столах раз-мещаются штепсели для включения электроприборов, компьютеров, на-стольных ламп, нагревательных приборов (паяльники, плитки), разме-щенных на кусках толстого листового асбеста. Освещенности рабочего места следует уделять особое внимание.

Оборудование передвижных лабораторий должно быть приближено к стационарным, но несколько уступает им из-за нехватки площадей. Например, вместо лабораторного стола передвижная лаборатория осна-щается откидным столиком для ведения необходимых записей в про-цессе проведения эксперимента.

Экспериментатор в лаборатории выполняет весьма ответственную работу. От неё часто зависит правильность решения теоретической или практической задачи в целом. Главными условиями эффективной экс-периментальной работы являются: аккуратность, тщательность подго-

89

товки эксперимента, точность при выполнении предписаний методики, внимательность при проведении эксперимента. Исследователь, присту-пая к проведению эксперимента, должен еще раз обдумать и уточнить методику, подготовить всю необходимую документацию (акты, лабора-торные тетради, журналы), которая предназначена для регистрации хода и результатов опытов.

Все наблюдения, определения и анализы необходимо записывать в специальный журнал. Его форма должна соответствовать исследуемому процессу с максимальной фиксацией всех фактов и условий их появле-ния. Исполнитель должен при получении в одном статистическом ряду результатов, резко отличающихся от соседних измерений, записать все данные без искажений и указать обстоятельства, которые сопутствуют указанному измерению. В дальнейшем это позволит установить причи-ны отклонений и соответствующим образом классифицировать их. Если необходимо в процессе измерения произвести простейшие расчеты, то они должны быть внесены в журнал или в отдельную тетрадь с указани-ем даты проведения опыта, номера и серии опыта.

Лабораторные журналы и тетради являются важнейшими первич-ными документами исследователя, поэтому должны содержаться в по-рядке и обеспечивать возможность логической проверки. Нужно стре-миться не допускать в них исправлений, а при необходимости исправ-ления должны делаться так, чтобы не происходило путаницы при расче-тах. Любое исправление должно сопровождаться пояснением экспери-ментатора и краткой справкой о причинах исправлений. В лаборатор-ных журналах и тетрадях не следует делать записей или пометок, не от-носящихся к делу.

Исполнитель обязан систематически проводить поверку средств измерений. При проведении эксперимента исполнитель должен непре-рывно следить за средствами измерений, правильностью их показаний, характеристикой окружающей среды, устойчивостью аппаратов и уста-новок и не допускать посторонних лиц в рабочую зону.

Творческие особенности экспериментатора должны проявляться при предварительной обработке результатов и их анализе. Такой анализ позволяет контролировать исследуемый процесс, улучшать методику, корректировать эксперимент и повышать его эффективность.

В процессе экспериментальных работ необходимо соблюдать инст-рукции по промсанитарии, требования техники безопасности, пожарной профилактики. Особое внимание следует уделять уменьшению шума

90

при эксперименте, состоянию газовых кранов и электрооборудования. Газовые краны должны периодически проверяться специалистами на утечку газа. Все электроприборы должны быть заземлены.

При выполнении производственных экспериментов необходимо очень строго соблюдать все перечисленные требования. Вследствие больших объемов работ и значительной их трудоемкости ошибки, которые были допущены в процессе эксперимента, могут значительно увеличить про-должительность исследований и соответственно уменьшить их точность.

Все результаты измерений сначала сводят в таблицы по варьи-рующим характеристикам, потом тщательно изучают сомнительные цифры, которые резко отличаются от статистического ряда наблюдений. При анализе цифр необходимо установить точность, с которой нужно производить обработку опытных данных, то есть точность обработки не должна быть выше точности измерений.

Важное место при проведении экспериментальных исследований занимает анализ результатов эксперимента. Это завершающая часть, на базе которой делается вывод о подтверждении гипотезы научного ис-следования. Анализ эксперимента является творческой частью исследо-вания. Поскольку за цифрами иногда трудно представить физическую сущность процесса, требуется особо тщательное сопоставление причин, фактов, обусловливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

Результаты некоторых лабораторных и большинства производст-венных экспериментов оформляются протоколом, который подписыва-ется экспериментатором и руководителем производства [3].

**4.7. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента**

При проведении экспериментов измерения различных показателей не могут быть выполнены абсолютно точно, так как сами измеритель-ные приборы имеют определенную погрешность. Погрешности измере-ний могут возникнуть вследствие недостаточно тщательного проведе-ния опыта, несовершенства методов и средств измерений, влияния раз-личных неучтенных факторов в процессе опыта и наконец субъектив-ных особенностей самого исследователя.

Выше уже отмечалось, что погрешности измерений класси-фицируются на систематические и случайные. Систематические по-грешности при повторных экспериментах остаются постоянными, при

91

этом если числовые значения этих погрешностей известны, то их можно учесть во время повторных измерений. Случайные погрешности могут возникнуть случайно при повторном измерении. Но при многократных повторениях с помощью статистических методов можно исключить наиболее отклоняющиеся случайные измерения.

Разновидностью случайных погрешностей могут стать грубые про-махи, существенно превышающие систематические или случайные по-грешности. Такие грубые погрешности и промахи чаще вызваны ошиб-ками экспериментатора. Их можно легко обнаружить и впоследствии не учитывать при проведении анализа. Поэтому особо следует отметить, что получение и обработка статистических данных требуют от исследо-вателя большого внимания и соответствующих навыков .

Иногда в серии одинаковых измерений встречаются измерения с очень большими случайными ошибками, имеющими малую вероят-ность. Такие измерения относят к промахам экспериментатора и затем отбрасывают. Но при этом не нужно забывать, что, хотя существует очень малая вероятность того, что отброшенное число является не про-махом, а естественным статистическим отклонением, как правило, пре-небрежение им не приводит к существенному ухудшению оценки ре-зультатов измерений. Действительно, в процессе эксперимента иногда бывает трудно отделить систематические погрешности от случайных. Однако при многократном и тщательном выполнении эксперимента этого результата можно достичь.

Главная задача исследователя провести измерения с наименьшими погрешностями, с использованием всех возможных методов устранения систематических и случайных ошибок.

Систематические погрешности можно разделить на следующие группы:

– инструментальные погрешности, которые появляются вследствие нарушений средств измерений из-за неточности градировочных шкал, износа и старения узлов и деталей средств измерений, возникающих по причине их неправильной установки;

– погрешности, которые возникают в результате действия внешних факторов (высокая температура воздуха, атмосферное давление и влаж-ность воздуха, магнитные и электрические поля, вибрация и колебания от движущегося транспорта и др.);

– субъективные погрешности, которые могут возникнуть вследст-вие индивидуальных, психофизиологических, физиологических, антро-пологических свойств человека.

92

Среди погрешностей измерений важное место занимают *субъек-тивные.* Их источниками являются психологические или психофизио-логические причины. Например, из-за дефектов зрения экспериментатор может недостаточно точно считывать показания приборов. Для устра-нения таких погрешностей достаточно обеспечить требуемое освещение и подобрать соответствующую градуировку шкал приборов.

Также к *психологическим* причинам погрешностей относят инерцион-ность мышления и различные психологические барьеры. Довольно часто новые и неожиданные результаты эксперимента исследователь стремится понять в рамках старых представлений, но они в эти рамки не укладыва-ются и рассматриваются им как промахи. Здесь проявляется инерцион-ность мышления экспериментатора, то есть его вера в совершенство и уни-версальность старых представлений, а может, просто боязнь нового.

Бывает, что ошибки эксперимента связаны с тем, что исследователь не представляет себе четко, что он собирается получить. В результате могут быть не учтены важнейшие факторы, а это существенно затруд-нит анализ экспериментальных данных.

Иногда в процессе анализа результатов эксперимента исследова-тель бессознательно подгоняет экспериментальные данные для под-тверждения ранее выдвинутой гипотезы. Эта опасность особенно вели-ка, если вывод делается на основании данных, на которых могут суще-ственно сказываться ошибки измерения и влияние неучитываемых фак-торов. В таких условиях нетрудно подобрать достаточное количество фактов, подтверждающих принятую гипотезу, объяснить заметные от-клонения промахами и тем самым уйти от истины. Для исключения та-ких ошибок известный физик Резерфорд проводил серии опытов, пока-затели которых учитывали студенты, не знавшие, в чем заключается опыт, а кривые по полученным точкам проводили другие люди, также не знавшие, что должно получиться. Применение такой методики обра-ботки материалов эксперимента позволило Резерфорду и его ученикам не сделать ни одного ошибочного открытия, в то время как в других ла-бораториях таких «открытий» было немало.

Всё вышеизложенное доказывает, что любой результат экс-перимента должен многократно проверяться и восприниматься крити-чески. Перепроверку результатов эксперимента целесообразнее осуще-ствлять в другое время дня или по истечении нескольких дней.

После завершения всех серий эксперимента исследователь может принять решение: признать ли основную часть работы законченной;

93

есть ли необходимость провести дополнительный сбор информации и отбор материала с целью подтверждения гипотезы; признать свою рабо-ту как неудачную и т. д.

При длительных опытах рекомендуется периодически обсуждать их в научном коллективе. Это позволяет исследователю своевременно скоррек-тировать ход эксперимента и направить его в нужном направлении [3].

**Вопросы для самоконтроля**

1.Расскажите о теоретических исследованиях.

2.В чем заключается различие между эмпирическим и теоретиче-ским знанием?

3.Модели теоретического исследования.

4.Какова роль эксперимента в научном исследовании? 5.Какие виды экспериментов вы знаете?

6.В чем суть вычислительного эксперимента? 7.Что в себя включает план эксперимента? 8.Как планируется эксперимент?

9.Что такое измерение? Его виды.

10. Как организовать рабочее место экспериментатора?

94

**Глава 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**5.1. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях**

Исследователь должен одновременно с производством опытов и измерений проводить предварительную, а затем и окончательную обра-ботку результатов измерений, их анализ, что позволяет корректировать эксперимент, контролировать и улучшать методику в ходе опыта.

Анализ случайных погрешностей основывается на теории случай-ных ошибок. Он даёт возможность с определенной гарантией вычислить действительное значение измеренной величины и оценить возможные ошибки.

Основу теории случайных ошибок составляют следующие предпо-ложения:

– большие погрешности встречаются реже, чем малые, так как ве-роятность появления погрешности уменьшается с ростом ее величины;

– при большом числе измерений случайные погрешности одинако-вой величины, но разного знака встречаются одинаково часто;

– при бесконечно большом числе измерений истинное значение изме-ряемой величины равно среднеарифметическому значению всех результа-тов измерений, а появление того или иного результата измерения как слу-чайного события описывается нормальным законом распределения.

Совокупность измерений может быть генеральной и выборочной. *Генеральная совокупность* – это все множество возможных значений изменений *хi* или возможных значений погрешности Δ *хi*.

При *выборочной совокупности* число измерений *n* ограничено и в каждом случае строго определяется. Обычно считают, что если *n* > 30, то среднее значение совокупности измерений *x* достаточно точно при-ближается к истинному значению.

Теория случайных ошибок позволяет оценить точность и надеж-ность измерения при данном количестве замеров или определить мини-мальное количество замеров, гарантирующее требуемую точность и на-дежность измерений. Также необходимо исключить возможность появ-ления грубых ошибок и определить достоверность полученных резуль-татов [3].

95

**5.2. Интервальная оценка измерений с помощью доверительной вероятности**

Для нормального закона распределения общей оценочной характе-ристикой измерения и большой выборки являются дисперсия *D* и коэф-фициент вариации *k*в:

*D* 2 *i*1 *xn*−*x*2 ; *k*в / *x*, (5.1)

где σ – среднеквадратичное отклонение.

*Коэффициент вариации* характеризует изменчивость измерений, а *дисперсия* их однородность. Чем выше *k*в, тем больше изменчивость измерений относительно средних значений. *k*в оценивает также разброс при оценке нескольких выборок. Чем выше *D*, тем больше разброс из-мерений.

*Доверительный интервал измерения* – это интервал значений *xi,,*в ко-торый попадает истинное значение *x*д измеряемой величины с заданной вероятностью. Он характеризует точность измерения данной выборки.

*Доверительная вероятность* или достоверность измерения – это вероятность, что истинное значение измеряемой величины попадает в данный доверительный интервал, то есть в зону *а* *х*д *b*. Эта вели-чина характеризует достоверность измерений и определяется в процен-тах или в долях единицы. Доверительная вероятность *p*д описывается выражением

*p*д *р**а* *х*д *b*1 *b*−*x*−*a*−*x*,

где *t*– интегральная функция Лапласа, численные значения которой

приведены в табл. 5.1.

*t*

2 *e*−*t*2 /2*dt*. 0

Аргументом этой функции является отношение μ к среднеквадра-тичному отклонению σ, то есть

*t* /, (5.2)

где *t* – гарантийный коэффициент.

96

*b*−*x*; −*a*−*x*.

Если на основе определенных данных установлена доверительная вероятность *p*д , чаще её принимают равной 0,90; 0,95; 0,9973, то уста-навливается точность измерений или доверительный интервал 2μ на ос-нове соотношения

*p*д /.

Таблица 5.1 Интегральная функция Лапласа

*t p*д 0,00 0,0000 0,50 0,0399 0,10 0,0797 0,15 0,1192 0,20 0,1585 0,25 0,1974 0,30 0,2357 0,35 0,2737 0,40 0,3108 0,45 0,3473 0,50 0,3829 0,55 0,4177 0,60 0,4515 0,65 0,4843

0,70 0,5161

*t p*д *t p*д 0,75 0,5467 1,50 0,8664 0,80 0,5763 1,55 0,8789 0,85 0,6047 1,60 0,8904 0,90 0,6319 1,65 0,9011 0,95 0,6579 1,70 0,9109 1,00 0,6827 1,75 0,9199 1,05 0,7063 1,80 0,9281 1,10 0,7287 1,85 0,9357 1,15 0,7419 1,90 0,9426 1,20 0,7699 1,95 0,9488 1,25 0,7887 2,00 0,9545 1,30 0,8064 2,25 0,9756 1,35 0,8230 2,50 0,9876 1,40 0,8385 3,00 0,9973

1,45 0,8529 4,00 0,9999

Тогда половина доверительного интервала

arg*p*д *t*, (5.3)

где arg*p*д – аргумент функции Лапласа, а при *n* < 30 – функции Стьюдента (табл. 5.2).

Приведем пример: выполнено 30 измерений прочности дорожной одежды участка автомобильной дороги при среднем модуле упругости одежды *Е* = 170 МПа и вычисленном значении среднеквадратического отклонения σ = ±3,1 МПа.

Требуемую точность измерений можно определить для разных уровней доверительной вероятности *p*д = 0,9011; 0,9545; 0,9973. Значе-ния *t* принимаем по табл. 5.1.

97

Таблица 5.2 Коэффициент Стьюдента αст

*n* *p*д

1 0,80 0,90 0,95 0,99 0,995 0,999 2 3,080 6,31 12,71 63,70 127,30 637,20 3 1,886 2,92 4,30 9,92 14,10 31,60 4 1,638 2,35 3,19 5,84 7,50 12,94 5 1,533 2,13 2,77 4,60 5,60 8,61 6 1,476 2,02 2,57 4,03 4,77 6,86 7 1,440 1,94 2,45 3,71 4,32 5,96 8 1,415 1,90 2,36 3,50 4,03 5,40 9 1,397 1,86 2,31 3,36 3,83 5,04

10 1,383 1,83 2,26 3,25 3,69 4,78 12 1,363 1,80 2,20 3,11 3,50 4,49 14 1,350 1,77 2,16 3,01 3,37 4,22 16 1,341 1,75 2,13 2,95 3,29 4,07 18 1,333 1,74 2,11 2,90 3,22 3,96 20 1,328 1,73 2,09 2,86 3,17 3,88 30 1,316 1,70 2,04 2,75 3,14 3,65 40 1,306 1,68 2,02 2,70 3,12 3,55 50 1,298 1,68 2,01 2,68 3,09 3,50 60 1,290 1,67 2,00 2,66 3,06 3,46 ∞ 1,282 1,64 1,96 2,58 2,81 3,29

*Примечание: n – число параллельных серий опытов*

В этом случае соответственно μ = ±3,1·1,65 = ±5,1; ±3,1·2,0 = ±6,2; ±3,1×3,0 = ±9,3 МПа. Следовательно, для данного средства и метода из-мерений доверительный интервал возрастает примерно в два раза, если

*p*д увеличить только на 10 %.

Если необходимо определить достоверность измерений для уста-новленного доверительного интервала, например, μ = ±7 МПа, то по формуле (5.2)

*t* /7/3,12,26.

По табл. 5.1 для *t* = 2,26 определяем *p*д = 0,9764. Это значит, что в заданный доверительный интервал не попадают только три измерения из 100.

*Уравнением значимости* называют значение (1 – *p*д ). Из него сле-дует, что при нормальном законе распределения погрешность, превы-

98

шающая доверительный интервал, будет встречаться один раз из *n*и из-мерений,

где

*nu* *p*д /1−*р*д , (5.4)

или приходится забраковать одно из измерений.

По данным приведенного выше примера можно вычислить количе-ство измерений, из которых одно измерение превышает доверительный интервал.

По формуле (5.4) при *p*д = 0,9 получим

*nu* 0,9/1−0,99 измерений.

При *p*д 0,95*nu* 19, а при *p*д 0,9973*nu* 367, измерений. *Определение минимального количества измерений.* Эксперимента-

тор при проведении опытов с заданной точностью и достоверностью должен знать то количество измерений, при котором будет уверен в положительном результате. Поэтому одной из первоочередных задач при статистических методах оценки является установление минималь-ного, но достаточного числа измерений для данных условий. Задача сводится к установлению минимального объема выборки (числа изме-рений) *N*min при заданных значениях доверительного интервала 2μ и доверительной вероятности *p*д . При выполнении измерений необхо-димо знать их точность.

0 *х*, (5.5)

где 0 – среднеарифметическое значение среднеквадратичного откло-нения σ, 0 / *n*.

Значение 0 называют *средней ошибкой*. Доверительный интервал ошибки измерения Δ определяется аналогично для измерений *t*0 .

С помощью *t* легко определить доверительную вероятность ошибки из-мерений из табл. 5.1.

Довольно часто в экспериментальных исследованиях по заданной точности Δ и доверительной вероятности измерения определяют мини-мальное количество измерений, гарантирующих требуемые значения Δ и *p*д .

99

Аналогично уравнению (5.3) с учетом (5.5) можно получить

arg*p*д 0 / *n* *t*. (5.6) При *N*min = *n* получаем

*N*min 2*t*2 /2 *k*2*t*2 / 2, (5.7)

где *k*в – коэффициент изменчивости или вариации, %; Δ – точность из-мерений, %.

Для определения *N*min может быть принята следующая последова-тельность вычислений:

1) проводится предварительный эксперимент с количеством изме-рений *n*, которое составляет в зависимости от трудоемкости опыта от 20 до 50;

2) вычисляется среднеквадратичное отклонение σ по формуле (5.1); 3) в соответствии с поставленными задачами эксперимента уста-

навливается требуемая точность измерений Δ, которая не должна пре-вышать точности прибора;

4) устанавливается нормированное отклонение *t*, значение которо-го обычно зависит от точности метода или задается;

5) по формуле (5.7) определяют *N*min,и тогда в дальнейшем процес-се эксперимента число измерений не должно быть меньше *N*min.

Например, комиссия при приемке сооружения в качестве одного из параметров замеряет его ширину. Согласно инструкции требуется вы-полнить 25 измерений; допускаемое отклонение параметра ±0,1 м. Если предварительно вычисленное значение σ = 0,4 м, то можно определить, с какой достоверностью комиссия оценит данный параметр.

Согласно инструкции Δ = 0,1 м. Из формулы (5.7) получим

*t* *n* 25 0,4 1,25.

В соответствии с табл. 5.1 при *t* = 1,25 доверительная вероятность *p*д = 0,79. Это низкая вероятность. Погрешность, превышающая дове-

рительный интервал 2μ = 0,2 м, согласно выражению (5.4) будет встре-чаться 0,79/(1–0,79) = 3,37, то есть один раз из четырех измерений. Это недопустимо. Поэтому необходимо вычислить минимальное количество измерений с доверительной вероятностью *p*д , равной 0,9 и 0,95. По

формуле (5.7) при *p*д = 0,90 имеем

100

*N*min 0,42 1,652 /0,12 43 измерения

при *p*д = 0,95 *Nmin* = 64 измерения, что значительно превышает установ-ленные 25 измерений.

Оценки измерений с использованием σ и σ0 с помощью приведен-ных методов справедливы при *n* > 30.

В 1908 году английский математик У. Госсет (псевдоним Стью-дент) предложил метод для нахождения границы доверительного интер-вала при малых значениях *n*, который применяют и сегодня. Кривые распределения Стьюдента в случае *n* → ∞ (практически при *n* > 20) пе-реходят в кривые нормального распределения (рис. 5.1).

Доверительный интервал для малой выборки

ст 0ст , (5.8)

где ст – коэффициент Стьюдента, принимаемый по табл. 5.2 в зависи-мости от значения доверительной вероятности *p*д .

Рис. 5.1. Кривые распределения Стьюдента: *1* – *n*→∞, *2* – *n* = 10, *3* – *n* = 2

Зная μст, можно вычислить действительное значение изучаемой ве-личины для малой выборки,

*х*д *х* ст. (5.9)

Возможна и другая постановка задачи. По *n* известных измерений малой выборки необходимо определить доверительную вероятность *p*д при условии, что погрешность среднего значения не выйдет за пределы ±μст. Эту задачу решают в следующей последовательности.

101

Вначале вычисляется среднее значение *х* , σ0 и ст ст /0 . Затем с помощью величины ст , известного *n* и табл. 5.2 определяется дове-рительная вероятность.

В процессе обработки экспериментальных данных следует исклю-чать грубые ошибки ряда. Появление таких ошибок вполне вероятно, а их наличие серьезно может повлиять на результат измерений. Но пре-жде чем исключить то или иное измерение, необходимо убедиться, что это действительно грубая ошибка, а не отклонение вследствие статисти-ческого разброса.

Известно несколько методов определения грубых ошибок стати-стического ряда. Наиболее простым способом из них является правило трех сигм: разброс случайных величин от среднего значения не должен превышать

*х*max,min *x* 3. (5.10)

Наиболее достоверными являются методы, базирующиеся на ис-пользовании доверительного интервала. Например, имеется статистиче-ский ряд малой выборки, подчиняющийся закону нормального распре-деления.

При наличии грубых ошибок критерии их появления вычисляются

по формулам

1 *x*max −*x**nn*1, 2 *x* −*x*min *nn*1.

(5.11)

Максимальные значения βmаx, возникающие вследствие статистиче-ского разброса, в зависимости от доверительной вероятности приведены в табл. 5.3. Если β1 > βmаx, то значение *x*mаx необходимо исключить из статистического ряда как грубую погрешность. При β2 < βmаx исключа-ется величина *x*min. После исключения грубых ошибок определяют но-вые значения *x* и σ из (*n* – 1) или (*n* – 2) измерений.

Для малой выборки применяют также второй метод установления грубых ошибок, который основан на использовании критерия В.И. Ро-мановского.

При использовании этого метода методика выявления грубых оши-бок сводится к следующему. Задаются доверительной вероятностью *р*д и

102

по табл. 5.4 в зависимости от *n* находят коэффициент *q* и вычисляют предельно допустимую абсолютную ошибку отдельного измерения:

пр *q*. (5.12)

Таблица 5.3 Критерий появления грубых ошибок

*n* 0,90 3 1,41 4 1,64 5 1,79 6 1,89 7 1,97 8 2,04 9 2,10 10 2,15 11 2,19 12 2,23 13 2,26 14 2,30

βmаx при *р*д *n* 0,95 0,99

1,41 1,41 15 1,69 1,72 16 1,87 1,96 17 2,00 2,13 18 2,09 2,26 19 2,17 2,37 20 2,24 2,46 25 2,29 2,54 30 2,34 2,61 35 2,39 2,66 40 2,43 2,71 45 2,46 2,76 50

βmаx при *р*д

0,90 0,95 0,99 2,33 2,49 2,80 2,35 2,52 2,84 2,38 2,55 2,87 2,40 2,58 2,90 2,43 2,60 2,93 2,45 2,62 2,96 2,54 2,72 3,07 2,61 2,79 3,16 2,67 2,85 3,22 2,72 2,90 3,28 2,76 2,95 3,33 2,80 2,99 3,37

Таблица 5.4

Коэффициент для вычисления предельно допустимой ошибки измерения

*n* 0,95 2 15,56 3 4,97 4 3,56 5 3,04 6 2,78 7 2,62 8 2,51 9 2,43 10 2,37 12 2,29 14 2,24 16 2,20 18 2,17 20 2,15 ∞ 1,96

Значения *q* при *р*д

0,98 0,99 0,995 38,97 77,96 779,7 8,04 11,46 36,5 5,08 6,58 14,46 4,10 5,04 9,43 3,64 4,36 7,41 3,36 3,96 6,37 3,18 3,71 5,73 3,05 3,54 5,31 2,96 3,41 5,01 2,83 3,23 4,62 2,74 3,12 4,37 2,68 3,04 4,20 2,64 3,00 4,07 2,60 2,93 3,98 2,33 2,58 3,29

103

Если *x* −*x*max пр , то измерение *x*mаx исключают из ряда наблюде-ний. Этот метод более требователен к очистке ряда.

Также при анализе измерений для приближенной оценки можно применять следующую методику:

– вычислить по (5.1) среднеквадратичное отклонение σ, определить

с помощью (5.5) σ0;

– принять доверительную вероятность *р*д и найти доверительные интервалы μст с помощью (5.8);

– окончательно установить действительное значение измеряемой величины *х*д по формуле (5.9).

Для более глубокого анализа экспериментальных данных рекомен-дуется такая последовательность:

1) после получения экспериментальных данных в виде статистиче-ского ряда его анализируют и исключают систематические ошибки;

2) анализируют ряд в целях обнаружения грубых ошибок и прома-хов; устанавливают подозрительные значения *x*mаx и *x*min; определяют среднеквадратичное отклонение σ, вычисляют по формуле (5.11) крите-рии β1 и β2 и сопоставляют их с βmаx и βmin; исключают при необходимо-сти из статистического ряда *x*mаx или *x*min и получают новый ряд из но-вых членов;

3) вычисляют среднеарифметическое значение *x* , погрешности от-дельных измерений *x* −*xi* и среднеквадратичное отклонение очищен-

ного ряда σ;

4) находят среднеарифметическое значение среднеквадратичного отклонения σ0 серии измерений и коэффициент вариации *k*в;

5) при большой выборке задаются доверительной вероятностью *p*д *t*или уравнением значимости (1 – *р*д) и по табл. 5.1 определяют

значения *t*;

6) при малой выборке (*n* < 30) в зависимости от принятой довери-тельной вероятности *р*д и числа членов ряда *n* принимают коэффициент Стьюдента cт ; с помощью формулы (5.2) для большой выборки или (5.8) для малой выборки определяют доверительный интервал;

7) по формуле (5.9) устанавливают действительное значение ис-следуемой величины;

8) оценивают относительную погрешность (%) серии измерений при заданной доверительной вероятности *р*д:

104

0cт 100. (5.13)

Если погрешность серии измерений соизмерима с погрешностью прибора *В*пр, то границы доверительного интервала будут определяться по формуле

ст 2*ст* ст 2 . (5.14)

Этой формулой следует пользоваться при αстσ0 ≤ 3*В*пр. Если же αстσ0 > 3*В*пр, то доверительный интервал вычисляют с помощью формул (5.1) и (5.9).

Например, имеется 18 измерений (табл. 5.5). Если анализ средств и результатов измерений показал, что систематических ошибок в экспе-рименте не обнаружено, то можно выяснить, не содержат ли измерения грубых ошибок. Если воспользоваться первым методом (критерием βmаx), то необходимо вычислить среднеарифметическое *x* и отклонение σ. При этом удобно пользоваться формулой

*x* *x**хi* −*x*/ *n*,

где *x*– среднее произвольное число. Для вычисления *x* , например, можно принять произвольно *x*= 75. Тогда *x* = 75 – 3/18 = 74,83.

Таблица 5.5 Результаты измерений и их обработки

*xi* *хi* −*x*

67 –8 67 –8 68 –7 68 –7 69 –6 70 –5 71 –4 73 –2 74 –1 75 0 76 +1 77 +2 78 +3

*хi* −*x* *x* −*хi* 2 –7,83 64

–7,83 64 –6,83 49 –6,83 49 –5,83 36 –4,83 25 –3,83 16 –1,83 4 –0,83 1 +0,17 0 +1,17 1 +2,17 4 +3,17 9

105

Окончание табл. 5.5

*xi* *хi* −*x*

79 +4 80 +5 81 +6 82 +7 92 +17

*x*= 74,83 Σ = – 3

*хi* −*x*

+4,17 +5,17 +6,17 +7,17 +17,17 Проверка

– 46,5; +46,5

*x* −*хi* 2 16 25 36 49 289

Σ = 737

В формуле (5.1) значение *x* −*хi* 2 можно найти более простым ме-тодом:

*x* −*хi* 2 *хi* −*x*−*хi* −*x*2 . В данном случае

*x* −*хi* 2 737−32 /18736,5. По (5.1)

σ = 736,5/(18 – 1) = 6,58, коэффициент вариации

*k*в = 100 · 6,58/74,83 = 8,8 %, следовательно,

1 92−74,83 2,68. 6,58 18

Как видно из табл. 5.3, при доверительной вероятности *р*д = 0,99 и *n* = 18 βmаx = 2,90. Поскольку 2,68 < βmаx, измерение 92 не является гру-бым промахом. Если *р*д = 0,95, то βmаx = 2,58, и тогда значение 92 следу-ет исключить.

Если применить правило 3σ, то

*x*mаx,min = 74,82 ± 3 · 6,58 = 94,6…55,09,

то есть измерение 92 следует оставить.

В случае когда измерение 92 исключается, *x*= 73,8 и σ = 5,15.

Для всей серии измерений при *n* = 18 среднеарифметическое сред-неквадратичного отклонения σ0 = 5,15/17 = 1,25.

106

Поскольку *n* < 30, ряд следует отнести к малой выборке и довери-тельный интервал вычисляется с применением коэффициента Стьюден-та αст. По табл. 5.2 принимается доверительная вероятность 0,95, и тогда при *n* = 18 αст = 2,11; если *n* = 17, то αст = 2,12.

При *n* = 18 доверительный интервал

μст = ±1,55 · 2,11 = ±3,2, при *n* = 17

μст = ±1,25 · 2,12 = ±2,7.

Действительное значение изучаемой величины при *n* 18*x*д 74,83,2,

при *n* 17 *x*д 73,82,7.

Относительная погрешность результатов серии измерений при *n* = 18 δ = (3,2 · 100)/74,8 = 4,3 %;

при *n* = 17 δ = (2,7 · 100)/73,8 = 3,7 %.

Таким образом, если принять *xi* = 92 за грубый промах, то погреш-ность измерения уменьшится с 4,3 до 3,7 %, то есть на 14 %.

Если необходимо определить минимальное количество измерений при их заданной точности, проводят серию опытов и вычисляют σ, за-тем с помощью формулы (5.7) определяют *N*min.

В рассмотренном случае σ = 6,58; *k*в = 8,91 %. Если задана точность Δ = 5 и 3 % при доверительной вероятности *р*д = 95 %, то αст = 2,11. Следовательно, при Δ = 5

*N*min = (8,912 · 2,112)/52 = 14, а при Δ = 3 %

*N*min = (8,912 · 2,112)/32 = 40.

Таким образом, требование повышения точности измерения, но не выше точности прибора приводит к значительному увеличению повто-ряемости опытов.

В процессе экспериментальных исследований часто приходится иметь дело с косвенными измерениями. При этом в расчетах применяют те или иные функциональные зависимости типа

*y = f* (*x*1, *x*2, *… xn*)*.* (5.15)

В данную функцию подставляют приближенные значения, и окон-чательный результат также будет приближенным. Поэтому одной из ос-

107

новных задач теории случайных ошибок является определение ошибки функции, если известны ошибки их аргументов.

При исследовании функции одного переменного предельные абсо-лютные εпр и относительные δпр погрешности вычисляют следующим образом:

εпр = ± ε*xf* ’(*x*), (5.16) δпр = ± *d* [ln(*x*)], (5.17)

где *f’*(*x*) – производная функции *f*(*x*); *d*[ln(*x*)] – дифференциал натураль-ного логарифма функции.

Если исследуется функция многих переменных, то

пр *df* *x* ,*x*2 ,...,*xn* , (5.18) 1 *i*

δпр = ± *d* |ln(*x*1, *x*2, …, *xn*)|. (5.19)

В (5.18) и (5.19) выражения под знаком суммы и дифференциала принимают абсолютные значения. Последовательность определения ошибок с помощью этих уравнений следующая. Вначале определяют абсолютные и относительные ошибки независимых переменных (аргу-ментов). Обычно величина *x*д ± ε каждого переменного измерена, следо-вательно, абсолютные ошибки для аргументов ε*x*1, ε*x*2, …, ε*xn* известны. Затем вычисляют относительные ошибки независимых переменных:

δ*x*1 = ε*x*1/*x*д; δ*x*2 = ε*x*2/*x*д;… δ*xn* = ε*xn*/*x*д. (5.20)

Далее находят частные дифференциалы функции и по формуле (5.18) вычисляют εпр в размерностях функции *f*(*y*), а с помощью (5.19) вычисляют δпр (%).

Установление оптимальных, наиболее выгодных условий измере-ний является одной из задач теории измерений. Оптимальные условия измерений в данном эксперименте имеют место при δпр = δпр min. Мето-дика решения этой задачи сводится к следующему. Если исследуется функция с одним неизвестным переменным, то вначале следует взять первую производную по *х*, приравнять ее к нулю и определить *х*1. Если вторая производная по *х*1 положительна, то функция (5.15) в случае *х = х*1 имеет минимум.

При наличии нескольких переменных поступают аналогичным спо-собом, но берут производные по всем переменным *х*1,*… хn*. В результате минимизации функций устанавливают оптимальную область измерений

108

(интервал температур, напряжений, силы тока, угла поворота стрелки на приборе и т.д.) каждой функции *f*(*х*1*,…хn*), при которой относительная ошибка измерений минимальна, то есть δ*xi =* min.

Довольно часто в исследованиях возникает вопрос о достоверности данных, полученных в опытах. Например, пусть установлена прочность контрольных образцов бетона до виброперемешивания

*R* *R* 0 200,5 МПа

и прочность бетонных образцов после виброперемешивания

*R*2 *R*2 0 230,6 МПа.

Прирост прочности составляет 15 %. Это упрочнение относительно небольшое, и его можно отнести за счет разброса опытных данных. В этом случае следует провести проверку на достоверность эксперимен-тальных данных по условию

*х* /1 3. (5.21)

В данном случае проверяется разница *х* *R* −*R*2 3,0 МПа. Ошиб-ка измерения 0 1 2 , поэтому

*R* −*R*2

1 2

0,25 00,36 3,84 3. (5.22)

Следовательно, полученный прирост прочности является достовер-ным.

Выше были рассмотрены общие методы проверки эксперименталь-ных измерений на точность и достоверность. Но кроме этого, ответст-венные эксперименты должны быть проверены и на воспроизводимость результатов, то есть на их повторяемость в определенных пределах из-мерений с заданной доверительной достоверностью. Суть такой провер-ки заключается в следующем.

Имеется несколько параллельных опытов. Для каждой серии опы-тов вычисляют среднеарифметическое значение *хi* (*n* – число измере-ний в одной серии, принимаемое обычно равным 3−4). Далее вычисля-ют дисперсию *Di*.

Чтобы оценить воспроизводимость, вычисляют расчетный крите-рий Кохрена

109

*k*кр max *D* / *D* , (5.23) 1

где mаx *Di* – наибольшее значение дисперсий из числа рассматриваемых

параллельных серий опытов *m*; *i* – сумма дисперсий *m* серий. 1

Рекомендуется принимать 2 ≤ *m* ≤ 4. Опыты считают воспроизво-димыми при

*k*кр *≤ k*кт, (5.24)

где *k*кт – табличное значение критерия Кохрена (табл. 5.6), принимаемое в зависимости от доверительной вероятности *р*д и числа степеней свободы *q* = *n* – 1. Здесь *m* – число серий опытов; *n* – число измерений в серии.

Например, проведено три серии опытов по измерению прочности грунта методом пенетрации (табл. 5.7). В каждой серии выполнялось по пять измерений.

Тогда по формуле (5.23) получим

*k*кр 2,962,00,4 0,55.

Вычислим число степеней свободы *q* = *n* – 1 = 5 – 1 = 4. Так, на-пример, для *m* = 3 и *q* = 4 согласно табл. 5.6 значение критерия Кохрена *k*кт = 0,74. Так как 0,55 < 0,74, то измерения в эксперименте следует счи-тать воспроизводимыми.

Таблица 5.6 Критерий Кохрена *k*кт при *р*д = 0,95

*m* 1 2 3 2 0,99 0,97 0,93 3 0,97 0,93 0,79 4 0,90 0,76 0,68 5 0,84 0,68 0,60 6 0,78 0,61 0,53 7 0,72 0,56 0,48 8 0,68 0,51 0,43 9 0,64 0,47 0,40

10 0,60 0,44 0,37 12 0,57 0,39 0,32 15 0,47 0,33 0,27

*q = n –* 1 4 5 6

0,90 0,87 0,85 0,74 0,70 0,66 0,62 0,59 0,56 0,54 0,50 0,48 0,48 0,44 0,42 0,43 0,39 0,37 0,39 0,36 0,33 0,35 0,33 0,30 0,33 0,30 0,28 0,29 0,26 0,24 0,24 0,22 0,20

8 10 16 36 0,81 0,78 0,73 0,66 0,63 0,60 0,54 0,47 0,51 0,48 0,43 0,36 0,44 0,41 0,36 0,26 0,38 0,35 0,31 0,25 0,34 0,31 0,27 0,23 0,30 0,28 0,24 0,20 0,28 0,25 0,22 0,18 0,25 0,23 0,20 0,16 0,22 0,20 0,17 0,14 0,18 0,17 0,14 0,11

110

Окончание табл. 5.6 *q = n –* 1

1 2 3 4 5 6 8 10 16 36 20 0,39 0,27 0,22 0,19 0,17 0,16 0,14 0,13 0,11 0,08 24 0,34 0,24 0,19 0,16 0,15 0,14 0,12 0,11 0,09 0,07 30 0,29 0,20 0,16 0,14 0,12 0,11 0,10 0,09 0,07 0,06 40 0,24 0,16 0,12 0,10 0,09 0,08 0,07 0,07 0,06 0,04 60 0,17 0,11 0,08 0,07 0,06 0,06 0,05 0,05 0,04 0,02

120 0,09 0,06 0,04 0,04 0,03 0,03 0,02 0,02 0,02 0,01 *Примечание: m – число параллельных опытов; q – число степеней свобо-*

*ды; n – число измерений в серии.*

Таблица 5.7

Результаты измерений прочности грунта методом пенетрации и их обработка

Серия Измерение величины и повторности опытов 1 2 3 4 5

Вычисленные *хi* *Di*

1 7 9 6 8 4 6,8 2,96 2 8 7 8 6 5 7,0 2,0 3 9 8 7 9 8 8,0 0,4

Если бы оказалось наоборот, то есть *k*кр > *k*кт, то необходимо было бы увеличить число серий *m* или число измерений *n* [3].

**5.3. Методы графической обработки результатов измерений**

При обработке результатов измерений широко используют методы графического изображения. Такие методы дают более наглядное пред-ставление о результатах эксперимента, чем табличные данные. Поэтому чаще табличные данные обрабатывают графическими методами с ис-пользованием обычной прямоугольной системы координат. Чтобы по-строить график, необходимо хорошо знать ход исследования, течение исследовательского процесса, т.е. то, что можно взять из теоретических исследований.

Экспериментальные точки на графике необходимо соединять плав-ной линией, чтобы она проходила как можно ближе ко всем экспери-ментальным точкам. Но могут быть исключения, так как иногда иссле-дуют явления, для которых в определенных интервалах наблюдается быстрое скачкообразное изменение одной из координат рис. 5.2.

111

Рис. 5.2. Скачкообразное изменение функции

Это объясняется сущностью физико-химических процессов, напри-мер радиоактивным распадом атомов в процессе исследования радиоак-тивности. В таких случаях необходимо плавно соединять точки кривой. Общее «осреднение» всех точек плавной кривой может привести к то-му, что скачок функции подменяется погрешностями измерений.

Иногда исследуются явления, для которых в определенном интер-вале наблюдается скачкообразное изменение одной из координат, объ-ясняемое сущностью физико-химического процесса.

Если при построении графика появляются точки, которые резко удаляются от плавной кривой, необходимо проанализировать причину этого отклонения, а затем повторить измерение в диапазоне резкого от-клонения точки. Повторные измерения могут подтвердить или отверг-нуть наличие такого отклонения.

Если измеряемая величина является функцией двух переменных параметров (*х, у*), то в одних координатах можно построить несколько графиков (рис. 5.3), разбив диапазон измерения одного из параметров на несколько отрезков *у*1*, у*2*…уп* [2].

Рис. 5.3. Разбивка диапазона измерений на несколько отрезков

112

Иногда при графическом изображении результатов эксперимента приходится иметь дело с тремя переменными *b = f*(*x*,*y*,*z*)*.* В таком случае применяют метод разделения переменных. Одной из величин *z* в преде-лах интервала измерения *z*1 *– zп* задают несколько последовательных значений*.* Для двух остальных переменных *x* и *y* строят графики *y = f*1(*x*), при *z*1 *=* cоnst*.* В результате на одном графике получают се-мейство кривых *y = f*1(*x*) для различных значений *z* (рис. 5.4).

Рис. 5.4. Метод разделения переменных

Также при графическом изображении результатов экспериментов существенную роль играет выбор системы координат или координатные сетки. Они бывают равномерными и неравномерными.

У равномерных координатных сеток ординаты и абсциссы имеют равномерную шкалу. Например, в системе прямоугольных координат длина откладываемых единичных отрезков на обеих осях одинаковая.

Неравномерные сетки бывают логарифмическими, полулогарифми-ческими, вероятностными. Их применяют для более наглядного пред-ставления изучаемой зависимости, например спрямление криволиней-ных зависимостей.

Полулогарифмическая координатная сетка имеет равномерную ор-динату и логарифмическую абсциссу (рис. 5.5, *а*); логарифмическая ко-ординатная сетка имеет обе оси логарифмические (рис. 5.5, *б*); вероят-ностная координатная сетка имеет обычно равномерную ординату и ве-роятностную шкалу по оси абсцисс (рис. 5.5, *в*).

Назначение неравномерных сеток бывает различным. В основном их применяют для наглядного изображения функций.

Важное значение при графическом изображении эксперименталь-ных данных имеет вероятностная сетка, применяемая в разных случаях,

113

например при определении расчетных характеристик (расчетных значе-ний модуля упругости бетона, расчетной влажности щебня) или при об-работке измерений для оценки точности.

Рис. 5.5. Виды координатных сеток: *а* – полулогарифмические; *б* – логарифмические; *в* – вероятностная сетка

Также при обработке экспериментальных данных графическим способом необходимо составить расчетные графики, которые ускоряют нахождение по одной переменной других. При этом повышаются требо-вания к точности изображения функции на графике. При вычерчивании расчетных графиков необходимо в зависимости от числа переменных выбрать координатную сетку и определить вид графика. Это может быть одна кривая, семейство кривых или серия семейств.

Большое значение имеет при построении графиков, особенно рас-четных, выбор масштаба, что связано с размерами чертежа и, соответст-венно, с точностью снимаемых с него значений величин. Чем больше масштаб, тем выше точность снимаемых значений. Графики, как прави-ло, не должны превышать размеров 20 х15 строительной механики.

Графики с минимумом или максимумом необходимо особенно тщательно вычерчивать в области экстремума. Поэтому здесь экспери-ментальные точки должны быть чаще. Часто для систематических рас-четов вместо сложных теоретических или эмпирических формул ис-пользуют номограммы, которые строят, применяя равномерные или не-равномерные координатные сетки [3].

**5.4. Оформление результатов научного исследования**

Когда сформулированы выводы и обобщения, продуманы доказа-тельства и подготовлены все иллюстрации, наступает следующий этап – литературное оформление полученных результатов в виде отчета, ста-тьи, доклада или презентации [3, 16, 17].

114

Литературное оформление результатов творческого труда предпо-лагает знание и соблюдение определенных требований, предъявляемых к содержанию научной рукописи. В научных работах особенно важны ясность изложения, систематичность и последовательность представле-ния материала.

Текст научной рукописи следует делить на абзацы, то есть на части, начинающиеся с красной строки. Важно помнить, что правильная раз-бивка на абзацы облегчает чтение и усвоение содержания текста. Кри-терием такого деления является смысл написанного – каждый абзац должен включать самостоятельную мысль, содержащуюся в одном или нескольких предложениях.

Также в рукописи следует избегать повторений, не допускать пере-хода к новой мысли, пока первая не получила полного законченного вы-ражения. Писать текст нужно по возможности краткими и ясными для понимания предложениями. Текст лучше воспринимается, если в нем ис-ключены частое повторение одних и тех же слов и выражений, тавтоло-гии, сочетания в одной фразе нескольких свистящих и шипящих букв.

Изложение должно включать критическую оценку существующих точек зрения, высказанных по данному вопросу, даже если они не в пользу автора. В тексте нежелательно делать много ссылок на себя. При необходимости следует употреблять выражения в третьем лице, напри-мер, *автор полагает* или *по нашему мнению* и т.д.

Не рекомендуется перегружать рукопись цифрами, цитатами, ил-люстрациями, так как это отвлекает внимание читателя и затрудняет понимание содержания. Цитируемые в рукописи места (например, вы-сказывания) должны иметь точные ссылки на источники.

Необходимым условием является соблюдение единства условных обозначений и допускаемых сокращений слов, которые должны соот-ветствовать принятым стандартам.

*Структура научной работы.* Каждое произведение научного ха-рактера можно условно разделить на три части: вводную, основную и заключительную.

Вначале придумывается *заглавие* работы. Оно должно быть крат-ким, определенным и отвечающим содержанию работы. Название рабо-ты выносится на титульную страницу.

*Титульный лист* – это первая страница рукописи, на которой указа-ны надзаголовочные данные, сведения об авторе, заглавие, подзаголо-вочные данные, сведения о научном руководителе, место и год выпол-нения работы.

115

*Оглавление* раскрывает суть работы путем обозначения глав, парагра-фов и других рубрик рукописи с указанием страниц, с которых они начи-наются. Оно может быть в начале или в конце работы. Названия глав и па-раграфов должны точно повторять соответствующие заголовки в тексте.

При оформлении научной работы иногда возникает необходимость написать предисловие. В нем излагаются внешние предпосылки созда-ния научного труда: чем вызвано его появление; где и когда была вы-полнена работа; перечисляются организации и лица, оказавшие помощь при выполнении данной работы.

*Введение (вступление) –* вводит читателя в круг рассматриваемых проблем и вопросов. В нем определяются новизна, актуальность, науч-ная и практическая значимость темы, степень ее разработанности, то есть обосновывается выбор темы научного исследования. Здесь же формулируются цели и задачи, которые ставились автором, описывают-ся примененные методы и практическая база исследования.

В диссертационных исследованиях указывают объект и предмет ис-следования, положения, выносимые на защиту, говорят о теоретической и практической ценности полученных результатов и дают сведения об их апробации. Обычно объем введения не превышает 5–7% объема ос-новного текста.

*Основная часть* состоит из нескольких глав, разбитых на парагра-фы. Первый параграф чаще бывает посвящен истории или общетеоре-тическим вопросам рассматриваемой темы, а в последующих парагра-фах раскрывают основные ее аспекты.

В основное содержание работы входит обобщение материала, ме-тоды, экспериментальные данные и выводы самого исследования. Осо-бое внимание следует обращать на точность используемых в тексте слов и выражений, не допускать возможности их двусмысленного толкова-ния. Новые термины или понятия необходимо подробно разъяснять.

Цифровой материал должен быть представлен в доступной форме (в виде таблиц, графиков, диаграмм). Особой точности требует цифро-вой материал, чтобы избежать неверных выводов.

Таблицы, включенные в текст должны иметь наименование (заго-ловок) и номер или для всей работы (табл. 2), или для данной главы, на-пример, четвертой (табл. 4.2). Таблица должна содержать ответы на че-тыре вопроса: *что, когда, где, откуда*. Текст к таблице дается очень краткий, в нем указываются только основные взаимоотношения и выво-ды, которые вытекают из цифрового материала.

116

В конце работы как итог пишутся *выводы* в виде кратко сформули-рованных и пронумерованных отдельных тезисов. Выводы должны ка-саться только того материала, который изложен в работе. Следует со-блюдать главный принцип: *в выводах нужно идти от частных к более общим и важным положениям.*

Характерной ошибкой при написании выводов является перечисле-ние того, что сделано в работе вместо формулировки результатов иссле-дования.

*В заключении* в логической последовательности излагают получен-ные результаты исследования, указывают на возможность их внедрения в практику, определяют дальнейшие перспективы работы над темой. Заключение не должно повторять выводы. Оно бывает небольшим по величине, но емким по содержанию.

В конце работы приводится *список литературных источников.* В список включаются только те литературные источники, которые были использованы при написании работы и упомянуты в тексте или сносках. Список составляется по разделам с учетом требований ГОСТ.

В научных работах нередко возникает необходимость приводить в конце работы *приложения*. Они включают графики, вспомогательные таблицы, дополнительные тексты, извлечения из отдельных норматив-ных актов. Каждому материалу приложения надо присвоить самостоя-тельный порядковый номер, который при необходимости можно указать в тексте при ссылке на вспомогательные материалы. При подсчете объ-ема научной работы приложения не учитываются.

При написании научной работы необходима аннотация или реферат. *Аннотация* – это краткая характеристика научной работы с точки зре-

ния содержания, назначения, формы и других особенностей. Она должна отвечать на вопрос: «О чем говорится в первичном документе?».

В соответствии с ГОСТ 7.38-91 аннотация включает: характеристи-ку типа научной работы, основную тему, проблему, объект, цель работы и ее результаты. В аннотации указывается, что нового несет в себе дан-ная работа. Средний объем аннотации составляет 600 печатных знаков.

*Реферат* – это сокращенное изложение содержания первичного до-кумента или его части с основными фактическими сведениями и вывода-ми. Реферат в отличие от аннотации выполняет познавательную функцию и отвечает на вопрос: «Что говорится в первичном документе?».

Основные требования к реферату содержатся в ГОСТ 7.38-91, со-гласно которому он должен включать тему, предмет исследования, ха-рактер и цель работы, методы проведения исследования, конкретные

117

результаты, выводы и оценки, характеристику области применения. Средний объем реферата составляет от 500 до 5500 пч. зн. (для доку-ментов большого объема).

Научная информация имеет свойство куммулятивности, то есть свойство уменьшения объема со временем путем более краткого, обоб-щенного изложения при переходе от документов, фиксирующих резуль-таты лабораторных экспериментов, к научно-техническому отчету, стать-ям, обзорам, монографиям, учебникам, справочникам [3, 18, 19, 20]. В каждом последующем звене этой цепочки одна и та же информация, рожденная на этапе исследовательской деятельности, представляется в более уплотненном виде. В каждый последующий документ включается не вся созданная на этапе исследования информация, а только наиболее важна, актуальная, «отстоявшаяся», наиболее соответствующая читатель-скому назначению для подготавливаемого документа.

Такое представление научно-технической информации в более уп-лотненном виде достигается путем *свертывания информации.* Это по-нятие включает в себя совокупность операций аналитико-синтетической переработки документов. Его цель создание вторичных документов или изложение содержания исходного текста в более экономичной форме при сохранении или некотором уменьшении его информативности в производном тексте [3, 21].

В процессе свертывания информации текст не просто сокращается, а именно «сворачивается», причем таким образом, чтобы при необхо-димости имелась возможность вновь его развернуть на основе сохра-ненных «смысловых вех», «смысловых опорных пунктов». Так посту-пают, например, при составлении индивидуального конспекта, в кото-рый включается обычно то, что впоследствии позволяет мысленно вос-становить конспектируемый текст.

Свертывание бывает метаинформативное и информативное. *Метаинформативное свертывание –* это создание ряда докумен-

тов, основная цель которых раскрыть тему и содержание других доку-ментов (библиографические описания, аннотации, библиографические обзоры, авторефераты диссертаций, предисловия и введения к книгам, программы учебных курсов, справочные аппараты изданий).

*Информативное свертывание –* это создание ряда документов, ос-новная цель, которых служить непосредственным источником инфор-мации при решении определенных задач. Его результатом могут быть как первичные документы (отчет, статья, краткое сообщение, инфор-мационный листок), так и вторичные (рефераты, фактографические справки, реферативные обзоры).

118

Важным этапом работы над рукописью отчета или другого мате-риала, готовящегося к печати, является *редактирование*, которое осу-ществляется первоначально автором при работе над рукописью (автор-ский этап издательского процесса) и затем редактором (редакционный этап издательского процесса).

Основной целью редактирования является критический анализ пред-назначенной к изданию работы с целью ее правильной оценки и совершен-ствования содержания и формы в интересах читателя и общества. При ре-дактировании особое внимание обращается на полноту и существенность приводимых фактов, их новизну и связь с современной жизнью, на вклад данной работы в прогресс в соответствующей области знаний, достовер-ность, точность и убедительность, на соблюдение законов и закономерно-стей конкретной науки, отрасли знаний, производства, на соответствие от-дельных частей текста их функциям, на форму текста.

Самыми важными сторонами формы текста являются:

*–* композиционная, то есть правильное построение научной работы, объединяющей все ее элементы в единое целое;

*–* рубрикационная, то есть деление текста на структурные единицы, части, разделы, главы, параграфы;

*–* логическая, то есть соответствие рассуждений, выводов и опреде-лений автора нормам логически правильного мышления;

*–* грамматико-стилистическая и графическая (качество таблиц и ил-люстраций).

Иллюстрация – это изображение, служащее пояснением либо до-полнением к какому-либо тексту. В таких издательствах, как «Просве-щение», «Наука», «Машиностроение» принято, что на один авторский лист может быть представлено в научной литературе 5–8 иллюстраций, в производственно-технической – 8–10, в учебной и популярной – 5–12.

Ссылку на иллюстрацию помещают в тексте вслед за упоминанием предмета, ставшего объектом изображения, например, рис. 11. Повтор-ные ссылки на иллюстрации сопровождаются сокращенным словом *см*. (см. рис. 11). Могут быть ссылки и на часть иллюстрации, обозначен-ную буквой, например: рис. 40, *а*.

При редактировании необходимо обращать внимание на грамматико-стилистическую сторону текста, то есть на правильность построения фраз и грамматических оборотов, на целесообразность использования тех или иных слов. При этом полезно знать основные приемы анализа рукописи, позволяющие замечать и устранять типичные ошибки языка и стиля.

119

Одна из самых распространенных ошибок – употребление лишних или необязательных слов. Многословие всегда затемняет основную мысль автора, ослабляет действенность печатного произведения, делает его менее доступным для читателя. Поэтому слова, употребление кото-рых не находит оправдания, должны быть отнесены к лишним.

Слово «редактирование» происходит от лат. rеdаctus, что дословно означает «приведенный в порядок». Однако автор не должен считать, что устранение беспорядка в его рукописи это дело редактора. Автору рекомендуется в какой-то мере продублировать редактора. Это *первая ступень* обработки рукописи. Здесь необходимо примириться с много-кратными переделками, сокращениями и дополнениями. Желательно после некоторого промежутка времени заново прочитать свою рукопись и попытаться оценить ее в целом и по частям с точки зрения читателя *(вторая ступень). Третья ступень –* детальное прочтение для выявле-ния ошибок в тексте, соответствия иллюстраций, единообразия терми-нологии, обозначений. Только после выполнения этих требований ру-копись можно сдавать в издательство.

Если работа оформляется в виде статьи в журнал, то она должна быть отправлена в редакцию в законченном виде в соответствии с тре-бованиями, которые обычно публикуются в отдельных номерах журна-лов в качестве памятки авторам.

Рукопись статьи, представляемая для опубликования в журнале или сборнике, должна содержать полное название работы, фамилию, ини-циалы автора, аннотацию (на отдельной странице), список использован-ной литературы, разрешение на опубликование материалов в открытой печати (акт экспертизы). Рукопись должна быть подписана автором (-ами) и в приложении содержать фамилию, имя и отчество автора (-ов), ученую степень автора (-ов), их телефоны и адреса. Текст статьи пред-ставляется в двух экземплярах.

Некоторые научно-технические материалы, хотя и содержат неиз-вестные ранее сведения, могут заинтересовать лишь небольшую часть специалистов, в связи с чем их публикация в многотиражных журналах нецелесообразна. Для того чтобы предоставить возможность специали-стам ознакомиться с такими работами, в стране введено *депонирование рукописей*, то есть принятие на хранение таких материалов. Депониро-вание предусматривает не только прием и хранение рукописей, но и ор-ганизацию информации о них, копирование рукописей по запросам по-требителей.

120

Материалы для депонирования оформляются по тем же правилам, что и статьи, представляемые для публикации. За автором депонируе-мых материалов сохраняется авторское право, в дальнейшем он может опубликовать их. В России функционирует Всероссийская сеть депони-рования, включающая около 100 организаций-депозитариев (организа-ций, принимающих рукописи на хранение). Перечень этих организаций, а также правила оформления депонированных рукописей приведены в инструкции о порядке депонирования рукописных работ по естест-венным, техническим, общественным наукам (М.: ВИНИТИ, 1977).

ВИНИТИ принимает на депонирование рукописи от организаций РАН (по естественным, точным и техническим наукам), а также от учебных и научно-исследовательских институтов (по естественным и точным наукам); ИНИОН – по общественным наукам; центральные от-раслевые органы НТК – по тематике отрасли и др.

После опубликования реферата депонированной рукописи автору выдают справку с указанием его фамилии, названия рукописи, наимено-вания реферативного издания, опубликовавшего реферат, и его номера. Организациями-депонентами, направляющими рукописи на депониро-вание, обычно выступают редакции журналов, вузы, головные НИИ, а решения о передаче рукописи на депонирование принимаются ред-коллегиями журналов, а также учеными, научно-техническими и изда-тельскими советами учреждений и организаций, пользующихся правом издательский деятельности. Они являются ответственными за содержа-ние направляемых на депонирование рукописей.

Депонирование дает авторам рукописей некоторые преимущества по сравнению с авторами опубликованных материалов, так как депони-рованные рукописи реферируются одновременно с опубликованными и практически не ограничиваются по объему.

Все работы, предназначенные, для публикации, проходят предвари-тельное рецензирование. *Рецензия* – это обычно небольшая статья, содер-жащая критическую оценку или анализ печатного труда. Рецензия должна содержать: заглавие рецензируемого источника; краткое перечисление ос-новных вопросов; указание на основные достоинства и недостатки рецен-зируемой работы. В конце рецензии приводится резюме, в котором оцени-вается актуальность работы, ее теоретическая и практическая значимость, дается оценка правильности доказательств и выводов.

Различают рецензии *информационные,* кратко освещающие содер-жание рассматриваемой работы, и *критические* рецензии, подвергаю-щие научному анализу позиции автора, уточняющие или дополняющие использованный автором фактический материал [3].

121

**5.5. Устное представление информации**

Значительную часть научных сведений ученые получают из устных источников – докладов и сообщений на конгрессах, симпозиумах, кон-ференциях, семинарах.

*Съезды и конгрессы* – высшая и наиболее представительная форма общения имеет национальный или международный характер. Здесь вы-рабатывается стратегия в определенной области науки и техники.

*Конференция* является самой распространенной формой обмена информацией. Одна часть (докладчики) сообщает о новых научных иде-ях, результатах теоретических и экспериментальных исследований, от-вечает на вопросы. Другая часть (слушатели) слушает, задает вопросы, участвует в прениях. На конференциях устанавливается строгий регла-мент для докладчиков, выступающих в прениях, организуется секцион-ная работа. Конференции обычно принимают решения и рекомендации.

На конференциях иногда организуются *стендовые доклады*. В оп-ределенном месте вывешивается активный материал к докладу, и док-ладчик отвечает на вопросы.

*Совещание* – это форма коллективных контактов ученых и специа-листов одного научного направления. Состав участников совещания и длительность выступлений строго регламентируются.

*Коллоквиум* – это форма коллективных встреч, где обмениваются мнениями ученые различных направлений.

*Симпозиум* – это полуофициальная беседа с заранее подготовлен-ными докладами и выступлениями экспромтом.

Наиболее ответственная задача на всех вышеперечисленных меро-приятиях выпадает на долю докладчиков. Выступление с докладом – ответственное научное поручение. Особенно полезны выступления слушателей и научные дискуссии. Публичные выступления с докладом воспитывают привычку не бояться аудитории и умение быстро концен-трировать внимание при ответах на вопросы, вести научную дискуссию. Перед выступлением с докладом следует подготовить краткий план изложения и подробный конспект с тем, чтобы в начале доклада кратко сообщить основные вопросы, которые будут изложены. Во время док-лада можно пользоваться краткими записями, чтобы не упустить важ-ное. Это придает чувство уверенности, обеспечивает ясность и крат-

кость изложеням материала.

В процессе доклада держаться следует свободно, обращаться ко всей аудитории, а не концентрировать внимание на отдельном слушате-ле. При подготовке доклада необходимо предварительно прочесть его

122

несколько раз вслух. Перед докладом следует подготовить *тезисы* – сжатые, кратко сформулированные основные положения доклада. Они включают основные положения всей научной работы – от начала до конца, а не только собственно исследовательскую часть.

Тезисы представляют собой развернутые выводы с вводной поясняю-щей и обосновывающей частью, а также заключением. В тезисах в краткой форме даются обоснование темы, история вопроса, изложена методика ис-следования и его результаты. Тезисы могут быть краткими или разверну-тыми, но они всегда отличаются от полного текста доклада тем, что в них отсутствуют детали, пояснения, иллюстрации. Отдельные тезисы должны быть связаны между собой логически, как звенья одной цели.

Докладчики в процессе доклада часто используют демонст-рационный материал и технику. В качестве графических материалов особенно часто используются схемы и диаграммы алгоритмов.

Схемы в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.701–84. ЕСКД. Схемы, виды и типы. Общие требования к выполнению) подраз-деляются на структурные, функциональные, принципиальные и др. Вы-полняются они без соблюдения масштаба. На схемах допускается по-мещать различные технические данные, указываемые либо около гра-фических обозначений, либо на свободном поле схемы, по возможности над основной надписью.

Диаграммы алгоритмов используются для наглядного пред-ставления аналитического решения задачи, разделения процесса на са-мостоятельные и легко преобразуемые части и для обеспечения работы с алгоритмами. Операция, которая выполняется на каждом шаге алго-ритма, отображается диаграммным символом, внутри которого дается словесная или символическая запись (ГОСТ 19.003-80. ЕСКД. Схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические).

К техническим средствам, используемым в ходе доклада, относятся проектор, звукозапись, кинофильм и др.

Выступление с докладом – это самопроверка автора. Очень полезны сделанные по докладу замечания и советы. Участие в научной дискус-сии требует от докладчика и специалиста-слушателя определенного умения, которому нужно учиться.

*Дискуссия –* ещё одна полезная форма коллективного мышления. Различные точки зрения, высказываемые в дискуссии, способствуют активному мышлению, заставляют тщательно продумывать и обосно-вывать собственную точку зрения. Более того, между различными мне-

123

ниями устанавливают связи, которые без дискуссии могли бы оказаться упущенными.

Участие в дискуссии – лучший способ развития навыка обдумыва-ния и критического суждения, где проверяется качество накопленных человеком знаний. Дискуссия – это хорошая тренировка для публичных выступлений.

Формы участия в дискуссии могут быть различными. Например, слушать и записывать. Это не просто внимание, а самостоятельное мышление, так как запись требует личной оценки высказываемых мыс-лей. Записывать в момент дискуссии трудно, ибо высказываемые мысли не так систематичны (у их автора не было достаточно времени для стро-гого логического построения своего выступления). Записывать следует резюме, выводы, а также меткие слова, выражения, образные сравнения и примеры, которые впоследствии позволят восстановить в памяти ат-мосферу дискуссии, помогут вспомнить её содержание.

Формой участия в дискуссии является постановка вопросов с целью уточнить неясные моменты или получить дополнительную информа-цию. Самая активная форма участия в дискуссии – это высказывание своего мнения, которое должно быть достаточно обоснованным. Этика поведения во время дискуссии может быть кратко определена так: по-иск истины, а не победа над противником, ибо последний может ока-заться правым [3].

**5.6. Изложение и аргументация выводов научной работы**

Выводы, выражающие основное содержание полученного знания, должны быть сформулированы в соответствии с целями и задачами ис-следования и содержать решение поставленной проблемы. Это ответ на совокупность вопросов, заложенных в названных элементах научного исследования. Вывод должен быть изложен в тех понятиях и выражени-ях, посредством которых ставились вопросы, а также посредством по-нятий и выражений, чья связь с исходными может быть установлена в процессе аргументации выводов.

*Аргументация* – это процесс обоснования определенной точки зре-ния с целью их смысловой идентификации с исследуемой реальностью и принятия научным сообществом.

В ходе аргументации нужно показать, во-первых, что действитель-но существуют исследуемые объекты, которые обладают зафиксиро-ванными свойствами, интенсивность и динамика которых зависит от

124

структуры объекта, определенной совокупности воздействующих на не-го факторов, то есть показать, что содержащееся в выводах знание от-ражает реальное положение вещей.

Во-вторых, предстоит в такой мере повлиять на коллег, работающих по данной проблеме, а также на более широкий круг представителей науч-ного сообщества, практиков, чтобы они приняли предлагаемую точку зре-ния как собственное убеждение, в определенной мере изменив свои преж-ние взгляды. Первый процесс составляет логико-гносеологический аспект аргументации, второй – ее логико-коммуникативный аспект.

В качестве синонимов выражения «аргументация» иногда употребля-ют слова «обоснование» и «доказательство». Наиболее тесную связь отме-чают между доказательством и обоснованием, которые являются способа-ми осуществления аргументации. Однако это не вполне корректно, по-скольку при некотором совпадении содержания данных процедур в каж-дой из них доминируют различные установки. В аргументации – это уста-новка на принятие определенной точки зрения научным сообществом, в обосновании – на смысловую идентификацию данной точки зрения с ре-альностью, в доказательстве – на установление логической связи между выдвигаемым положением и совокупностью положений, которые счита-ются истинными и приняты научным сообществом.

Аргументация включает три элемента:

*тезис* – положение или совокупность положений, которые требует-ся обосновать;

*аргументы (основания)* – совокупность оснований, приводимых для подтверждения тезиса;

*демонстрация (доказательство)* – способ связи аргументов между собой и тезисом.

Специфику тезиса часто характеризуют посредством вопроса «что аргументируется?». В реальном научном исследовании аргументации подлежит всё полученное знание. Аргументации или обоснованию под-лежат формулируемые законы, гипотезы, теории.

Главную особенность аргументов выражают вопросом «Чем аргу-ментируется тезис?». Данными о действительном положении вещей, ко-торые фиксируются органами чувств человека, или совокупностью зна-ний, опосредованных чувственными данными? В первом случае аргу-ментами выступают данные наблюдений и экспериментов, во втором – совокупность понятий, законов, теорий. Демонстрацию характеризуют вопросом: «Каким способом аргументируется тезис?». Это может быть прямое указание на данные непосредственных наблюдений и экспери-

125

ментов, а также построение логичного доказательства, в рамках которо-го истинность (приемлемость) тезиса обосновывается положениями, ис-тинность которых была доказана ранее.

Специфика каждого из элементов аргументации существенно влия-ет на общий характер процесса аргументации, в связи с чем выделяют ее типы и виды. Особенно важна в этом плане специфика аргументов. Ими могут быть действительные события, процессы, явления, т.е. ре-альное положение вещей, с одной стороны. С другой стороны – знания о реальном положении вещей, фиксируемые в виде законов, понятий, принципов, теорий.

Выделяют непосредственное и опосредованное подтверждение, дока-зательство и опровержение как особые типы аргументации, практикуемой не только в науке, а также эмпирическую и теоретическую аргументацию, интерпретацию и объяснение как виды научной аргументации.

*Непосредственное подтверждение* – это аргументация приобретенно-го знания путем прямого наблюдения объектов, существование и парамет-ры которых составляют предмет исследования. Например, непосредствен-но можно наблюдать все открытые космические объекты и биологические виды, большинство экономических и социальных процессов.

*Опосредованное подтверждение* – это процесс аргументации приоб-ретенного знания путем установления ею связей с совокупностью знаний, истинность которых была установлена ранее независимо от содержания аргументируемого знания. Обычно такого рода аргументация осуществля-ется путем выведения следствий из тезиса и их подтверждения.

*Доказательство* – это тип аргументации, представляющий собой логический процесс, направленный на обоснование истинности опреде-ленного положения с помощью других положений, истинность которых установлена ранее.

*Опровержение* – это тип аргументации, в процессе которого уста-навливается ложность тезиса или средств его обоснования.

*Эмпирическая аргументация* – это обоснование приобретенного знания, непременно включающее ссылку на данные наблюдений и экс-периментов. Например, о наличии нового биологического вида, повы-шении социальной и экономической стабильности.

*Теоретическая аргументация* – это обоснование приобретенного знания путем установления его связи с элементами знаний теоретиче-ского и метатеоретического уровней без непосредственного обращения к данным наблюдений и экспериментов. Это прежде всего интерпрета-ция и объяснение знания, которые выделяют в качестве самостоятель-ных видов аргументации.

126

*Интерпретация* представляет собой процесс экстраполяции исход-ных положений формальной или математической системы на какую-либо содержательную систему, исходные положения которой опреде-ляются независимо от формальной системы. Она осуществляется в нау-ках, использующих формально-математические методы. В более широ-ком смысле интерпретация – это предписывание определенных значе-ний исследуемому объекту или процессу.

*Объяснение* – это вид научной аргументации, ориентированный на выяснение сущности исследуемого объекта.

В современных исследованиях показано, что процесс творческого по-иска неизбежно включает в себя процессы обоснования, которые коррек-тируют творческие усилия, закрепляют промежуточные результаты, обес-печивают содержательную связь приращенного знания с исходным [1, 31].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие виды совокупности измерений вам известны? 2. Что такое доверительная вероятность измерения?

3. Как определить минимальное количество измерений? 4. Какие задачи у теории измерений?

5. Расскажите о методе проверки эксперимента на точность?

6. Расскажите о методе проверке эксперимента на достоверность? 7. В чем заключается проверка эксперимента на воспроизводимость

результатов?

8. Как вычислить критерий Кохрена?

9. Какие методы графической обработки результатов измерений вы знаете?

10. Как оформляются результаты научного исследования?

127

**Глава 6. ПОНЯТИЕ И СТРУКТУРА МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

**6.1. Понятие и признаки магистерской диссертации**

*Магистерская диссертация* (от лат. − исследование, рассуждение) − самостоятельное научное сочинение с элементами научной новизны, при-званное подтвердить высокий уровень выпускника, его способность ре-шать сложные практические и теоретические задачи. Это конечный ре-зультат проделанной магистрантом большой научно-исследовательской работы, свидетельствующий о полученной им квалификации, набранном опыте работы, умении решать сложные задачи, свободно ориентироваться в научной и технической литературе, умении грамотно излагать свои мыс-ли, а также передавать свои знания коллегам по научному направлению.

Диссертация готовится автором единолично. В ней должна содер-жаться совокупность новых научных результатов и положений, выдви-гаемых для публичной защиты. А также должны быть сформулированы основные направления дальнейшего решения проблемы. Как научное произведение, она должна иметь внутреннее единство и свидетельство-вать о личном вкладе ее автора в науку.

Диссертация, как научно-квалификационная работа существенно отличается от дипломного проекта. Она обладает двумя важнейшими признаками: выдвижение гипотезы и поиск новой научной идеи.

*Выдвижение гипотезы*. Гипотеза – это научное предположение, допущение, истинное значение которого неопределенно. Гипотеза явля-ется одним из главных методов развития научного знания. При выдви-жении гипотезы магистрант предполагает, каким образом он намерен достичь поставленной цели исследования. Гипотеза, начиная с плана-проекта исследования и кончая готовой диссертацией, может неодно-кратно уточняться, изменяться или дополняться.

При построении гипотезы и в ходе исследования желательно учесть одно существенное обстоятельство. Добросовестно исследуя свою про-блему, магистрант получает как положительные результаты так и отри-цательные. Многие стремятся отрицательные моменты в текст диссер-тации не включать. И напрасно, как раз это обогащает работу, придает ей достоверность и убедительность. А кроме того, это научный долг диссертанта – предостеречь возможных последователей от тех ошибоч-ных вариантов, которые уже опробованы.

128

*Поиск научной идеи* – это творческий процесс, поэтому здесь не-возможно дать какие-либо готовые рекомендации. Можно лишь посове-товать попытаться идти по пути обобщения уже известных результатов, изложенных в нескольких опубликованных другими авторами научных работах, либо по пути более глубокого рассмотрения каких-либо инте-ресных частных случаев уже известного общего результата. В других случаях получению нового теоретического результата предшествуют обширные экспериментальные исследования объекта, изучение законо-мерностей его поведения в тех или иных условиях, накопление стати-стических данных – только потом из них можно вывести новую анали-тическую зависимость, пользуясь которой, синтезировать новые техни-ческие объекты, обладающие более совершенными свойствами или об-щей экономической эффективностью.

Практика показывает, что в современной науке появление совер-шенно новой идеи, разработка новой концепции «с нуля» – явление крайне редкое. Подавляющее большинство новых научных результатов есть следствие долгого и планомерного развития научной мысли в оп-ределенном направлении [24].

**6.2. Структура магистерской диссертации**

Схема основных структурных частей магистерской диссертации представлена на рис. 6.1.

*Содержание* включает введение, наименования всех глав и пара-графов, заключение, список использованной литературы и наименова-ние приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются все составляющие части диссертации. Содержание включают в общее количество листов текстового документа.

Во *введении* обосновывается выбор темы исследования, цель и за-дачи диссертации, раскрываются актуальность темы, её новизна, объект и предмет исследования, анализ полученных результаты и теоретиче-ская и практическая их значимость. В введении к работе желательно кратко сказать об этапах дальнейшего изложения материала и обосно-вать логику его построения.

Краткая характеристика составляющих введения.

*Актуальность темы магистерской диссертации.* Тема диссерта-ции это не просто её название. *Тема* – это намечаемый результат иссле-дования, направленный на решение конкретной проблемы. Поэтому важно чётко определиться с выбором, так как на её решение магистрант собирается потратить свои силы и время.

129

**Содержание**

**Введение**

Актуальность Объект

Задачи Предмет

Цель Новизна Научный результат

**Глава 1**

Обзор основных положений, теорий, концепций, методологических и методических основ

**Глава 2**

Анализ тенденций развития организаций, комплексов, отраслей и результатов практического использования методологических подходов и методических инструментов

**Глава 3**

Разработка новых научных идей, концепций, научных положений, методического аппарата для их реализации, и опробование авторских разработок в практической деятельности организации

**Заключение**

Теоретические, методологические, методические разработки. Результаты опробования. Предложения для дальнейших исследований.

**Список литературы**

**Приложения**

Рис. 6.1. Структура магистерской диссертации

Под *проблемой* понимается различие между тем, как функционирует исследуемая система и тем, как она должна быть организована в соответ-ствии с повышением уровня знаний автора и условиями их практического применения. Проблема всегда заключается в понимании того, что проис-ходит в рамках изучаемой системы в целом и за счет каких средств под-

130

держивается ее единство. Только в ходе изучения всех взаимосвязей и взаимозависимостей элементов системы можно обнаружить пути устране-ния причин разбалансированности отдельных звеньев системы.

Формулировка проблемы научного исследования является по сути, кристаллизацией замысла магистранта. Поэтому правильная её поста-новка это залог успеха всей работы (рис. 6.2).

**Шаг 1. Формулирование проблемы**

Выявление причин появления проблемы

Выявление и изучение альтернативных решений

Изучение последствий нерешенной проблемы

Частичное принятие

и критическое опровержение альтернативных решений

**Шаг 2. Решение проблемы**

Выдвижение аргументов за и против данного решения

Организационные аспекты решения проблемы

**Шаг 3. Оценка решения**

Рис. 6.2. Укрупненная схема решения проблемы

Одним из важных этапов для уяснения четкости проблемы является определение степени её разработанности, проведение анализа различ-ных точек зрения ученых, выявление достижений и «белых пятен» в ис-следованиях данной проблемы. Он проводится с помощью изучения на-учной литературы. Это первое, что должен сделать диссертант, так как это задаёт алгоритм всем последующим его действиям и определяет то, ради чего предпринято диссертационное исследование.

Если кратко, то параметры проблемы можно определить следую-щими вопросами: «Что?», «Где?» и «Когда?». Только ответив на эти во-просы, проблема будет сформулирована таким образом, что позволит четко очертить круг исследуемых задач.

Важно подчеркнуть, что название проблемы должно содержать имен-но ее проблемное восприятие, которое требует развернутого научного ис-следования. Также необходимо заметить, что название проблемы, по сути, должно соответствовать названию самой диссертационной работы.

131

Естественно, что при небольшом опыте научной работы у магист-ранта недостает перспективы видения, чувства актуальности, умения терминологически правильно и кратко выразить то, что он чувствует и понимает. Научный руководитель поможет устранить такие затрудне-ния.

Кроме перечисленного выше действенны следующие меры:

*–* обратить особое внимание на смежные области знания: бывает, что на стыке двух научных дисциплин можно найти темы, которые, ка-залось, забыты и той, и другой отраслями науки, но имеют определен-ные исследовательские перспективы;

*–* обратиться к каталогу уже защищенных диссертаций в научной библиотеке или на кафедре;

*–* просмотреть научную периодику, специальные издания. Чем больше будет прочитано литературы по своей научной специальности, тем проще будет сориентироваться;

*–* большое значение имеет методологический аспект рассмотрения проблемы. Иногда его смена или новый угол зрения может стать темой научной разработки.

Также при выборе и формулировании темы магистерской диссерта-ции следует учитывать определенные требования (рис. 6.3).

**Требования, предъявляемые к темам**

Тема должна быть актуальной и направлена на решение важных современных проблем

Тема должна быть перспек-тивной, чтобы её результаты мог-ли быть приме-нены как в на-стоящем, так и в будущем

Реальность вы-полнения науч-но-исследователь-ской работы по данной теме

Тема должна помо-гать в поиске но-вых научных идей или качественно нового решения поставленных за-дач

Рис. 6.3. Требования, предъявляемые к определению темы

Необходимо отметить, что все диссертации выполняются на акту-альную тему, так как в них рассматриваются недостаточно изученные проблемы. Если магистрант выявляет несоответствия в предмете иссле-дования, то он вполне может определить актуальность исследования.

После обоснования актуальности темы диссертации можно перехо-дить к определению цели и задач исследования [24].

132

**6.3. Формулирование цели и задач исследования**

Цель исследования ориентирует на его конечный результат. Он может быть либо теоретико-познавательный либо практически-прикладной. За-дачи формулируют вопросы, на которые должен быть получен ответ для достижения цели исследования.

Цель и задачи исследования образуют логически взаимосвязанные це-почки, в которых каждое звено служит средством удержания других звень-ев. Конечная цель исследования может быть названа его общей задачей.

Обозначенная проблема должна быть отражена в формулировке це-ли исследования во введении к диссертации. Цель определяет тактику исследования, то есть последовательность конкретных исследователь-ских задач, посредством которых проблема может быть решена.

Вариант решения проблемы составляет само содержание диссерта-ции. Первоначально он формируется в виде основной гипотезы иссле-дования. Это пробное решение и его необходимо проверить и доказа-тельно обосновать в тексте диссертации.

Итак, характер задачи зависит от содержания цели, а цель зависит от четкости формулирования проблемы. Цель предполагает разрешение проблемы исследования, задачи исследования определяют разные под-ходы к разрешению общей проблемы исследования.

*Объект научного исследования* – это определенный элемент реаль-ности, который обладает реальными границами, относительной авто-номностью существования. Объект порождает проблемную ситуацию и избирается для изучения.

*Предмет научного исследования* – логическое описание объекта, избирательность которого определена предпочтениями исследователя в выборе точки мысленного обзора, аспекта или отдельных проявлений наблюдаемого сегмента реальности.

Предметом исследования в магистерской диссертации может стать какая-либо целостная составляющая объекта исследования. Каждый предмет исследования включает разнообразные аспекты. Причем каж-дый из них может быть самостоятельным предметом исследования.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется только его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него направлено основное внимание магистранта, потому что предмет исследования определяет тему диссертационной работы, которая обо-значается на титульном листе.

133

*Научные результаты*. Согласно п. 9 Положения ВАК, «Диссерта-ция должна… содержать совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты… и свиде-тельствовать о личном вкладе автора в науку».

*Научный результат* – это выраженный в том или ином виде фраг-мент системы знаний и/или эффект от применения знаний.

В любом научном исследовании одни научные результаты по от-ношению к другим могут выступать в роли предваряющих (в том числе исходных) и/или вытекающих (в том числе итоговых).

*Научные положения* – это выраженные в виде четких формулиро-вок теоретические результаты-идеи, имеющие научное объяснение, констатирующие свойства предмета исследования и/или указывающие способы их применения или реализации. К наиболее важным видам на-учных положений относятся доказательства, обоснования, объяснения, выводы, предложения, рекомендации.

Научные положения не исключают других научных результатов. Другие научные результаты в отличие от научных положений, обыч-

но носят практическую направленность. Они представляют собой объек-ты научного творчества, являющиеся воплощениями научных результа-тов-идей, сформулированных в виде научных положений. Такие резуль-таты лежат в широком спектре – от теоретических до практических. Они выражаются в виде результатов методологического и предметного уров-ня: научных эффектов, результатов экспериментов, научного инструмен-тария, устройств, технических и организационных систем.

Другие наиболее существенные научные результаты, выдвигаемые для защиты (не являющиеся научными положениями), представляют собой такие результаты, как модель, методика, метод, формульное со-отношение и другие результаты, которые обычно носят научно-методический характер.

Формулировки наиболее значимых научных положений и других новых научных результатов, выдвигаемых для защиты, рекомендуется откорректировать после завершения работы над выводами по всем раз-делам диссертации. Окончательные формулировки уже корректируются на основе взятых в обобщенном виде тех выводов и их элементов, кото-рые, во-первых, являются ключевыми с точки зрения достижения общей цели диссертационного исследования, во-вторых, потребовали наи-большего научного творчества и наиболее сложного научного обосно-вания или доказательства, а в-третьих, обладают наибольшей научной актуальностью, новизной и значимостью.

134

При необходимости результат, заслуживающий внимания, может быть охарактеризован конкретным понятием: при полной научной но-визне («впервые рассмотренный», «не имеющий аналогов», «ориги-нальный») или конкретизирующим понятием при частичной научной новизне («модифицированный», «усовершенствованный» и др.).

Следует стремиться к тому, чтобы наиболее существенные научные положения и другие новые научные результаты взаимно дополняли друг друга, поясняя сущность и результаты конкретного диссертационного исследования.

*Научная новизна диссертационного исследования* – это признак, на-личие которого дает автору право на использование понятия «впервые» при характеристике полученных им результатов и проведенного иссле-дования в целом. В науке понятие к означает факт отсутствия подобных результатов до публикации результатов, полученных автором той или иной научной разработки.

*Оценка научной новизны исследования* означает выявление первен-ства автора в определении и исследовании той или иной темы диссерта-ционного исследования.

Для оценки научной новизны диссертационного исследования ис-пользуют некоторые признаки. Для большого числа наук существенным признаком является наличие теоретических положений, которые впер-вые сформулированы и содержательно обоснованы; методических ре-комендаций, которые внедрены в практику и оказывают существенное влияние на достижение новых социально-экономических результатов. Новыми считаются только те положения диссертационного исследова-ния, которые способствуют дальнейшему развитию науки в целом и от-дельных ее направлений.

К признакам новизны также относят: анализ и обобщение новых явлений, выявление тенденций, закономерностей современного разви-тия тех или иных отраслей науки и наличие выводов и рекомендаций, обладающих научной ценностью и практической значимостью для раз-личных сфер деятельности.

Если научные разработки исследователя содержат формулировки, обоснования понятий и их отдельных элементов, углубляющих понима-ние процессов, то он вправе претендовать на новизну.

Важной является работа магистранта по использованию новых ме-тодов исследования в различных сферах деятельности.

135

*Практическая значимость.* Понятие «практическая значимость» от-ражает реализацию научной новизны и свидетельствует об оправданно-сти, необходимости выполнения диссертационных исследований, позво-ляющих что-то создать или улучшить, то есть получить определенный эффект. Практическая значимость свидетельствует о перспективности использования конечного результата диссертационного исследования.

Если результат исследования не материален, то практическая зна-чимость его результатов способствует расширению знаний и их приме-нению в определенной области. Практическая значимость диссертаци-онной работы определяет возможность использования полученных ав-тором результатов в той или иной области науки, производства.

Практическая значимость может проявиться в публикациях основных результатов исследования: в научных статьях, монографиях, учебниках; в наличии патентов, актов о внедрении результатов исследования в практи-ку; апробации результатов исследования на научно-практических конфе-ренциях; в использовании научных разработок в учебном процессе выс-ших и средних специальных учебных заведений и т.д.

*Научный текст диссертации (основная часть).* Эта часть диссер-тационной работы представляет собой научно обоснованный и система-тизированный материал исследований, отвечающий поставленным це-лям и задачам.

Научный текст диссертации характеризуется использованием опуб-ликованных материалов, точных сведений и фактов, логикой изложе-ния, а также научно обоснованных положений, результатов и выводов.

Предложенные магистрантом новые методологические и методиче-ские решения должны быть строго аргументированы и критически оце-нены по сравнению с другими известными научно-практическими по-ложениями. Не нужно забывать, что при написании научного текста диссертации необходимо давать ссылки на источники научной и другой информации.

Количество глав зависит от характера магистерской диссертации. В диссертации должно быть 3 или 4 главы.

*В первой главе* обычно приводят результаты научного обзора раз-личных концепций, научных подходов и взаимосвязей элементов сис-тем, методических позиций. Магистрант кратко описывает содержание этапов развития научных представлений ученых о рассматриваемой проблеме. В процессе научного анализа научных работ магистрант ар-гументированно описывает достоинства основных научных положений и факторы, влияющие на их развитие.

136

Первая глава, по сути, является теоретической частью диссертаци-онной работы и служит основой для подготовки второй – аналитической и третьей – практической глав диссертации.

*Во второй главе* диссертации магистрант проводит анализ получен-ных экспериментальных, расчетных данных и других материалов, по-зволяющих обосновать проблему, аргументировать выводы и необхо-димость решения поставленных задач. В этой главе также анализирует-ся состояние предметной области. Аргументируется необходимость развития существующей практики решения поставленных задач, ис-пользования методики и технологии для их решения.

В *третьей главе* приводятся разработанные методические инстру-менты, алгоритмы, позволяющие решить поставленные задачи и дос-тичь цели диссертационного исследования. Обосновывается внедрение в практику моделей или методических инструментов.

Между главами диссертации должна быть органическая внутренняя связь, материал внутри глав должен излагаться в логической последова-тельности. Каждая глава может быть закончена краткими выводами. Эти выводы можно представить как итоговый синтез полученных ре-зультатов исследования. Выводы должны быть с конкретными данными о наиболее существенных результатах.

*Заключение.* Диссертационная работа завершается заключительной частью. В заключении приводятся результаты достижения поставленной цели и решения задач диссертационного исследования.

Заключение включает в себя обобщение всей информации, изло-женной в основной части магистерской диссертации, разработанные ав-тором научные положения, выводы, рекомендации. Последовательность изложения определяется логикой построения диссертационного иссле-дования.

Также в заключении раскрываются основные аспекты практического опробования разработанных научно-методологических и методических положений, приводятся основные направления и рекомендации дальней-шего развития данной темы в соответствующей научной области.

*Список использованной литературы*. После заключения приводится список использованной литературы. В него входит перечень литератур-ных источников, использованных автором в ходе работы над темой.

Каждый включенный в список литературный источник необходимо отразить в диссертации. Не стоит включать в библиографический спи-сок те источники, на которые нет ссылок в тексте диссертации и кото-

137

рые не использовались, а также энциклопедии, справочники, научно-популярные книги, газеты [24].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое диссертация и магистерская диссертация? 2. Как происходит построение гипотезы?

3. Какие требования предъявляются к определению темы? 4. Какова структура магистерской диссертации?

5. Что такое объект и предмет научного исследования? 6. Как оценить научную новизну исследования?

7. Что входит в основную часть диссертации? 8. Чем характеризуются научные положения?

9. Какие основные характерные черты аргументации вам известны? 10. Сколько глав включает диссертация? Какова их структура?

138

**Глава 7. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОГО ТВОРЧЕСТВА**

**7.1. Общие сведения**

В нашей стране осуществляется правовая охрана объектов про-мышленной собственности – *изобретений, полезных моделей и про-мышленных образцов*.

Права на изобретение, полезную модель, промышленный образец подтверждает патент на изобретение, свидетельство на полезную мо-дель и патент на промышленный образец (далее – патент).

*Патент* – это документ, удостоверяющий приоритет, авторство, исключительное право на использование изобретения (полезной моде-ли, промышленного образца). Патент предоставляется государством на определенный период времени. Он позволяет его обладателю запрещать третьим лицам использовать (в том числе изготовление, использование, продажу, ввоз) его изобретения [3, 22].

Правом на подачу заявки и получение патента обладает автор (ав-торы) изобретения, работодатель или их правопреемник (далее заяви-тель) [3, 23].

Рассмотрение заявок на изобретение, их экспертизу и выдачу па-тентов осуществляет Всероссийский научно-исследовательский инсти-тут государственной патентной экспертизы (ВНИИГПЭ) Комитета РФ по патентам и товарным знакам (Патентного ведомства).

**7.2. Объекты изобретения**

Объектами изобретения могут являться: устройство, способ, веще-ство, а также применение известного ранее устройства способа, вещест-ва по новому назначению (п. 2 ст. 4 Патентного закона РФ (в дальней-шем Закона).

*К устройствам* как объектам изобретения относятся конструкции и изделия. Устройство является наиболее распространенным объектом изобретения. К ним относятся машины, приборы, аппараты, оборудова-ние, инструмент, транспортные средства, крепежные изделия, строи-тельные конструкции, здания, сооружения, части зданий и т.д. и т.п.

Для характеристики устройств регламентируются следующие при-знаки:

*–* наличие конструктивного элемента; *–* наличие связи между элементами;

139

*–* взаимное расположение элементов;

*–* форма выполнения элемента (элементов) или устройства в целом и, в частности, геометрическая форма; форма выполнения связи между элементами;

*–* параметры и другие характеристики элемента (элементов) и их взаимосвязь;

*–* материал, из которого выполнен элемент (элементы) или устрой-ство в целом; среда, выполняющая функции элемента.

*Наличие конструктивного элемента.* Элементы, детали и узлы, из которых состоит устройство, являются основными его признаками, дающими о нем необходимое представление. Например, здания каркас-ного типа состоят из фундамента, колонн, ригелей (ферм и др.) плит пе-рекрытия и покрытия, плит стенового ограждения.

*Наличие связи между элементами.* Эти признаки, которые практи-чески всегда присутствуют в формуле изобретения. Они дают представ-ление о конструктивной схеме устройства, так как простое перечисле-ние узлов и деталей недостаточно для его полной характеристики. На-пример, в здании дробилок, имеющих стеновое ограждение из сборных панелей, элементы перекрытия (ригели и плиты), как правило, не со-единяются с колоннами здания. В то же время в обычном каркасном здании (без больших динамических нагрузок) такие соединения выпол-няются всегда.

*Взаимное расположение элементов.* Эти признаки характеризуют пространственное расположение отдельных элементов, узлов и деталей устройства. Например, расположение плит перекрытия в промышленном здании преимущественно горизонтальное, а в галерее подачи инертных материалов на растворобетонных узлах всегда имеется наклонный участок. *Форма выполнения элемента* или устройства в целом, геометриче-

ская форма. Существует множество устройств, имеющих одинаковый на-бор узлов и деталей, которые нельзя назвать идентичными, поскольку одни и те же узлы могут иметь свои конструктивные особенности. На-пример, форма поперечного сечения железобетонной колонны или сваи может быть круглой, квадратной, прямоугольной и т.п., хотя выполнены они из одинаковых материалов (монолитного бетона и арматуры).

Необычная геометрическая форма устройства также может харак-теризовать его особенности, Например, сваи конической или пирами-дальной формы по своим характеристикам работы под нагрузкой в оп-ределенных грунтовых условиях намного эффективнее свай с цилинд-рической формой поверхности; для висячих свай более эффективной

140

формой поперечного сечения будет квадрат или прямоугольник по сравнению с кругом.

*Форма выполнения связи между элементами.* Форма связи между элементами устройства оказывает значительное влияние на характеристи-ки всего устройства в целом. Например, соединения между колоннами и ригелями или колоннами и фундаментами могут быть выполнены по шар-нирной или жестко защемленной схемам. Это существенно влияет на гео-метрические размеры поперечных сечений этих элементов здания

*Параметры* и другие характеристики элементов и их взаимосвязь*.* Этот признак характеризует взаимосвязь геометрических размеров отдель-ных элементов, узлов и деталей устройства. К нему, в частности, относятся и математические выражения, описывающие эти взаимосвязи. Так, напри-мер, очертание арочных конструкций описывается алгебраическим урав-нением, в которое в качестве параметров входят длина пролета и стрела подъема арки. Соотношение между этими параметрами существенно влия-ет как на несущую способность арки, так и на ее массу.

*Материал*, из которого выполнен элемент или устройство в целом; среда, выполняющая функции элемента. Если материал отдельных эле-ментов, деталей и узлов устройства влияет на его работоспособность и достижение технического результата изобретения и он не может быть произвольно заменен другим, тогда его необходимо учитывать при формулировке существенных признаков изобретения. Например, при конструировании металлодеревянных ферм ее элементы, испытываю-щие деформации растяжения, выполняются металлическими (часто в виде арматурных стержней), а элементы, работающие на сжатие, дере-вянными. Замена материала растянутых элементов фермы с дерева на металл в этом случае существенно влияет на достижение технического результата, то есть увеличение несущей способности фермы и перекры-тия большего пролета. В то же время, например, замена деревянной балки пролетом 4 м на металлическую должна считаться простым кон-структивным подбором материала.

Грунтовое основание под фундамент здания является средой, на ко-торой оно стоит. В обычных условиях эту среду нельзя считать элемен-том здания. Но если грунтовое основание перед возведением здания подвергнуть, например, уплотнению, то эту среду следует считать эле-ментом здания.

К способам как объектам изобретения относятся процессы выпол-нения действий над материальными объектами с помощью материаль-ных объектов. Если способ включает несколько действий, то процесс

141

могут составить только взаимосвязанные действия. В этом случае в числе признаков способа должны быть такие, которые характеризуют взаимосвязь этих действий посредством указания их последовательно-сти, одновременности или другим образом, в том числе в виде взаимо-связи режимов разных действий, условий перехода от предыдущего действия к последующему.

Различают три группы способов как объектов изобретений:

*–* способы, направленные на изготовление продуктов (изделий, кон-струкций, веществ и др.);

*–* способы, направленные на изменение состояния предметов мате-риального мира (управление, регулирование, транспортировка и т.п.);

*–* способы для определения состояния предметов материального мира (измерение, диагностика и др.).

Для характеристики способов регламентируются следующие при-знаки:

*–* наличие действий или совокупности действий;

*–* порядок выполнения таких действий во времени (последователь-но, одновременно, в различных сочетаниях и т.п.);

*–* условия осуществления действий (режим) использования веществ (исходного сырья, реагентов и т.п.), устройств (оборудования, приспо-соблений, инструментов, приборов и средств измерения и т.п.).

*Наличие действий или совокупности действий.* Указание действий (операций, приемов) над материальными объектами дает возможность оп-ределить основные стадии процесса, позволяет составить общее представ-ление о цикле основных действий от начальной до конечной операций.

*Порядок выполнения действий во времени.* Этот вид признаков оп-ределяет функциональность процесса, поскольку изменение последова-тельности действий может не привести к техническому результату.

*Условия осуществления действий, использования веществ, уст-ройств.* Эти условия включают в себя различные сочетания приведен-ных признаков действия. Например, при проведении динамических ис-пытаний строительных конструкций можно использовать различные режимы возбуждения механических колебаний: режим свободных зату-хающих колебаний и режим вынужденных незатухающих колебаний. Порядок определения резонансной частоты для указанных случаев воз-буждения колебаний будет разным, что повлечет за собой и различную последовательность действий. К тому же будет отличаться и приборное обеспечение, необходимое для реализации этих процессов. И то, и дру-

142

гое может оказаться существенным отличительным признаком при дос-тижении определенного технического результата.

*К веществам как объектам изобретения* относятся: композиции (составы, смеси); индивидуальные химические соединения, включая высокомолекулярные объекты генной инженерии; продукты ядерного превращения.

К композициям относятся составы, содержащие не менее двух ин-гредиентов (сплавы, керамика, стекла, бетонные смеси, механические смеси любого назначения). Отличием композиции может быть введение дополнительного (дополнительных) ингредиента и его количественный состав. Во многих случаях в качестве отличительного признака компо-зиции, состоящих из одних и тех же ингредиентов, используется их ко-личественный состав. Для характеристики композиций, состав которых не установлен, могут быть привлечены их физико-химические показа-тели и специфические признаки способов их получения, если они доста-точны для идентификации композиции.

Для характеристики *индивидуальных химических соединений* ис-пользуются следующие признаки:

*–* для низкомолекулярных соединений: качественный состав, коли-чественный состав, химическая формула структуры;

*–* для высокомолекулярных соединений: структура макромолекулы звена и в целом периодичность звеньев, молекулярная масса, геометрия и стереометрия макромолекулы;

*–* для индивидуальных соединений с неустановленной структурой: физико-химические и иные характеристики, позволяющие их иденти-фицировать.

При подаче заявок на изобретения на любые новые вещества необ-ходимо раскрытие способа, с помощью которого оно получается.

К применению известных ранее устройств, способов, веществ по новому назначению как объекту изобретения относится их использова-ние в соответствии с новым предназначением. К нему приравнивается первое применение известных веществ (природных и искусственно по-лученных) для удовлетворения общественной потребности. Большинст-во изобретений направлено на создание нового средства удовлетворе-ния общественных потребностей путем его синтеза и поэтому выража-ется в виде устройства, способа, вещества.

Многие вещества, которые первоначально были синтезированы с какой-либо конкретной целью, обладают целым рядом свойств, способ-

143

ных проявиться в зависимости от условий использования, и поэтому могут иметь различное назначение.

Известное устройство может быть использовано по новому назна-чению, например, при изменении условий его работы; за счет установ-ления нового свойства материала, из которого оно изготовлено.

Предложения, не признаваемые патентоспособными изобретения-ми. В соответствии с п. 3 ст. 4 Закона не могут быть признаны патенто-способными изобретениями:

*–* научные теории и математические методы;

*–* проекты и схемы планировки сооружений, зданий, территорий;

*–* решения, касающиеся только внешнего вида изделий, на-правленные на удовлетворение эстетических потребностей;

*–* методы выполнения умственных операций;

*–* алгоритмы и программы для вычислительных машин; *–* методы организации и управления хозяйством;

*–* условные обозначения, расписания, правила;

*–* решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали [3, 22].

**7.3. Условия патентоспособности изобретения**

На основании ст. 4 п. 1 Закона изобретению предоставляется право-вая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Изобретение является новым, если оно не известно из уровня тех-ники. Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для спе-циалиста явным образом не следует из уровня техники.

Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступ-ными в мире до даты приоритета изобретения.

При установлении новизны изобретения в уровень техники вклю-чаются все поданные в РФ заявки на изобретения и полезные модели при условии их более раннего приоритета, а также запатентованные в Российской Федерации изобретения и полезные модели.

*Изобретение является промышленно применимым,* если оно может быть использовано в строительстве, промышленности, сельском хозяй-стве, здравоохранении и других отраслях деятельности. Если автор изо-бретения или заявитель до подачи заявки в Патентное ведомство каким-либо образом раскрыл информацию, относящуюся к изобретению, и сведения о его сущности стали общедоступными, то за ним сохраняется

144

право на подачу заявки на изобретение в течение шести месяцев с даты раскрытия информации. При этом обязанность доказательства данного факта лежит на заявителе.

Анализ новизны изобретения предусматривает поиск аналогов в уровне техники, выбор аналога, наиболее близкого к изобретению (про-тотипа) и сравнительный анализ изобретения с прототипом. Если изо-бретение имеет хотя бы один отличительный от прототипа признак, то делается вывод о соответствии изобретения условию «новизна».

Изобретение также соответствует условию «новизна», если в уров-не техники не обнаружен аналог, совокупность признаков которого идентична всем признакам изобретения.

Проверка изобретательского уровня проводится в отношении изо-бретения, охарактеризованного в независимом пункте формулы, и включает: определение наиболее близкого аналога, выявление призна-ков, которыми отличается заявленное изобретение от наиболее близкого аналога; выявление из уровня техники таких решений, которые имеют признаки, совпадающие с отличительными признаками рассматри-ваемого изобретения. Изобретение признается соответствующим усло-вию изобретательского уровня, если не выявлены решения, имеющие признаки, совпадающие с его отличительными признаками, или такие решения выявлены, но не подтверждена известность влияния отличи-тельных признаков на указанный заявителем технический результат.

Условию изобретательского уровня также соответствуют:

*–* способы получения новых индивидуальных соединений с уста-новленной структурой;

*–* способы получения известных индивидуальных соединений с ус-тановленной структурой, если они основаны на новой для данного клас-са или группы соединений реакции;

*–* композиция, состоящая из двух известных ингредиентов, обеспе-чивающая синергетический эффект, возможность достижения которого не вытекает из уровня техники;

*–* индивидуальное соединение, подпадающее под общую структур-ную формулу группы известных соединений, но не описанное как спе-циально полученное и исследованное, и при этом проявляющее новые неизвестные для этой группы соединений свойства, как качественные, так и количественные (селективное изобретение).

Не признаются соответствующими условию изобретательского уровня изобретения, основанные:

145

*–* на дополнении известного средства какой-либо известной частью, присоединяемой к нему по известным правилам, для достижения техни-ческого результата, в отношении которых установлено влияние именно таких дополнений:

*–* на замене какой-либо части известного средства другой известной частью для достижения технического результата, в отношении которого установлено влияние именно такой замены;

*–* на исключении какой-либо части элемента с одновременным ис-ключением обусловленной ее наличием функции и достижением при этом обычного для такого исключения результата (материалоемкости, упрощение, уменьшение габаритов, повышение надежности, сокраще-ние продолжительности процесса и пр.);

*–* на увеличении количества однотипных элементов, действий для усиления технического результата, обусловленного наличием в средстве именно таких элементов, действий;

*–* на выполнении известного средства и его части из известного ма-териала для достижения технического результата обусловленного из-вестными свойствами такого материала;

*–* на создании средства, состоящего из известных частей, выбор ко-торых и связь между ними осуществлены на основании известных пра-вил, рекомендаций, и достигаемый при этом технический результат обусловлен только известными свойствами частей это средства и связей между ними;

*–* на применении известного устройства, способа, вещества по новому назначению, если новое назначение обусловлено известными свойствами, структурой, выполнением и также известно, что именно такие свойства, структура, выполнение необходимы для реализации этого назначения.

Для подтверждения возможности промышленной применимости изобретения в материалах заявки должны быть указания на предназна-чение заявляемого объекта изобретения, а также описание средств и ме-тодов, с помощью которых возможно осуществление изобретения [3].

**7.4. Условия патентоспособности полезной модели**

К *полезным моделям* относится конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она является новой и промышленно применимой.

146

Полезная модель является новой, если совокупность ее существен-ных признаков не известна из уровня техники.

Уровень техники включает опубликованные в мире сведения о средствах того же назначения, что и заявляемая полезная модель, став-шие общедоступными до даты ее приоритета, а также сведения об их применении в России. В уровень техники включаются все запатенто-ванные в Российской Федерации другими заявителями изобретения и полезные модели, также все поданные заявки при условии их более раннего приоритета.

Полезная модель является промышленно применимой, если она может быть использована в строительстве, промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства.

Если автор (авторы) полезной модели или заявитель до подачи за-явки в Патентное ведомство раскрыли информацию, относящуюся к по-лезной модели, и сведения о ее сущности стали общедоступными, то за ними сохраняется право на подачу заявки на полезную модель в течение шести месяцев с даты раскрытия информации. При этом обязанность доказательства данного факта лежит на заявителе [3].

**7.5. Условия патентоспособности промышленного образца**

К *промышленным образцам* относится художественно-конструк-торское решение изделия, определяющее его внешний вид. Промыш-ленному образцу предоставляется правовая охрана, если он является новым, оригинальным и промышленно применимым.

Промышленный образец признается новым, если совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические или эргономиче-ские особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедос-тупными в мире до даты приоритета промышленного образца.

При установлении новизны промышленного образца учитываются все запатентованные в Российской Федерации другими заявителями промышленные образцы, а также все поданные заявки на промышлен-ные образцы при условии их более раннего приоритета.

Промышленный образец признается оригинальным, если его суще-ственные признаки обусловливают творческий характер эстетических особенностей изделия.

Промышленный образец признается промышленно применимым, если может быть многократно воспроизведен путем изготовления соот-ветствующего изделия.

147

Если автор (авторы) промышленного образца или заявитель до по-дачи заявки в Патентное ведомство каким-либо образом раскрыл ин-формацию, относящуюся к заявляемому промышленному образцу, и сведения о ее сущности стали общедоступными, то за ним сохраняется право на подачу заявки на промышленный образец в течение шести ме-сяцев с даты раскрытия информации. При этом обязанность доказатель-ства данного факта лежит на заявителе.

Не признаются патентоспособными промышленными образцами решения:

*–* объектов архитектуры (кроме малых архитектурных форм), про-мышленных, гидротехнических и других стационарных сооружений;

*–* обусловленные исключительно технической функцией изделия;

*–* печатной продукции как таковой; объектов неустойчивой формы из жидких, газообразных, сыпучих или им подобных веществ;

*–* изделий, противоречащих общественным интересам, принципам гуманности и морали [3].

**7.6. Патентный поиск**

Обязательным этапом научного исследования является *патентный поиск.* С его помощью осуществляется процесс поиска в патентных фондах документов, соответствующих теме запроса.

Патентный поиск проводится для следующих целей: *–* проверка уникальности изобретения;

*–* обзор последних новинок в области исследования;

*–* выяснение, не посягает ли изобретение на чужую интеллектуаль-ную собственность;

*–* определение сфер использования нового изобретения; *–* поиск патентов на изобретение, полезную модель;

*–* определение состояния исследований в интересующей области; *–* поиск дополнительных информационных материалов;

*–* сбор информации о конкурентах;

*–* нахождение решения технических проблем.

Патентный поиск может осуществляться вручную, с помощью ин-формационно- поисковых систем или с использованием соответствую-щих компьютерных программ.

*РОСПАТЕНТ* – это Российское патентное ведомство Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным зна-кам. В информационной поисковой системе возможен поиск по изобре-

148

тениям, рефератам патентных документов на русском и английском языках, перспективным изобретениям, полезным моделям. По состоя-нию на 2010 г. в базе данных Роспатента насчитывалось около 2 млн. документов на изобретения и полезные модели.

Что такое патентный поиск? *Патентный поиск* – это процесс отбо-ра соответствующих запросу документов или сведений по одному или нескольким признакам из массива патентных документов или данных. При этом осуществляется поиск из множества документов и текстов только тех, которые соответствуют теме или предмету запроса.

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований категории объекта (устройство, способ, вещество), а так-же из того, какие его элементы, свойства, параметры и другие характе-ристики предполагается исследовать.

При патентном поиске сравниваются выражения смыслового со-держания информационного запроса и содержания документа.

Для оценки результатов поиска создаются определенные правила-критерии соответствия, устанавливающие, при какой степени формаль-ного совпадения поискового образа документа с поисковым предписа-нием текст следует считать отвечающим информационному запросу.

Проведение патентных исследований направлено на достижение следующих основных целей:

*–* определение технического уровня разработки или продукта*,* кото-рый предполагается поставлять на рынок, что определяет его потреби-тельские свойства, а также тенденций развития в данной области;

*–* проверка на патентную чистоту, то есть выявление внешних уг-роз, связанных с наличием на аналогичную продукцию конкурентов ох-ранных документов (патентов, свидетельств и т.п.), которые могут бло-кировать выход продукции на рынок;

*–* оценка конкурентоспособности продукции*:* если продукт характери-зуется невысоким техническим уровнем, то велика вероятность, что его трудно будет реализовать по приемлемой цене в условиях конкуренции;

*–* патентоспособность разработки при решении ее патентирования. В соответствии со стандартом патентными исследованиями явля-

ются исследования технического уровня и тенденции развития объектов техники, их патентоспособность, патентная чистота, конкурентоспособ-ность на основе патентной и другой информации.

Патентные исследования проводят: *–* при создании объектов техники;

*–* при разработке планов развития науки и техники;

149

*–* при разработке научно-технических прогнозов; *–* при освоении и произодстве продукции;

*–* при определении целесообразности экспорта промышленной про-дукции и экспонировании ее образцов на международных выставках и ярмарках; продаже и приобретении лицензий;

*–* при решении вопроса о патентовании созданных объектов про-мышленной собственности и в других целях.

Цели патентного поиска определяются задачами использования па-тентной информации на конкретной стадии создания, освоения и реали-зации новой техники или продукции. При планировании тематики ис-следования патентный поиск проводится для того, чтобы выяснить, ре-шалась ли поставленная техническая задача ранее, какие решения за-щищены патентами, какие фирмы работают в данной области техники, каковы перспективы разработки темы. Поиск проводится также с целью технико-экономического анализа изобретений при прогнозировании тенденций развития техники.

Работы по проведению патентных исследований проводят в сле-дующей последовательности:

1) разработка задания на проведение патентного исследования; 2) разработка регламента поиска;

3) поиск и отбор патентной и другой научно-технической информа-ции, в том числе конъюнктурно-экономической;

4) систематизация и анализ отобранной информации;

5) обобщение результатов и составление отчета о патентном иссле-довании.

В задании указываются наименование темы и ее шифр, задачи па-тентных исследований, краткое содержание работ, которое формируется в зависимости от задач патентного исследования, ответственные испол-нители, сроки исполнения и формы отчетности.

Регламент поиска представляет собой программу, определяющую область проведения поиска по фондам патентной, научно-технической и конъюнктурно-экономической информации. В регламенте поиска опре-деляют следующие данные:

*–* предмет поиска (технический объект в целом, его составные части, узлы или элементы, т.е. устройство, технический процесс, вещество);

*–* страны поиска;

*–* ретроспективность;

*–* классификационные индексы объекта техники, технического про-цесса или вещества по МПК, НПК и УДК, а также по международной

150

классификации промышленных образцов (МКПО) (УДК – Универсаль-ная десятичная классификация).

Предмет поиска должен быть четко сформулирован, поскольку от этого зависит качество и длительность поиска.

Если темой патентных исследований является устройство, то пред-метами поиска могут быть:

*–* устройство в целом (общая компоновка, принципиальная схема); *–* принцип (способ) работы устройства;

*–* узлы и детали;

*–* материалы (вещества), используемые для изготовления отдельных элементов устройства;

*–* области возможного применения.

Если темой патентных исследований является технологический процесс, то предметами поиска могут быть:

*–* технологический процесс в целом;

*–* его этапы, если они представляют собой самостоятельный охра-носпособный объект;

*–* исходные продукты;

*–* промежуточные продукты и способы их получения; *–* конечные продукты и области их применения;

*–* оборудование, на базе которого реализуется данный способ. Формулировать предмет поиска следует, по возможности, с исполь-

зованием терминологии, принятой в соответствующей системе класси-фикации изобретений.

Регламент патентного поиска выбранные элементы рекомендует оформлять так, как в табл. 7.1.

Таблица 7.1 Регламент поиска

Предмет поиска

Индексы: МПК, МКПО, УДК

Широта поис-ка

Глубина по-иска

Источники ин-формации

*Глубина поиска* или ретроспективность информации – это число лет, по которым будет вестись поиск, отсчитываемое от года, в котором осуществляется поиск. Глубина поиска зависит от цели патентных ис-следований. Если целью является определение технического уровня или новизны объекта, то глубину выбирают с учетом особенностей развития

151

области техники, к которой относится объект. Если данная область тех-ники известна давно, то ограничиваются периодом ее наиболее интен-сивного развития. Следует иметь в виду, что объекты техники в среднем обновляются каждые 7–10 лет, однако возможна глубина поиска в 50 лет. При экспертизе на патентную чистоту глубину поиска принима-ют равной сроку действия патентов в стране поиска. Этот срок в боль-шинстве стран составляет 20 лет.

*Широта поиска* **–** это перечень стран, по которым предполагается вести поиск. Она также зависит от цели патентных исследований. На-пример, при определении технического уровня или новизны объекта выбирают страны с наиболее развитой областью техники, к которой от-носится объект. В этих странах может быть наиболее полная информа-ция об исследуемой области техники.

В перечень стран, по которым следует проводить поиск, включают-ся наиболее развитые в промышленном отношении страны, занимаю-щие ведущее место в данной отрасли. Выбор стран поиска информации зависит от задачи патентного исследования. Так, при проверке новизны технического решения поиск должен проводиться как минимум по фон-дам следующих стран: России, Беларуси, США, Франции, Великобри-тании, ФРГ, Японии, Швейцарии, а также стран, в которых наиболее развита данная область техники.

При экспертизе объектов техники на патентную чистоту поиск про-водится по фондам стран, в которые будет осуществляться экспорт про-дукции или продажа лицензий, то есть по тем странам, в отношении ко-торых не должны быть нарушены права патентообладателей.

Классификационные индексы определяются по каждому предмету поиска. Для поиска описания изобретений к патентам используют между-народную и национальную патентные классификации (МПК, НПК), а для поиска научно-технической и коньюктурно-экономической информации универсальную десятичную классификацию (УДК). В регламенте указы-ваются также источники информации, по которым проводится поиск.

Поиск и отбор информационных материалов является наиболее трудоемким этапом патентных исследований. Он имеет свои особенно-сти в зависимости от задач патентных исследований. Поиск информа-ции проводится по всем видам источников, указанным в регламенте.

Различают несколько видов патентного поиска*:* тематический (предметный), именной и нумерационный, поиск патентов аналогов, ус-тановление правового статуса патента.

152

Основным и наиболее распространенным является *тематический по-иск.* Поскольку патентные законодательства большинства стран мира раз-личают такие виды изобретений, как устройство, способ, вещество, био-технологические продукты, процедура поиска определяется непосредст-венно объектом поиска, в качестве которого выступает вид изобретения. При этом область поиска в различных странах имеет свои особенности. Например, в Германии важна общая идея технического решения, незави-симо от вида изобретения, в США необходимо рассматривать функцио-нальные возможности использования изобретения в разных областях.

Тематический поиск проводится по фонду описаний изобретений, по фондам промышленных образцов либо путем просмотра официаль-ных бюллетеней. Тематический поиск ведут, если нужно определить технический уровень или новизну объекта. Поиск в этом случае ведут по заданной тематике, в известной области техники с использованием не только патентной, но и научно-технической информации (табл. 7.2)

Таблица 7.2 Тематический поиск

Этап Задачи этапа

1 Установление точного технического наименования предмета поиска

2 Установление ориентировочных классификационных индексов пред-мета поиска

3 Установление классификационных индексов

4 Составление перечня номеров ох-ранных документов, относящихся к определенному классификационно-му индексу

5 Составление перечня номеров ох-ранных документов, относящихся к теме поиска

Средства Терминологические словари,

справочники, энциклопедии и т.д. Алфавитно – предметные указатели к МПК

Указатели классов к МПК

Систематические указатели (итоговые, годовые, текущие), базы данных

РЖ «Изобретения стран мира» (ИСМ), базы данных, описания изобретений

*Именной поиск* ведут, когда известно имя автора или патентовла-дельца и нужно найти относящиеся к ним охранные документы. Этот поиск может быть использован как дополнительный к тематическому поиску (табл. 7.3.).

По наименованию фирмы-патентообладателя, заявителя, фамилии автора (авторов) изобретения определяют номера выданных патентов и их принадлежность к определенной рубрике классификации изобрете-

153

ний. Основную задачу именного поиска при установлении патентных прав составляет поиск патентов, принадлежащих тому или иному изо-бретателю, фирме. Для проведения именного поиска пользуются алфа-витно-именными указателями, фирменными указателями и другими торгово-экономическими справочниками.

Таблица 7.3 Именной поиск

Этап Задачи этапа

1 Составление списка наименований фирм, фамилий изобретателей, за-нимающихся аналогичной темати-кой за рубежом (поисковый образ)

2 Составление перечня номеров ох-ранных документов, полученных фирмой, изобретателем за опреде-ленное время

3 Составление перечня номеров ох-ранных документов, относящихся к теме поиска

Средства Фирменные каталоги,

справочники, энциклопедии и т.д.

Именные указатели (годовые, текущие), базы данных

РЖ, ИСМ, базы данных, описания изобретений

*Нумерационный поиск*, то есть поиск по номеру документа, осуще-ствляется для установления тематической принадлежности документа и его правового статуса на момент проверки. Поиск осуществляется по нумерационным указателям.

Для патентного фонда, расставленного по рубрикам классифика-ции, необходимо по нумерационному указателю определить индекс классификации, а потом найти нужный документ в фонде.

Для проведения поиска целесообразно обратиться к первичным ис-точникам – описаниям изобретений. Поскольку в РНТБ фонды описаний на бумажных носителях хранятся в папках и систематизированы в соответ-ствии с МПК, поиск доступен и не вызывает трудностей практически для всех пользователей. Кроме того, поиск можно провести с использованием дисков СD-RОМ и DVD. Данный поиск может проводиться, например, для установления срока действия патента при проведении экспертизы объекта техники на патентную чистоту, перед заключением лицензионных догово-ров и договоров уступки прав на патент (табл. 7.4).

*Поиск патентов-аналогов* (отличать от аналогов изобретений) про-водится для выяснения того, как конкретный патент данного правооб-ладателя защищен в других странах. Осуществляется поиск по элек-

154

тронным базам данных, по наименованию патентообладателя и другим необходимым данным.

Таблица 7.4 Нумерационный поиск

Этап Задачи этапа

1 Сформулировать предмет поиска (номер охранного документа или

номер заявки, страна)

2 Отыскать патентный документ

3 Установить индекс МПК, к которо-му относится данный документ.

Заказать патентный документ

Средства

Электронные базы данных При отсутствии доступа к

электронной базе данных исполь-зовать нумерационные указатели к официальным бюллетеням, кар-тотеки в библиотеках, фонды библиотек и т.д.

Завершает патентные исследования формулирование выводов, в ко-торых показано, что найденных и отобранных аналогов достаточно для последующего использования и цель исследований достигнута.

В целом отчет о патентных исследованиях позволяет судить об уровне технического развития, возможностях обеспечения коммерческого успеха на конкретном рынке в условиях конкуренции. С расширением примене-ния новых информационных технологии уровень патентных исследований неизмеримо возрастает и оказывает все большее влияние на конечные ре-зультаты деятельности субъектов хозяйствования [36].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Над какими объектами промышленной собственности осущест-вляется охрана в РФ?

2. Что такое патент?

3. Что может являться объектом изобретения?

4. Что можно отнести к веществам как объектам изобретения?

5. Какие изобретения не могут быть признаны патентоспособными? 6. Какие условия патентоспособности полезной модели вам из-

вестны?

7. Что такое патентный поиск?

8. Как осуществлять патентный поиск? 9. Каковы цели патентного поиска?

10. Какие виды патентного поиска вам известны?

155

**Глава 8. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА. ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**8.1. Структурная организация научного коллектива и методы управления научными исследованиями**

Организацией научных исследований является система взаимосвя-занных структур и организаций, которые обеспечивали бы оптимальный режим и непрерывное совершенствование научного труда с целью по-лучения эффективных результатов. В соответствии с иерархией струк-тур научных учреждений и ведомств различают организацию научных исследований на различных уровнях:

*–* организация труда научного работника;

*–* работа подразделений научного учреждения; *–* деятельность научного учреждения.

Важное место занимает научная организация труда. Её основные положения предусматривают высокую организованность труда научно-го работника, плавность научной работы, контролирование и точное фиксирование результатов работы, обеспечение резерва в научной рабо-те, строгое соблюдение режима и гигиены умственного труда, исполь-зование средств для механизации и автоматизации.

Вопросы организации работы научных коллективов приобретают особое значение, так как их структура должна обеспечить возможность специализации и кооперации труда ученых.

*Структурная организация научного коллектива.* В настоящее время наиболее распространена четырехзвенная структура научного учрежде-ния: группа, лаборатория, отдел, учреждение (или группа, кафедра, фа-культет, институт).

Оптимальный состав группы может быть от 3 до 10 научных работни-ков и от 5 до 10 человек вспомогательного персонала. Состав лабораторий колеблется от 20 до 60 человек. Однако не только количество научных со-трудников определяет результат научной работы. Весьма важное значение имеет подбор их по квалификации и специальности. Значительную роль играет руководитель коллектива, который обязан последовательно прини-мать меры по сплочению коллектива вокруг общих целей [2].

В научном учреждении образуют Совет, который является совеща-тельным органом при директоре (ректоре). В состав Совета входят руково-дители учреждения, его отделов, лабораторий, ведущие ученые и предста-

156

вители общественных организаций. Совет рассматривает научные и тех-нические проблемы, планы, работу отделов и лабораторий и др.

*Управление научными исследованиями* представляет собой целена-правленное воздействие на коллективы научных работников для орга-низации и координации их деятельности в процессе производства новых научных знаний и эффективного использования их на практике.

Численность научного коллектива имеет серьезное значение при выборе методов и средств его управления. Когда в непосредственном подчинении оказывается более семи или восьми человек, руководитель в процессе управления начинает испытывать определенные трудности, и они непрерывно возрастают с ростом численности коллектива.

Выделяют три стиля управления коллективом:

1) руководитель как можно дольше пытается удержать управление каждым человеком в своих руках;

2) руководитель выделяет группу для непосредственного управления; 3) руководитель пытается структурировать коллектив.

Первый стиль руководства часто приводит к хаотичному управле-нию, когда начальник отдает указания одним подчиненным, а спраши-вает с других, при этом не выдерживается плановое распределение обя-занностей. В результате получается, что в руководимом коллективе почти всегда находятся сотрудники, которые, пообещав выполнить за-дание, ничего не делают, но стараются не попадаться на глаза началь-нику, рассчитывая, что поручение может забыться.

Второй стиль руководства частично свободен от вышеназванных недостатков, так как руководитель внимательно следит за деятельно-стью не более 5 подчиненных.

Третий – считается пассивным, так как управление практически полностью отдается в руки подчиненных. Чаще это приводит к пороч-ному кругу управления, когда все в равной степени безответственны.

Методы управления научными исследованиями подразделяются: *–* на организационно-распорядительные;

*–* экономические;

*–* социально-психологические.

Организационные методы существуют в форме организационного и распорядительного воздействия. Методы организационного воздействия определяют структуру научного учреждения, нормативные документы. Этот метод имеет периодический характер, так как структура и доку-менты изменяются через относительно длительные промежутки време-

157

ни. Наиболее активной и гибкой формой является распорядительное воздействие. Оно направлено на устранение различных отклонений от поставленных задач и реализуется в форме приказов и распоряжений.

Экономические методы определяются экономическими отноше-ниями и уровнем развития экономики страны.

Социально-психологические методы учитывают специфику творче-ского интеллектуального труда в сфере науки. Эффективность научного творчества в большей степени зависит от подбора научных работников, воздействия на их психику со стороны руководителей, а также коллег. Такое воздействие осуществляется через определенные формы поощре-ния [2].

**8.2. Основные принципы организации деятельности научного коллектива**

Успешная деятельность научного коллектива во многом зависит от того, соблюдаются ли принципы организации работы с людьми.

*Принцип предупреждающей оценки работы* заключается в свое-временном информировании сотрудников для исключения отождеств-ления ими временных затруднений с отрицательными последствиями самого управленческого мероприятия.

*Принцип информированности о существующей проблеме.* Любое полезное нововведение может быть воспринято позитивно и даже с эн-тузиазмом, если для членов коллектива станет ясно, какие производст-венные или социальные задачи будут решены в результате их работы.

*Принцип всеохватываемости.* Работники всех звеньев, на которых прямо или косвенно окажет влияние новое задание, должны быть не только заранее проинформированы о возможных проблемах, но и при-влечены к участию в их разрешении.

*Принцип инициативы снизу.* Информация о предстоящей задаче должна войти в сознание непосредственных исполнителей. Когда ра-ботники понимают нужность и пользу работы, она выполняется гораздо быстрее и и более качественно.

*Принцип непрерывности деятельности.* Завершение одной разра-ботки должно совпадать с началом разработки другого задания, кото-рое может усилить возможности первой разработки либо придет к ней на смену.

*Принцип индивидуальной компенсации.* Этот принцип учитывает осо-бенности ценностных ориентаций людей, их потребности и интересы.

158

*Принцип постоянного информирования.* Руководитель коллектива должен систематически информировать весь коллектив о достигнутых успехах в решении задачи и о трудностях и срывах. При этом следует устанавливать самые разнообразные формы обратной связи.

*Принцип учета общих особенностей* восприятия инноваций раз-личными людьми. Результаты исследований психологов показывают, что всех людей по их отношению к новым заданиям и нововведениям можно подразделить на энтузиастов, новаторов, нейтралов, рационали-стов, скептиков, консерваторов, ретроградов. Учитывая индивидуаль-ные особенности характеров, руководитель может целенаправленно влиять на работников, тем самым формируя их поведение, способст-вующее более эффективной деятельности.

**8.3. Методы сплочения научного коллектива**

Чаще всего руководитель приходит в уже сформированный коллек-тив и, соответственно, должен по мере необходимости решать вопросы естественной текучести кадров. Это является одним из аспектов управ-ления коллективом. Чтобы успешно сотрудничать с человеком, руково-дитель должен иметь определенное представление о качествах личности каждого работающего или вновь привлекаемого для работы в коллекти-ве сотрудника. Важно учитывать такие личностные качества, как про-фессиональная подготовка; социальная активность; способность выпол-нять определенный тип работы; социально-психологические качества, то есть умение взаимодействовать с другими людьми в процессе совме-стной работы; деловые качества, то есть способность без суеты доби-ваться достижения определенных практических результатов за короткое время; интеллектуально-психологические возможности (интеллектуаль-ный уровень, творческий потенциал, инициативность, силу воли). Од-ним словом, надо знать все, что может влиять на процесс работы чело-века и на его результат. Кроме вышеперечисленного надо уметь опери-ровать этим знанием так, чтобы получать надежный прогноз делового поведения работника.

Дифференцированный подход в работе с людьми опирается на схе-му управленческого решения задач подбора и расстановки кадров «хо-чу» – «могу» – «нужно». Эти три компонента взаимосвязаны. Первый компонент характеризует систему потребностей и интересов каждого отдельного работника. Второй характеризует личные возможности че-ловека (профессиональные и общественные). И третий определяет по-

159

требность системы в кадрах определенной квалификации претендента на рабочее место. Не всегда компоненты «хочу» и «нужно» полностью совпадают.

Следует иметь в виду, что способности работника при соответст-вующих условиях могут развиваться и корректироваться. В настоящее время разработан ряд методов изучения деловых и личностных качеств работников. Например, один из методов «Типология-7» предназначен для выявления у человека врожденных или приобретенных «управлен-ческих» качеств, таких как креативность, то есть способность к прогрес-сивным преобразованиям, авантюрность, надежность, исполнитель-ность, деловитость, консервативность.

При формировании научного коллектива руководителю необходи-мы знание и выполнение организационных и психологических принци-пов и правил. Например, полезно учитывать правило неадекватности отображения человека человеком, чтобы не попасть в зависимость от ранее полученных сложившихся оценочных установок. Или на основе эффекта ложного согласия («так говорят все») может сложиться невер-ное представление о сотруднике.

Также вредит деятельности коллектива эффект снисхождения. Он проявляется при излишне положительной оценке качества личности, события и поступка. Типичная логическая ошибка может быть построе-на на неверном предположении тесной связи определенных свойств личности с признаками поведения. Например, молчаливость не всегда является признаком ума.

Иногда неверная оценка личности формируется из-за так называе-мых ошибок контраста. Например, люди могут казаться более раско-ванными и легкими в общении, если их сопоставлять с людьми застен-чивыми. Нередко встречаются также ошибки национальных, профес-сиональных и других стереотипов.

Учет всех перечисленных выше оценок сотрудников, составляю-щих научный или другой тип коллектива, может способствовать повы-шению его работоспособности. Основой сплоченности, а следовательно, и эффективной работы коллектива является его здоровый психологиче-ский климат.

Здоровый психологический климат способствует ориентации сти-мулов к труду на личные потребности. Но это не означает, что руково-дитель должен заботиться прежде всего о материальных стимулах. Так-же крайне важно удовлетворить основные нравственные потребности

160

личности, которые возникают в профессиональной деятельности и про-фессиональном общении в процессе работы. К таким нравственным ка-чествам относятся: стремление творчески выразить себя в труде; осоз-нание личной сопричастности к делам и планам коллектива; уважение товарищей по работе; гордость своим знанием, мастерством; признание социальной значимости результатов работы, то есть почет по заслугам.

Веским аргументом для сплочения коллектива является обществен-ная работа. Она помагает развивать коммуникативные способности, полностью раскрывать сильные стороны личности, такие как интеллект, характер, нравственные качества. Достаточно эффективным методом сплочения коллектива считается широкое привлечение сотрудников к техническому творчеству, изобретательству и, особо, управлению дела-ми производства. И, наконец, очень сближают людей совместное прове-дение досуга, то есть занятия спортом, отдых, культурные развлечения [2, 26, 28].

**8.4. Психологические аспекты взаимоотношений руководителя и подчиненного**

Руководитель должен обладать такими качествами, как предприим-чивость, то есть изобретательность, находчивость, инициативность, энергичность, практичность. Развитию инициативы и предприимчиво-сти способствуют постоянное изучение и обобщение передовых дости-жений науки и техники в той области знаний, в которой работает дан-ный коллектив.

Руководитель должен периодически повышать свой профессональ-ный уровень. Каждый руководитель должен обладать соответствующим уровнем компетентности, определяемым его знанием и опытом. Именно компетентность позволяет ему принимать участие в разработке опреде-ленного круга решений или решать самому.

При управлении коллективом руководитель всегда должен придер-живаться определенной служебной этики, то есть норм и правил пове-дения, которые основываются на общественном мнении и традициях. Он должен уметь выделять существенные общие и особенные черты в людях и в ситуациях, понимать логику развития ситуации, переносить положительный опыт из одной ситуации в другую.

Важно уметь сопереживать другим людям, уметь в условиях огра-ниченного времени свертывать до минимума процесс общения с подчи-ненными, воспитывать в себе память на людей и типичные социальные

161

ситуации. Для экономии энергетических затрат на руководство уметь избирательно реагировать на поступки людей, проявлять настойчивость в реализации своих целей и владеть всеми этими этически оправданны-ми методами воздействия на людей. Руководителю следует иметь в ви-ду, что отдельные сотрудники иногда применяют различные приемы «самозащиты» в целях приобретения каких-то привилегий. Например, держаться подальше от руководства, чтобы иметь возможность сказать, что им не руководили, не помогали, что задача для него слишком слож-на: «я не профессор».

При положительной оценке сотрудника руководитель должен учи-тывать ряд факторов, от соотношения которых зависит правильность его оценочного решения. К таким факторам можно отнести:

*–* опыт выполнения подобной работы прежде;

*–* характер выполняемой работы, то есть важность задания, объем, качество, сроки;

*–* реакция коллектива;

*–* притязания сотрудника (похвала должна быть в меру).

Взвесив все факторы, можно точнее сориентироваться в положи-тельной оценке сотрудника и форме ее оглашения (публично или на-едине).

При негативной оценке деятельности сотрудника от руководителя требуется особое чувство меры и большой психологический такт. Только с учетом факторов, которые могут охарактеризовать последствия допу-щенной ошибки, переживание его вины, руководитель может правильно оценить работника и в связи с этим усилить или ослабить критику. Вы-сказать её сразу или спустя некоторое время публично или наедине. Ру-ководитель также должен решить, в какой форме будет высказываться (устный или письменный выговор). Любое принимаемое руководителем решение не должно зависеть от его настроения и самочувствия.

Если сотрудник в чем-то провинился, то с ним необходимо побесе-довать. Подобный разговор удобнее провести в конце рабочего дня, но ни в коем случае не перед ответственной, а тем более опасной работой.

Чтобы работа коллектива стала более эффективной и творческой, руководитель может воспользоваться следующими советами:

*–* хороший коллектив это чаще всего продукт повседневных и дли-тельных усилий руководителя;

*–* воспитать хорошего подчиненного – благородная, хотя и трудная задача. Нужно научить его думать, а не делать из него безукоризненно-го, но бездумного исполнителя;

162

*–* во избежание недоразумений отдавать приказы и распоряжения в письменной форме;

*–* не критиковать подчиненных на людях, особенно когда вы взвол-нованны и раздражены; уметь слушать подчиненных;

*–* говорите кратко, предварительно обдумывая все, что хотите сказать; *–* уметь честно признавать свои ошибки, в этом залог эффективной

совместной работы;

*–* контролировать работу подчиненных постоянно, своевременно, оперативно, при этом основной акцент делать на важных этапах работы;

*–* не выполнять работу за подчиненных;

*–* ориентироваться на положительную мотивацию, так как она эф-фективнее отрицательной;

*–* передавать задание на тот уровень компетентности, на котором оно может быть успешно выполнено;

*–* будьте мудрее других, но не показывайте этого.

Руководителю в психологии общения с подчиненными нужно учи-тывать особенности психологии мужчин и женщин, возраст, темпера-мент, образовательный уровень сотрудников, обладать знаниями о кон-фликтах в коллективе и способах их разрешения.

Конфликт является одним из средств управления и неверно посту-пает тот руководитель, который стремится либо подавлять все возни-кающие конфликты без разбора, либо не вмешиваться в них. Обе эти позиции являются неверными. Полезная функция конфликтов вытекает из известного положения о том, что источником всякого развития явля-ется противоречие, столкновение противоположных сил или тенденций. Конечно, не всякий конфликт способствует развитию коллектива, по-этому руководитель должен стремиться воздействовать на конфликт в нужном направлении.

Конфликты можно подразделить на эмоциональные и деловые. Ис-точник эмоциональных кроется в личностных качествах оппонентов или в их психологической несовместимости. Деловые конфликты происхо-дят, например, из-за распределения ответственности за выполнение должностных функций.

Известно несколько способов поведения человека в конфликте. Ра-циональный или целенаправленный предполагает логический анализ позиций каждого из участников конфликта, определение цели и средств конфликтного взаимодействия, построение стратегии поведения. Эмо-циональный направляется сиюминутными требованиями ситуации и не-осознанными побуждениями.

163

В конфликтные ситуации чаще всего попадают неуправляемые личности, характеризующиеся отсутствием самоконтроля, неумением планирования своего поведения и пренебрежением последствиями по-ступков, и сверхточные личности, которые отличаются особой скрупу-лезностью и добросовестностью в работе и поведении; их завышенные требования предъявляются не только к себе, но и к окружающим, что иногда приводит к придирчивости.

На стиль научной и производственной деятельности влияет также тип нервной системы человека. Люди с сильной нервной системой спо-собны дольше и с большей интенсивностью трудиться в течение суток. Но, однако вследствие этого они порой не щадят своего здоровья, рас-шатывают свою нервную систему и портят отношения с другими со-трудниками на работе. Людям же со слабой нервной системой особенно необходимо планирование режимов труда и отдыха.

Также заметны различия и между работниками разного возраста. Молодые сотрудники нередко оказываются участниками конфликтов из-за неумения соблюдать требования трудовой дисциплины, подчинять свои интересы интересам дела и коллектива. Эта может стать причиной конфликтов как со старшими товарищами, так и с руководителем, предъявляющим к ним законные требования. Чем старше человек, тем требовательнее он относится к условиям своего труда, в частности к са-нитарно-гигиеническим условиям.

Руководитель должен учитывать, что образовательный уровень со-трудников предъявляет к нему свои дополнительные требования. Чем выше этот уровень, тем больше сотрудники ищут возможности для реа-лизации своего потенциала, ищут дело, которое приносило бы им удов-летворение, позволяло бы проявить свои творческие способности. И это стремление необходимо использовать максимально.

Нередко в коллективе в результате неформальных контактов скла-дываются группы людей, тяготеющих друг к другу не только из-за ра-бочих моментов. Такие группы, чаще всего из трех человек, в социаль-ной психологии называются неформальными. Такая группа обладает большой силой влияния на своих членов. Человек, входящий в такую группу, подвергается двум видам управляющих воздействий: со сторо-ны своего непосредственного руководителя и со стороны неформальной группы. Если руководитель сумеет направить воздействие группы на отдельного ее члена по нужному пути, то группа становится союзником руководителя. Если же группа ожидает от своего члена одного поведе-ния, а руководитель другого, то, как правило, возникает конфликт.

164

Исследования психологов показали, что хорошее отношение чле-нов такой группы обычно ценится дороже, чем благодарность в при-казе. Боязнь потерять уважение и расположение группы действует на человека сильнее, чем угроза выговора. Если же член группы, сле-дуя групповым ожиданиям, идет на конфликт с руководителем, то группа обычно «принимает удар на себя», в результате возникает конфликт между руководителем и группой. Поэтому руководитель должен найти формы управления не отдельными работниками, а не-формальными группами, рассматривая каждую из них как самостоя-тельную единицу. Нужно стремиться к тому, чтобы его действия бы-ли эффективными, и учитывать эту специфику при формировании стратегии управления.

Эффективность работы группы во многом зависит от позиции ее неформального лидера. Некоторые руководители иногда чересчур на-стороженно относятся к деятельности лидера и стремятся потеснить его с занимаемых позиций. Такая тактика обычно кончается неудачей, так как всякие нападки на лидера лишь укрепляют его позицию в группе и сплачивают её вокруг него. Нужно попытаться привлечь лидера на свою сторону, опереться на его реальный авторитет, сделать его своим союз-ником. Управлять – значит создавать такую обстановку, в которой с не-обходимостью будет получен запланированный результат. Полный ус-пех может быть достигнут тогда, когда цели организации воспринима-ются членами группы как свои, личные.

Трудовой коллектив не просто функционирует, он постоянно раз-вивается, но не всегда его развитие напоминает постепенную эволю-цию. Как известно, новое рождается в борьбе со старым. Сознательные изменения, какие вносятся в деятельность коллектива, нередко встре-чают сопротивление, порождают споры и противоречия, так как не все-гда и не все сразу оказываются подготовленными к тем новым требова-ниям, с которыми им приходится столкнуться. Этот фактор не должн останавливать руководителя. В конце концов, страшны не сами проти-воречия между людьми, а негативное следствие конфликтных ситуаций, то есть несправедливость и нанесение обиды, неразрешенный конфликт, ухудшение отношений, а иногда и увольнение работников.

Попытка полностью избежать конфликтов даже может нанести вред работе коллектива. Поэтому руководитель должен стремиться пра-вильно разрешить любые конфликтные ситуации, обращать их на поль-зу дела и устранять возможные негативные последствия [2].

165

**8.5. Особенности научной деятельности**

Научная деятельность имеет ряд специфических особенностей. Говоря об этих особенностях, необходимо различать два их вида. *Индивидуальная научная деятельность –* процесс научной работы отдельного исследовате-ля. *Коллективная научная деятельность* – деятельность всего сообщества ученых, работающих в данной отрасли науки, или работа научного кол-лектива исследовательского института, научных групп.

Рассмотрим несколько особенностей индивидуальной научной дея-тельности.

1. Любая научная работа строится «на плечах предшественников». Прежде чем приступать к научной работе по какой-либо проблеме, не-обходим наиболее полный анализ научной литературы, т.е. того, что было сделано в исследуемой области предшественниками.

2. Научный работник должен четко ограничивать рамки своей дея-тельности и определять цели своей научной работы. В науке, как и в других областях профессиональной деятельности, происходит естест-венное разделение труда.

Научный работник не может заниматься «чистой наукой». Он дол-жен выбрать четкое направление работы, поставить конкретную цель и последовательно идти к ее достижению. Свойством научной работы яв-ляется то, что на пути исследователя постоянно «попадаются» интерес-нейшие явления и факты, которые сами по себе имеют большую цен-ность и которые хочется изучить подробнее. Но тем самым исследова-тель рискует отвлечься от главной цели своей научной работы и занять-ся изучением этих побочных явлений и фактов, за которыми могут от-крыться новые явления и факты, и это может продолжаться без конца. Таким образом, работа «расплывется» и результатов может не быть. Это является типичной ошибкой большинства начинающих исследователей.

Одним из главных качеств является способность научного работни-ка сосредоточиться только на той проблеме, которой он занимается, а все побочные использовать только на том уровне и в той мере, как они описаны в современной научной литературе.

3. Научный работник обязательно должен освоить научную терми-нологию и строго выстроить свой понятийный аппарат. Многие начи-нающие научные работники считают, что если писать как можно слож-нее и непонятнее, тем это будет научнее. Главным достоинством на-стоящего ученого является то, что он говорит и пишет о самых сложных вещах простым языком.

166

Исследователь должен провести четкую грань между обыденным и научным языком. Различие заключается в том, что к обыденному разго-ворному языку не предъявляется особых требований. А научный язык подчиняется определенным правилам и нормам.

В любой науке параллельно существуют различные научные школы, и каждая выстраивает свой собственный понятийный аппарат. Поэтому, если исследователь возьмет один термин в трактовке одной научной школы, другой – в понимании другой и т.д., в результате получится пол-ный разнобой в использовании понятий. Таким образом, никакой новой системы научного знания исследователь не создаст, поскольку, что бы он ни писал и ни говорил, он не выйдет за рамки обыденного знания.

4. Результат любого исследования должен быть обязательно оформлен в электронном и печатном виде. Обязательное условие – пуб-ликация работы. Она может быть в виде научного доклада, статьи, на-учного отчета, реферата, учебника.

Такое требование вызвано двумя обстоятельствами. Во-первых, только в письменном виде можно изложить свои идеи и результаты на строго научном языке. В устной речи это получается крайне редко. При-чем написание любой научной работы, даже самой маленькой статьи, для начинающего исследователя представляет большую сложность, посколь-ку то, что легко проговаривается в публичных выступлениях или же мысленно «про себя», оказывается трудно изложить на бумаге. Здесь та же разница, что и между обыденным и научным языками. В устной речи мы не замечаем логических огрехов. Письменный же текст требует стро-гого логического изложения, а это сделать намного труднее.

Во-вторых, главная цель любой научной работы – получить и дове-сти до людей новое полученное научное знание. И если это «новое на-учное знание» остается только в голове исследователя и о нем никто не сможет прочитать, то это знание пропадет. Кроме того, количество и объем научных публикаций являются показателем продуктивности лю-бого научного работника. И каждый исследователь постоянно старается пополнять список своих опубликованных работ.

Рассмотрим некоторые особенности коллективной научной дея-тельности.

1. Коммуникации в науке. Любые научные исследования могут проводиться только в определенном сообществе ученых. Это обуслов-лено тем, что любому исследователю, даже самому квалифицированно-му, всегда необходимо обговаривать и обсуждать с коллегами свои

167

идеи, полученные факты, теоретические построения, чтобы избежать ошибок и заблуждений.

Начинающие исследователи нередко считают, что будут заниматься научной работой сами по себе, а когда получат большие результаты, то-гда и будут их публиковать. Такие исследователи запутывались в своих исканиях и, разочаровавшись, оставляли научную деятельность. Поэто-му необходимо научное общение.

Одним из условий научного общения для любого исследователя яв-ляется его непосредственное и опосредованное общение со всеми колле-гами, работающими в данной отрасли науки. Это могут буть различные научно-практические конференции, семинары и симпозиумы (непосред-ственное или вертуальное общение), а также научная литература – статьи в печатных и электронных журналах, сборниках (опосредованное обще-ние). И в том и в другом случае исследователь, с одной стороны, высту-пает сам или публикует свои результаты, а с другой стороны – слушает и читает то, чем занимаются другие исследователи, его коллеги.

2. Плюрализм научного мнения. Поскольку любая научная работа яв-ляется процессом творческим, очень важно, чтобы этот процесс не был «зарегламентирован». Научная работа каждого исследовательского кол-лектива должна довольно строго планироваться. Но при этом каждый ис-следователь имеет право на свою точку зрения, свое мнение, которые, без-условно, должны уважаться. Навязывание всем общей единой точки зре-ния никогда не приводило к положительному результату. Этим фактором обусловлено существование в одной и той же отрасли науки различных научных школ. Жизнь и практика впоследствии могут подтвердить или опровергнуть различные теории или же примирить их, как, например, примирила таких ярых противников, какими были в свое время Р. Гук и И. Ньютон в физике, или И.П. Павлов и А.А. Ухтомский в физиологии.

3. Внедрение результатов исследования – важнейший этап научной деятельности, поскольку конечной целью науки как отрасли народного хо-зяйства является внедрение полученных результатов в практику. Однако не все результаты научной работы должны быть обязательно внедрены.

Довольно часто исследования проводятся для обогащения самой науки, развития ее теории и арсенала ее фактов. Лишь при накоплении определенной «критической массы» фактов, концепций, происходят ка-чественные скачки – внедрение достижений науки в массовую практи-ку. Например, микология – наука о плесенях. Десятилетиями ученые-микологи пытались доказать, что плесень надо изучать, а не уничто-

168

жать. Это происходило до тех пор, пока в 1940 г. А. Флеминг не открыл бактерицидные свойства пенициллов (разновидности плесени). Создан-ные на их основе антибиотики позволили во время Второй мировой войны спасти миллионы человеческих жизней, а сегодня мы уже не представляем, как бы без них обходилась медицина [1].

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие виды методов управления научными исследованиями вам известны?

2. Перечислите основные принципы организации и управления на-учным коллективом.

3. Что такое конфликт?

4. Какие психологические аспекты взаимоотношения руководите-ля и подчиненного вам известны?

5. Кого относят к неформальной группе?

6. Как сотрудник может повысить свою работоспособность? 7. Как сплотить научный коллектив?

8. Назовите наиболее распространенную структуру научного под-разделения.

9. Что такое научный коллектив?

10. Что может навредить деятельности научного коллектива?

169

**Глава 9. РОЛЬ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

Что есть наука? Для чего она человечеству? Каждый хоть раз в жизни задает себе такие вопросы. А. Герцен писал: «Наука – сила, она раскрывает отношения вещей, их законы и взаимодействия». Что мы сегодня вкладываем в понятие «наука»? Как она влияет на развитие ми-ровой цивилизации? В чем состоит роль науки в современном общест-ве? Что дают современному человеку новые научные открытия? Вопро-сов много, и поиск ответов на них постоянно сопутствовал становлению и развитию современной науки.

На современном этапе жизни все эти вопросы приобрели новую остроту и актуальность. Сегодня человечество переживает информа-ционный этап развития. Всеобщая компьютеризация дала возможность использовать новейшие цифровые технологии практически во всех сферах жизни. Соответственно, их применение требует новых знаний, умений и навыков, приобретение которых должна обеспечить совре-менная наука.

Веком победившей научной революции стал ХХ век. Научно-техни-ческий прогресс ускорился во всех развитых странах. Постепенно повы-шалась наукоемкость продукции. Различные технологии меняли способы производства. К середине ХХ века фабричный способ производства был доминирующим. Но уже во второй его половине наибольшее распростра-нение получила автоматизация. А к концу ХХ века появились высокие технологии и продолжился переход к информационной экономике.

170

Все эти колоссальные изменения произошли благодаря развитию науки и техники. Вместе с тем эти изменения привели к тому, что, во-первых, от работников потребовались новые знания, а также понимание новых технологических процессов. Во-вторых, увеличилась доля работ-ников умственного труда, научных работников, то есть людей, работа которых требует глубоких научных знаний. В-третьих, научно-техни-ческий прогресс повлек за собой рост благосостояния общества и, как следствие, решение многих насущных проблем.

Человечество верит в способность науки решить глобальные про-блемы и, соответственно, повысить и улучшить качество жизни. Эта уверенность нашла свое отражение во многих областях культуры и об-щественной мысли. Такие достижения, как освоение космоса, создание атомной энергетики, первые успехи в области робототехники породили веру в неизбежность научно-технического и общественного прогресса, вызвали надежду скорого решения и таких проблем, как экологические бедствия, голод, болезни и т.д.

Современное развитие науки и техники тесно связано с информати-кой. Эта наука позволяет решать задачи как космического масштаба, так и на уровне клетки. Они остались бы нерешенными без использования со-временных компьютерных технологий по причине огромного объема рас-четов или из-за необходимости выполнять одновременно большое число действий. Сегодня вычислительная техника широко используется при ре-шении многих задач строительства, молекулярной биологии, экологии, экономики.

Быстрыми темпами идет уменьшение размеров компьютеров при одновременном увеличении их качественных и количественных показа-телей. Последствия дальнейшей миниатюризации в области информати-ки будут весьма значительными, и компьютеры смогут выполнять все новые и более сложные функции. Информатика со своим искусствен-ным интеллектом, экспертными системами готова внести свой вклад в развитие логики, моделирование процессов. Речь идет о качественном и количественном усилении умственной деятельности человека.

Сегодня мы можем сказать, что наука в современном обществе иг-рает важную роль во многих сферах жизни людей. Несомненно то, что уровень развитости науки может служить одним из основных показате-лей развития общества, а также показателем экономического, культур-ного, цивилизованного развития любого государства.

171

**9.1. Социальные функции науки**

Наука – основная форма человеческого познания. В наши дни она ока-зывает все более значимое и существенное влияние на реальные условия нашей жизни, в которой нам так или иначе придётся ориентироваться и действовать. Философское видение мира предполагает определенные представления о том, что такое наука, как она устроена и как развивается, что она может и на что позволяет надеяться, а что ей недоступно.

У философов прошлого можно найти много предвидений усили-вающегося значения науки. Однако они не могли представить такого массированного, иногда неожиданного и даже драматического воздей-ствия научно-технических достижений на повседневную жизнь челове-ка, которое приходится осмысливать сегодня. И такое осмысление луч-ше начать с рассмотрения социальных функций науки.

Социальные функции науки это не есть что-то раз и навсегда за-данное, они исторически изменяются и развиваются, представляя собой важную сторону развития самой науки.

Современная наука во многих отношениях кардинально отличается от той науки, которая существовала столетие или даже полстолетия на-зад. Полностью изменился весь ее облик и характер взаимосвязей с об-ществом.

Говоря о современной науке в ее взаимодействии с различными сферами жизни общества и отдельного человека, можно выделить три группы выполняемых ею социальных функций:

1) функция культурно-мировоззренческая;

2) функция науки как непосредственной производительной силы; 3) функция науки как социальной силы.

Выделение этих функции науки связано с тем, что научные знания и методы все шире используются при решении самых разных проблем, возникающих в жизни общества.

Порядок, в котором перечислены эти группы функций, отражает ис-торический процесс формирования и расширения социальных функций науки, то есть возникновения и упрочения все новых путей её взаимодей-ствия с обществом. Так, в период становления науки как особого соци-ального института (это период кризиса феодализма, зарождения буржу-азных общественных отношений и формирования капитализма) прежде всего её влияние обнаруживалось в сфере мировоззрения. В этот период шла упорная борьба между теологией (от греч. thеоs и lоgоs – слово о Бо-ге – вероучительная дисциплина или «наука о вере») и наукой.

172

В эпоху Средневековья теология постепенно завоевала главенст-вующее положение. За ней было право обсуждать и решать коренные мировоззренческие проблемы, такие как вопрос о строении мироздания и месте человека в нем, о смысле и высших ценностях жизни. А тогда только зарождающейся науке оставались проблемы более частного и «земного» порядка.

Должно было пройти немало времени, вобравшего в себя такие драматические эпизоды, как сожжение Дж. Бруно, отречение Г. Гали-лея, идейные конфликты в связи с учением Ч. Дарвина о происхожде-нии видов, прежде чем роль науки смогла стать решающей в вопросах первостепенной мировоззренческой значимости.

Достаточно времени потребовалось и для того, чтобы предлагаемые наукой ответы на эти вопросы стали элементами общего образования. Без этого научные представления не могли превратиться в составную часть культуры общества. Одновременно с этим процессом возникнове-ния и укрепления культурно-мировоззренческих функций науки само занятие наукой постепенно становилось самостоятельной и вполне дос-тойной сферой человеческой деятельности. Иначе говоря, происходило формирование науки как социального института в структуре общества.

Функция науки как непосредственной производительной силы се-годня представляется наиболее очевидной и первейшей. И это понятно, если учесть те беспрецедентные масштабы и темпы современного науч-но-технического прогресса, результаты которого ощутимо проявляются во всех отраслях жизни и во всех сферах деятельности человека.

Некоторые проблемы, возникавшие в ходе развития техники, ино-гда становились предметом научного исследования и давали начало развитию новых научных дисциплин. Но сама наука мало что давала практической деятельности. Это происходило не только из-за недоста-точного уровня развития науки, а из-за того, что практическая деятель-ность не умела, и не испытывала потребности опираться на завоевания науки или хотя бы просто их учитывать. До середины XIX в. случаи, когда результаты научных исследований находили практическое при-менение, были единичными и не вели ко всеобщему осознанию и ра-циональному использованию тех богатейших возможностей, которые сулило их практическое использование.

Однако со временем становилось очевидным, что эмпирическая ос-нова практической деятельности слишком ограниченна для того, чтобы обеспечить непрерывное развитие производительных сил и прогресс

173

техники. Именно тогда производственники и ученые начали видеть в науке мощный катализатор непрерывного совершенствования средств производственной деятельности. Вследствие этого резко изменилось отношение к науке и стало существенной предпосылкой для ее решаю-щего поворота в сторону материального производства. Здесь, так же как и в культурно-мировоззренческой сфере, наука недолго ограничивалась подчиненной ролью. Она довольно быстро выявила свой потенциал ре-волюционизирующей силы, в корне изменившей облик и характер про-изводства.

Важной стороной превращения науки в непосредственную произ-водительную силу является создание и упрочнение практического ис-пользования научных знаний, появление таких отраслей деятельности, как создание сетей научно-технической информации, прикладные ис-следования и разработки и др. Причем такая тесная связь возникла не только в промышленности, но и за её пределами. Все это повлекло за собой значительные последствия как для науки, так и для практики.

В современных условиях у науки все более отчетливо прослежива-ется еще одна группа функций. Наука выступает в качестве социальной силы, которая непосредственно включается в процессы социального развития. Наиболее ярко это проявляется в многочисленных ситуациях, когда результаты и методы науки используются для разработки мас-штабных планов и программ экономического и социального развития.

При составлении таких программ, определяющих цели деятельности многих предприятий и организаций, необходимо непосредственное уча-стие ученых как носителей специальных знаний и методов из разных об-ластей. Важным является то, что ввиду комплексного характера разработ-ки и осуществления подобных планов и программ предполагается взаимо-действие естественных, технических и общественных наук.

Функции науки как социальной силы очень важны в решении гло-бальных проблем современности. Например, глобальные экологические проблемы. Именно научно-технический прогресс составляет одну из главных причин таких опасных для общества и человека явлений, как истощение природных ресурсов планеты, растущее загрязнение воды, почвы, воздуха, проблема утилизации отходов. В данном случае наука является одним из факторов тех радикальных и далеко не безобидных изменений, которые происходят сегодня в среде обитания человека. Этого не скрывают и сами ученые. Именно они первыми увидели сим-птомы надвигающегося кризиса и привлекли к этой проблеме внимание

174

политических и государственных деятелей, хозяйственных руководите-лей и общественности. Научным данным отводится ведущая роль в оп-ределении масштабов и параметров экологической опасности.

Всё возрастающая роль науки в общественной жизни приобрела особый статус в современной культуре и взаимодействии с различны-ми слоями общественного сознания. В связи с этим возникает пробле-ма особенностей научного познания и его взаимоотношения с другими формами познавательной деятельности (искусством, обыденным соз-нанием и т.д.).

Будучи философской по своему характеру, эта проблема в то же время имеет большую практическую значимость, так как для построе-ния теории управления наукой в условиях ускоренного научно-технического прогресса необходимо выяснение закономерностей науч-ного познания и анализ его социальной обусловленности и взаимодей-ствия с различными объектами духовной и материальной культуры.

В качестве главных критериев функций науки можно взять основ-ные виды деятельности ученых, их круг задач, а также сферы приложе-ния и внедрения научного знания.

Рассмотрим наиболее важные функций науки.

1. Познавательная функция. Она задана самой сутью науки, главное назначение, которой познание общества и человека, природы, объясне-ние различных явлений и процессов, рационально-теоретическое по-стижение мира, открытие его законов и закономерностей, то есть произ-водство нового научного знания.

2. Мировоззренческая функция. Она тесно связана с первой, и её главная цель – разработка научной картины мира и научного мировоз-зрения, исследование рационалистических аспектов отношения челове-ка к миру, обоснование научного миропонимания.

3. Производственная или технико-технологическая функция. Она необходима для внедрения в производство инноваций, новых техноло-гий. Также характеризует данную функцию науки тот факт, что многие исследователи говорят о науке как особом «цехе» производства, пре-вращении науки в непосредственную производительную силу общества. 4. Культурная, образовательная функция. Она заключается в том, что наука является заметным фактором культурного развития людей и образо-вания. Ее достижения, идеи и рекомендации активно воздействуют на весь учебно-воспитательный процесс, содержание программ, учебников, техно-логию, формы и методы обучения. Данная функция науки осуществляется через культурную деятельность и политику, систему образования и сред-

175

ства массовой информации, просветительскую деятельность ученых. Нау-ку можно отнести к культурному феномену, так как она занимает исклю-чительно важное место в сфере духовного производства.

**9.2. Наука и нравственность**

Нравственность регулирует отношения людей в обществе при по-мощи неписаных законов, норм и правил поведения, выработанных в процессе естественного развития общества, и является самостоятельной сферой духовной жизни. Нравственность и мораль являются объектом изучения этики и философии. Они формируют идею о добре и зле, о должном и справедливом.

Нравственные принципы обусловливают само функционирование науки как социального института. Древнегреческий философ и ученый Аристотель говорил: «Кто двигается вперёд в науках, но отстаёт в нрав-ственности, тот более идёт назад, чем вперёд».

Этическое регулирование науки происходило всегда. Нравственное регулирование связано с отношениями людей, а не с отношениями ис-следователя к различным математическим, физическим объектам иссле-дования или мыслительным операциям. Но наука является результатом деятельности человека, поэтому в ней всегда присутствует нравствен-ный компонент.

Влияние нравственных ценностей на науку может быть внутренним и внешним. Внутренняя взаимосвязь науки и нравственности связана с творческим процессом научных коллективов. Если отношения в коллек-тиве основаны на уважении, поддержке и доверии, то эта деятельность характеризуется положительными нравственными ценностями. Если же в коллективе царит недоброжелательность, угодничество или подсижи-вание, то это мешает научному творчеству и здесь проявляется отрица-тельное влияние нравственности на науку.

Научные открытия очень серьёзно влияют на общественную жизнь, поэтому ученые несут ответственность за свои открытия. В этом прояв-ляется внешнее воздействие нравственности на науку, так как наука развивается не в этическом вакууме, а в тесной связи с нравственным состоянием общества и во многом определяется его политическими, экономическими задачами и техническими возможностями.

Чтобы лучше разобраться в том, как взаимодействуют наука и нравственность, можно выделить три сферы их взаимодействия:

1) соотношение науки, научных открытий с применением их в прак-тической повседневной жизни;

176

2) внутринаучная этика, то есть нормы, правила и ценности, которые регулируют поведение ученых в рамках их собственного сообщества;

3) сфера среднего между научным и ненаучным в самых разных об-ластях.

Само по себе знание не несет никакой нравственной характеристи-ки. Однако это происходит лишь до определенного момента. Пока оно не превращается, например, в атомную бомбу, приборы для тотального воздействия на психику или для вмешательства в генетический аппарат.

Именно в этот момент перед ученым встают две серьезные нравст-венные проблемы:

*–* продолжать ли исследования в этой научной области, результаты которых могут нанести вред отдельным людям и человечеству в целом;

*–* брать ли на себя ответственность за использование полученных результатов открытий «во зло», то есть для разрушения, безраздельного господства над сознанием и судьбами других людей.

Большинство ученых первый вопрос решают положительно: про-должать. Разум ученого не терпит границ, он стремится преодолеть все препятствия на пути к научной истине, к знанию о том, как устроены мир и человек.

Нравственная сторона проблемы состоит в том, что открытые уче-ными законы могут навредить людям. Противники некоторых видов ис-следований считают, что человечество сегодня еще не готово, напри-мер, к информации о глубинных генетических законах, о новых воз-можностях психологии, позволяющих манипулировать другими людь-ми. Они также считают, что открытие новых источников энергии, зна-ние об устройстве нашей планеты могут быть использованы не во благо, а во зло. Дело не в самом знании, а в том как его применять.

Это уже другая сфера взаимодействия науки и нравственности – внутринаучная этика. В этой области мнения тоже разделяются, и это разделение инициировано реальным противоречием. С одной стороны, ученый не может отвечать за последствия своих исследований, так как в большинстве случаев он не принимает решение о применении его от-крытия на практике. Исключительное право массового применения на практике научных открытий лежит на совести правительств, военных, политиков.

С другой стороны, ученый – человек, а не марионетка, с ясным умом и твердой памятью, поэтому он не может не осознавать собствен-ный вклад в изготовление тех или иных предметов, опасных для людей. Химическое и биологическое оружие, ядерная бомба, нейтронная бомба

177

не смогли бы появиться без многолетних исследований. Вряд ли можно подумать, что ученые, которые участвовали в таких разработках, не по-нимали, что они делают. Поэтому несомненно, что доля ответственно-сти за происходящее в технике, технологии, медицине и других практи-ческих областях, ложится и на плечи ученого.

Наука, идущая рука об руку с нравственностью, оборачивается ве-ликим благом для всего человечества, в то время как наука, равнодуш-ная к последствиям собственных открытий, однозначно оборачивается злом и разрушением.

Особенно остро проблемы нравственности науки стоят для ученых, которые заняты в прикладных областях, а также для инженеров и кон-структоров, призванных воплощать научные идеи в конкретных техно-логиях. Примером могут стать жаркие споры, развернувшиеся вокруг темы клонирования животных и человека. С одной стороны, клониро-вание может быть использовано для выращивания тех органов, которые отсутствуют у людей из-за несчастного случая или болезни. В этом слу-чае ‒ это очень гуманно, так как помогает продлить и сделать здоровой жизнь человека. Но с другой стороны, клонирование может быть ис-пользовано для создания породы людей «второго сорта», а это стало бы уже нравственной драмой для человечества.

Нужно отметить, что ученые-гуманитарии несут не меньшую мо-ральную ответственность за собственные открытия, теории и концеп-ции, чем физики, создающие бомбы, или биологи, выращивающие в ла-бораториях чуму.

Для ученого необходима первая нравственная установка – это уста-новка на объективность. Но что такое объективность? Ученый тоже че-ловек, и ничто человеческое ему не чуждо.

Объективность может выражаться в стремлении видеть изучаемый предмет всесторонне, в целостности, быть непредвзятым и избегать из-лишней страстности, очарованности собственной концепцией. Истина открывается только тому, кто способен увидеть предмет изучения «с высоты птичьего полета», оценить его взглядом беспристрастного су-дьи. При соблюдении этого условия возможна полноценная научная дискуссия, дающая весомые интеллектуальные плоды.

Объективность можно рассматривать и как другой облик справед-ливости. Они обе выступают как подлинные добродетели ученого. Но, к сожалению, в научном сообществе иногда практикуется замалчивание результатов, полученных оппонентами, игнорирование их успехов, под-тасовка данных и т.д.

178

В этом смысле культура научного диалога это очень важная вещь. Быть объективным – значит реально видеть не только предмет анализа, но и тех, кто мыслит иначе, а это значит уважать их и следовать в споре всем принципам этики. Мораль всегда требует от ученого достойного поведения. Не стоит забывать, что избыточная самонадеянность или злость мешают понимать мир таким, какой он есть.

Ещё одним важным качеством ученого является самокритика. Ученый лишь тогда может достичь реального, а не номинального успеха, когда он критически проверяет правильность собственных рассуждений и коррект-ность собственного общения внутри профессионального сообщества.

Безусловно, ученый должен быть честным и порядочным. Чест-ность проявляется в том, что ученый, сделавший открытие или изобре-тение, не скрывает его от своих коллег, не утаивает результатов откры-тия. Подлинный исследователь до конца продумывает все выводы из собственной теории.

С объективностью и честностью человека науки тесно связана поря-дочность. Порядочность выражается в том, что подлинный ученый нико-гда не станет присваивать себе чужие открытия, воровать чужие идеи. На сферу науки полностью распространяется библейский запрет «Не укради!» Недаром самым большим позором в науке считается плагиат.

В науке идеи нередко витают в воздухе, и одни и те же открытия могут совершаться параллельно в разных научных учреждениях, в раз-ных странах и на разных континентах. Но эти идеи будут все же выра-жены в разной форме, их изложение будет иметь свое, индивидуальное, лицо, что и докажет самостоятельность и самобытность каждого круп-ного теоретика и каждого научного коллектива. А науке как социально-му институту безразлично, кто сделал открытие или изобретение.

Порядочность современного ученого проявляется также и в его от-ношениях с научным коллективом. В наши дни крупные исследования или конструкторские работы не проводятся в одиночку. Любой продол-жительный эксперимент предполагает участие десятков, а иногда и со-тен людей. Поэтому очень важно, чтобы в коллективе был благоприят-ный психологический климат.

Крупный ученый ведет себя нравственно и действует продуктивно лишь тогда, когда отдает должное усилиям своих сотрудников, не ума-ляя ничьих заслуг и не перекладывая свою ответственность на других. В сущности, нравственные проблемы научного коллектива те же, что и проблемы любого коллектива, занятого сложной профессиональной деятельностью.

179

И наконец, еще одна важная проблема, касающаяся науки и нравст-венности. Это проблема, с одной стороны, взаимодействия науки с со-предельными областями знания, а с другой – взаимодействия теории с экспериментальной областью в самой науке, где совершается выход за пределы теории, то есть в жизнь.

В огромной степени научная этика связана с таким этапом научных исследований, как эксперимент. Он является проверкой теоретической гипотезы на практике. Вначале эксперименты проводились в естествен-ных науках, которые изучали природные процессы. Активное экспери-ментирование пришлось на конец XIX и XX век.

Научный эксперимент предполагает, что экспериментатор воздейст-вует на объект, не обладающий качествами субъективности. Камень, дере-во, металл безропотно переносят любое воздействие, сопротивляясь лишь пассивно. Чтобы экспериментировать, надо быть уверенным, что у объекта нет ощущений, подобных человеческим, иначе говоря, научный экспери-мент по определению выносится за пределы нравственности.

В XX веке экспериментирование над природой, ядерные испыта-ния, воздействие техники и разнообразных технологий, отравление воз-духа, земли и воды различными отходами привело к нарушению эколо-гического баланса и угрозе жизни человечества. Поэтому здесь можно увидеть яркий пример нравственного мотива: не щадить природу – зна-чит не щадить человека.

Хочется надеяться, что дальнейшее развитие компьютерной техни-ки и технологий позволит проводить экспериментальные исследования необходимых процессов в рамках информационного моделирования. Современная наука должна чувствовать свою ответственность за буду-щее всей планеты.

**9.3. Противоречия в науке и практике**

Во второй половине ХХ века наметились кардинальные противоре-чия в развитии общества: как в самой науке, так и в общественной прак-тике [1].

Кратко рассмотрим основные противоречия в науке.

1. Противоречия в строении единой картины мира, созданной нау-кой, и внутренние противоречия в самой структуре научного знания, которые породила сама же наука.

2. Стремительный рост научного знания, развитие техники и техно-логий привели к резкому увеличению дробности картины мира и, соот-

180

ветственно, разделению профессиональных областей на множество спе-циальностей.

3. Современное общество стало поликультурным. Сегодня каждая культура претендует на собственную форму самоопределения и само-описания в истории.

4. Сегодня роль науки существенно изменилась по отношению к общественной практике. Наука все больше направлена на технологиче-ское совершенствование практики. Понятие «научно-техническая рево-люция» сменилось понятием «технологическая революция», а сейчас появилось понятие «технологическая эпоха», так как основное внима-ние ученых переключилось на развитие технологий. Например, стреми-тельное развитие компьютерной техники и компьютерных технологий. С одной стороны, современный компьютер по сравнению с первыми (40-е годы XX века) принципиально ничего нового не содержит. Но уменьшились его размеры, увеличилось быстродействие, большая па-мять, то есть стремительно развиваются технологии. Таким образом, можно сказать, что наука больше переключилась на непосредственное обслуживание практики.

Известны два основных подхода к научным исследованиям. Авто-ром первого является Г. Галилей. Он считал, что цель науки − это уста-новление порядка, лежащего в основе явлений, чтобы представлять возможности объектов и открывать новые явления. Это называют тео-ретическим познанием или «чистой наукой».

Автором второго подхода был английский философ Ф. Бэкон. Его точка зрения: «я работаю, чтобы заложить основы будущего процвета-ния и мощи человечества. Для достижения этой цели я предлагаю нау-ку, искусную не в схоластических спорах, а в изобретении новых реме-сел …». Наука сегодня идет именно по этому пути – пути технологиче-ского совершенствования практики.

5. Раньше наука производила «вечное знание», а практика им поль-зовалась. В последнее время наука в значительной мере переключилась, особенно в технологических, гуманитарных и общественных отраслях на знание «ситуативное», то есть разработку оптимальных ситуативных моделей организации производственных, образовательных учреждений, финансовых структур, фирм. Но такие модели оптимальных в опреде-ленное время и в конкретных условиях. Как правило, результаты таких исследований актуальны непродолжительное время, так как изменятся условия, и такие модели никому не будут нужны. Но, и такого рода ис-следования являются в полном смысле научными исследованиями.

181

6. Раньше под словом «знание» подразумевалось научное знание. Сегодня человеку приходиться пользоваться знаниями совершенно ино-го рода. Например, знание правил пользования текстовым редактором Micrоsоft Оfficе Wоrd – это достаточно сложное знание, но вряд ли на-учное. Появится новый текстовой редактор и прежнее «знание» уйдет в небытие. Или стандарты, статистические показатели, банки и базы дан-ных, огромные информационные массивы в Интернете и т.д., то чему каждому человеку приходится все больше пользоваться в повседневной жизни. Таким образом, сегодня научное знание сосуществует с другими, ненаучными знаниями [1].

За довольно короткое время в мире произошли огромные деформа-ции – экономические, политические, общественные, культурные. В мире все непрерывно и стремительно изменяется. Следовательно, практика тоже должна постоянно перестраиваться применительно к новым условиям. Та-ким образом, инновационность практики становится атрибутом времени.

В XX веке наряду с теориями стали появляться различные программы и проекты, а к концу прошлого столетия деятельность по их созданию и их реализация стала массовой. Обеспечиваются такие работы не столько тео-ретическими знаниями, сколько аналитической работой. Наука за счет сво-ей теоретической базы способствовала изготовлению новых баз данных, моделей, алгоритмов и т.п. Это стало материалом для новых технологий. Эти технологии стали ведущей формой организации деятельности.

Специфическая черта современных технологий заключается в том, что ни одна профессия не может обеспечить весь технологический цикл того или иного производства. Организация сложных технологий приво-дит к тому, что может обеспечивается одна или две ступени больших технологических циклов. Поэтому, чтобы работа и карьера человеку стала успешной важно быть не только профессионалом, но быть спо-собным грамотно включаться в эти циклы.

Для грамотной реализации новых технологий, проектов, инноваци-онных моделей работнику необходим научный стиль мышления и на-выки научной работы. Во-первых – это уметь быстро ориентироваться в потоках информации. Создавать новые инновационные модели – как научные, так и практические, модели новых систем – технологических, образовательных, производственных, экономических. Это общая при-чина стремления практиков к науке, научным исследованиям.

В России и во всем мире стремительно растет количество защи-щаемых диссертаций и получаемых ученых степеней. Сегодня основная

182

масса диссертаций защищается практическими работниками. Наличие ученой степени – это показатель уровня профессиональной квалифика-ции специалиста. Аспирантура и докторантура становятся очередными ступенями образования.

Таким образом, можно сделать вывод, что в современных условиях наука и практика стремительно сближаются и этот процесс является од-ним из характерных признаков нашего времени.

Роль науки в современном обществе изменилась кардинальным об-разом. Этот фактор оказывает существенное влияние на все стороны жизни: политику, экономику, социальную сферу и культуру.

Сегодня в условиях нестабильности жизни общества, и как следст-вие, постоянное включение в инновационную деятельность, практиче-ски для каждого специалиста необходима научно-исследовательская подготовка. Поэтому наука в современном образовании играет огром-ную роль, именно с помощью научных знаний человек постигает мир. Наука воздействует на человека непосредственно через образование. Подготовка к этому должна начинаться со школы [1].

Повсеместно в университетах студентам читаются курсы, направ-ленные на их научно-методологическую подготовку, выполняются кур-совые и выпускные квалификационные работы, защищаются магистер-ские диссертации. Такое направление можно назвать научным образо-ванием. Акцент смещается от получения обучающимися готового науч-ного знания к овладению методами его получения – к методологии на-учного исследования.

В заключении всего можно сказать, что наука была актуальна как в древние времена, так она актуальна и на сегодняшний день не вызывает сомнений, что наука будет актуальна и в будущем.

Знаменитый афоризм Ф. Бэкона «Знание – сила» сегодня актуален как никогда. В будущем человечество будет жить в условиях информа-ционного общества, где главным фактором общественного развития станет производство и использование знания, научно-технической и другой информации. Возрастание роли знания, а главное методов её по-лучения в жизни общества неизбежно должно сопровождаться усилени-ем знания наук, специально анализирующих знание, познание и методы исследования.

Наука – это есть постижение мира, в котором мы живем. Поэтому науку принято определять как высокоорганизованную и высокоспециа-лизированную деятельность по производству объективных знаний о ми-ре, включающем и самого человека.

183

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие основные подходы к научным исследованиям вам из-вестны?

2. Назовите наиболее важные функции науки. 3. Какова роль науки в современном обществе? 4. Что является центром развития общества?

5. В чем заключается специфика современных технологий? 6. Какие противоречия в науке и практике вам известны?

7. Охарактеризуйте сферы взаимодействия науки и нравственности. 8. Каковы социальные функции науки?

9. Какова роль науки в современном образовании?

184

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследова-ния. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.

2. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю. Методология научных исследова-ний. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2008. – 164 с.

3. Коробко В.И. Основы научных исследований: курс лекций: учеб. пособие для студентов строительных специальностей. – М.: АСВ, 2000. – 218 с.

4. Герасин А.Н., Отварухина Н.С. Магистерская диссертация: учеб. пособие для магистрантов / Мос. гос. ин-т управл. – М., 2010. – 56 с.

5. Крампит А.Г. Методология научных исследований: учеб. посо-бие. – Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2006. – 240 с.

6. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007.

7. Кузнецов И.Н. Научное исследование. – М.: Дашков и К°, 2004. – 432 с.

8. Кузнецов И.Н. Научные работы: методика подготовки и оформ-ления. – Минск, 2000.

9. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. – М.: Высш. шк., 1996.

10. Кочергин А.Н. Методы и формы познания. – М.: Наука, 1990. 11. Белкин П.Г., Емельянов Е.Н., Иванов М.Н. Социальная психо-

логия научного коллектива. – М.: Наука, 1987.

12. Корюкова А.А. Дери. В.Г. Основы научно-технической инфор-мации. – М., 1985.

13. Кайдаков С.В. Проблема деятельности ученых и научных кол-лективов. – М., 1981.

14. Криница П.Л. Экперимент, теория, практика. – М., 1977.

15. Урванцев Б.А. Порядок и нормы. – М.: Изд-во стандартов, 1991. 16. Тюлин Н.И. Введение в метрологию. – М., 1970.

17. ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.

18. ГОСТ 8.009-84. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

19. ГОСТ 8.002-86\*. Государственный надзор и ведомственный контроль за средствами измерений. Основные положения.

20. Патентный закон Российской Федерации от 23 сентября 1992 г. №3517-I с изменениями и дополнениями, внесенными Федеральным за-коном от 07 февраля 2003 г. // Доступ из справ.-правовой системы Кон-сультантПлюс.

21. Правила составления, подачи рассмотрения заявок / ВНИИИПИ Роспатента. – М., 1995. – 318 с.

185

Учебное издание

**Пономарев Андрей Будимирович, Пикулева Эльвира Анатольевна**

**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Учебное пособие*

Редактор и корректор *И.А. Мангасарова*

Подписано в печать 08.04.2014. Формат 70100/16. Усл. печ. л. 15,0. Тираж 100 экз. Заказ № 55/2014.

Издательство

Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113. Тел. (342) 219-80-33.