



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Кафедра «Математика и информатика»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТРАСЛИ»
ДЛЯ МАГИСТРОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ
09.04.02 «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

г. Ростов-на-Дону
ДГТУ
2022 г.

УДК 004.8(075.8)

Составители: А.И. Сухинов.

Методические указания по дисциплине «Методология научных исследований в отрасли» для магистров направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» – ДГТУ, Ростов-на-Дону, 2022 – 200 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки магистратуры направления 090402 «Информационные системы и технологии».

УДК 004.8(075.8)

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Математика и информатика» д-р физ.-
мат. наук, профессор А.И. Сухинов

В печать _____ г.
Формат 60×84/16. Объем _____ усл. п. л.
Тираж _____ экз. Заказ № _____

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

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. Метрولوجическое 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 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
-----------------	-----

ВВЕДЕНИЕ

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

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

Дисциплина «Методология научных исследований» включает в себя: философские аспекты, методологические основы научного познания, изучение структуры и основных этапов научно-исследовательских работ. Данный курс изучает методы теоретического исследования, вопросы моделирования в научных исследованиях и помогает правильно выбрать направление научного исследования. При изучении курса студенты 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 деятельность. Человеческая деятельность разделяется на *репродуктивную* и *продуктивную* [1, 4]. *Репродуктивная деятельность* является копией с деятельности другого человека либо копией своей собственной деятельности, 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 деятельности заключается в установлении норм, которые чаще реализуются в форме законов, стандартов, приказов и т.д.

Любая научно-исследовательская деятельность всегда направлена на получение объективно нового результата. Поэтому продуктивная 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 образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого;
- объединение людей, совместно реализующих какую-либо программу или же цель и действующих на основе определенных процедур и правил (рис. В1).



Рис. В1. Структура термина «Организация»

В методологии понятие «организация» чаще подразумевает процесс и результат этого процесса (свойство). Организационная система используется при коллективной научной деятельности или при управлении научными проектами.

Методология рассматривает *организацию деятельности* как целенаправленную активность человека. Организовать деятельность –

значит 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 следующие *характеристики деятельности*: принципы, нормы, условия и особенности.

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

Существует два определения проекта: проект как нормативная модель 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, реализуемого в определенной временной последовательности по стадиям, фазам и этапам, причем последовательность является общей для всех видов деятельности.

Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

1) *фаза проектирования*, результатом которой является построенная модель или научная гипотеза как модель создаваемой системы нового 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 построенной системы нового научного знания и определение необходимости 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 представить в виде схемы (рис. В2) [1].

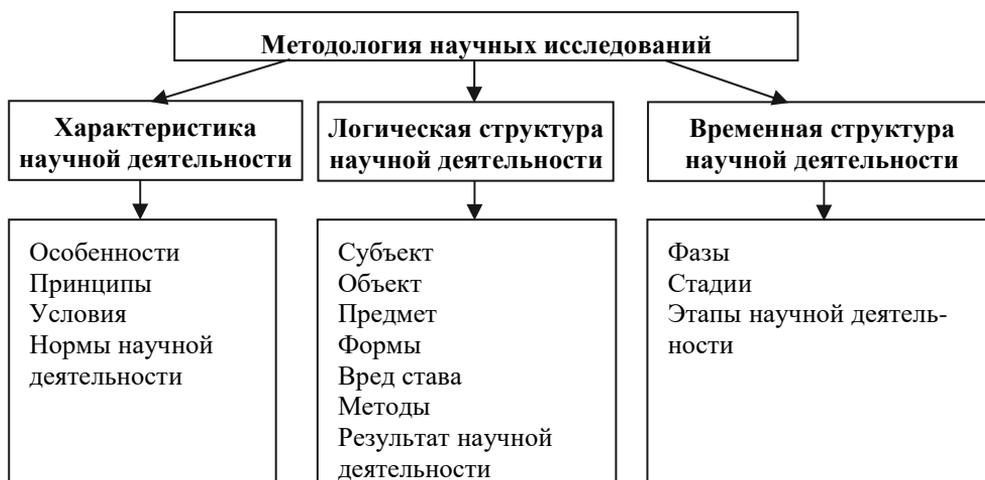


Рис. В2. Структура методологии научного исследования

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 характеризуется следующими взаимосвязанными признаками:

- совокупность объективных и обоснованных знаний о природе, человеке, обществе;
- деятельность, направленная на получение новых достоверных знаний;
- совокупность социальных институтов, обеспечивающих существование, 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 объективном мире.

Задачами науки являются:

- сбор, 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, когда 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 новейшими открытиями в области радиоэлектроники, биотехнологий, информационных технологий и т.д. Наука становится сферой духовного производства, которая вырабатывает и предлагает практике надежно обоснованные программы и планы деятельности, выраженные в форме теоретических исследований или инженерно-конструктивных схем.

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

Классификация наук – это раскрытие их взаимной связи на основании определенных принципов и выражение этих связей в виде логически обоснованного расположения или ряда. Классификация наук раскрывает взаимосвязь естественных, технических, общественных наук и философии. В настоящее время различают науки (рис. 1.1) в зависимости 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.



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

В Классификаторе направлений и специальностей высшего профессионального образования с перечнем магистерских программ (специализаций) по направлениям образования выделены:

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

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

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

4) сельскохозяйственные науки (агроинженерия, лесное дело, агрономия, зоотехника, ветеринария, рыболовство и др.).

Наука по методу познания подразделяется:

– на *эмпирические науки*, которые более углубленно изучают знания, 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. Эмпирические познания предоставляют науке факты, при этом фиксируются устойчивые связи и закономерности окружающего нас мира;

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

По отношению к практике – науки подразделяют на *фундаментальные и прикладные*. Цель фундаментальных наук – познание основных законов природы, общества и мышления, а прикладных – практическая реализация результатов деятельности фундаментальных отраслей науки.

Наука играет огромную роль в развитии человеческого общества. Она пронизывает все сферы человеческой деятельности как материальной, 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 специфическую форму деятельности человека. Она существенно отличается как от деятельности в сфере материального производства, так и от других 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 воплощается эта цель, будь то схемы технологического процесса, теоретические описания, сводка экспериментальных данных и др. В отличие от других видов деятельности, результат которых известен заранее, т.е. задан до начала деятельности, научная дает начало приращению нового знания. Именно поэтому наука выступает как сила, революционизирующая другие виды деятельности.

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

Отношения между наукой и философией имеют тесную взаимосвязь. Философия по отношению к науке выполняет функцию методологии познания и мировоззренческой интерпретации результатов. Различные философские направления по-разному относятся к науке и принятым 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 производственные и познавательные процессы. Поэтому знания первоначально носили практический характер, исполняя роль методических руководств для конкретных видов человеческой деятельности.

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

Древнегреческая наука (Демокрит, 460–370 гг. до н. э.; Аристотель, 384–322 гг. до н. э.) дала первые описания закономерностей развития природы, общества и мышления. Некоторые историки считают, что 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 геометрических утверждений и осуществил целый ряд таких доказательств. Греческая философия, особенно в начальный период ее развития, отличалась стремлением понять сущность природы, космоса и мира в целом. Первые греческие философы размышляли о происхождении мира, его строении, пытались постигнуть его начала и причины. Поэтому их и называли – «физиками», от греческого слова «фюсис» – природа.

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

Огромный вклад в развитие науки в эпоху Средневековья внесли известные 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 областях знания, как медицина, философия, математика, астрономия, физика, геология, история и др.

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

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

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

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

Наука в современном понимании начала складываться в XVI–XVIII вв. В этот период было подорвано господство религиозного мышления, и наука 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 всего химических и физических) происходят в середине XIX в. На смену ученым-одиночкам и традиционным кабинетам приходят научноисследовательские лаборатории. Первые лаборатории были открыты при Лейпцигском, Геттингенском, Гейдельбергском университетах. В 1872 году в России была организована первая лаборатория по инициативе физика А.Г. Столетова. Впоследствии многие лаборатории преобразуются в научно-исследовательские институты. Таким образом, создаются 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 прикладное значение. Новая модель образования привела к появлению на рынке таких товаров, разработка которых предполагала доступ к научному знанию. Например, с середины XIX века на мировом рынке появляются различные ядохимикаты, удобрения, взрывчатые вещества, электротехнические товары и т.д. Кризис классической науки и крах механистического мировоззрения пришелся на конец XIX и начало XX века. Это было связано со открытием электронов и явления радиоактивности, а также с появлением теории относительности Эйнштейна. Кризис разрешился новой революцией. В науке резко возрос объем коллективного труда, появилась прочная взаимосвязь с техникой [2, 34].

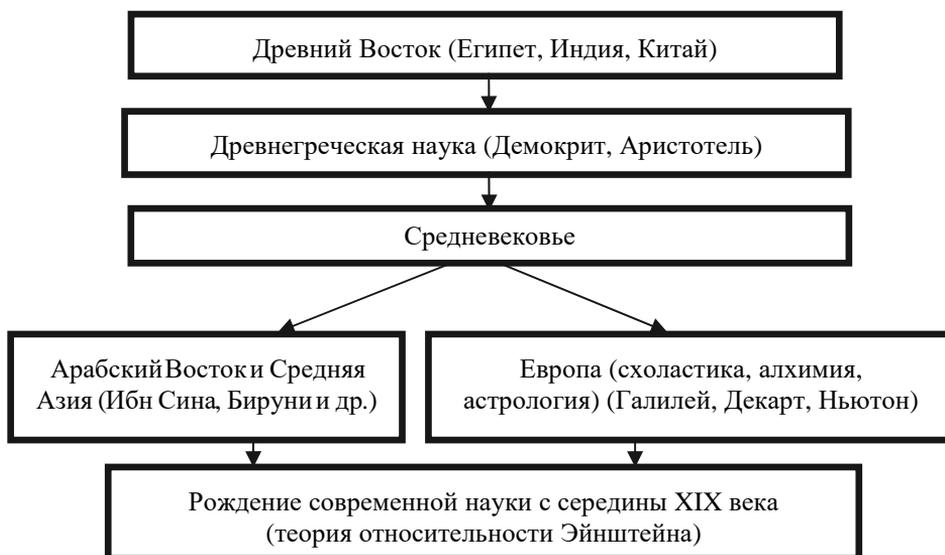


Рис. 1.2. Этапы развития науки

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

Сегодня перед обществом возникает множество глобальных проблем, связанных с экологией, демографией, урбанизацией, освоением космоса и других, для решения которых требуются крупномасштабные программы, реализуемые благодаря взаимодействию многих наук. Возникает 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 разработке таких методов и средств, которые смогли бы обеспечить эффективное взаимодействие и синтез методов различных наук (системный подход, теоретическая кибернетика, концепция ноосферы В.И. Вернадского и др.).

1.4. Понятие о научном знании

Знание – это проверенный практикой результат познания действительности, 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 действительности в сознании человека в процессе его практической (производственной, общественной и научной) деятельности. Таким образом, познавательная деятельность человека обусловлена практикой и направлена на практическое овладение действительностью. Процесс этот бесконечен, так как диалектика познания выражается в противоречии между безграничной сложностью объективной действительности и ограниченностью наших знаний.

Основная цель познания – это достижение истинных знаний, которые могут реализоваться в виде законов и учений, теоретических положений и выводов, подтвержденных практикой и существующих объективно, 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 совпадение образца с объектом.

Различают два вида познания: чувственное и рациональное (рис. 1.3).

Чувственное познание – это следствие непосредственной связи человека 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 предмета 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.

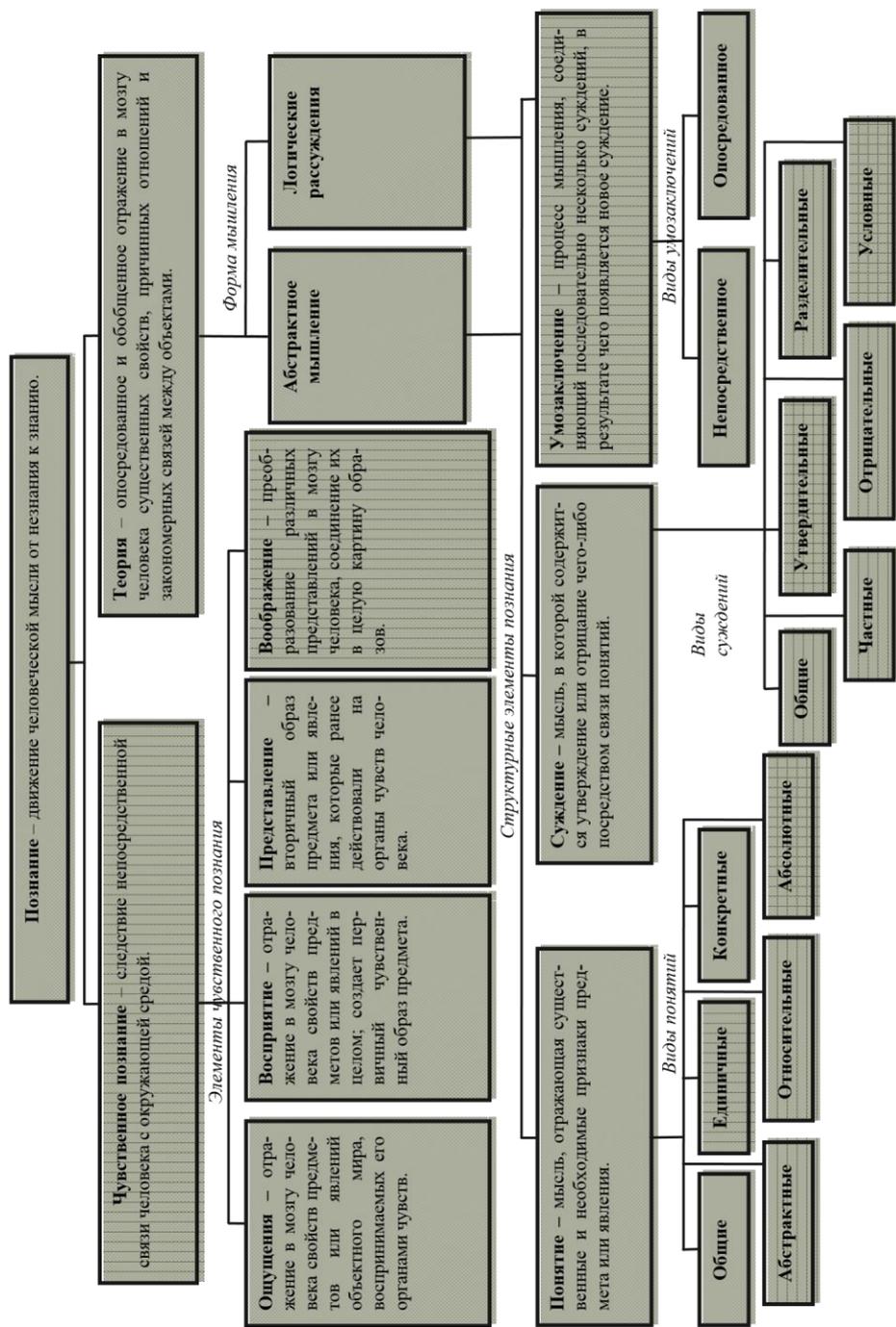


Рис. 1.3. Структурная схема процесса познания

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

Рациональное познание – это опосредованное и обобщенное отражение 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. Формой рационального познания является абстрактное мышление, логичные рассуждения человека. Структурными элементами являются понятия, суждения, умозаключения.

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

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

Суждение – это мысль, в которой содержится утверждение или отрицание чего-либо посредством связи понятий. Суждения бывают утвердительными и отрицательными, общими и частными, условными и разделительными.

Умозаключение – это процесс мышления, который соединяет последовательность двух или более суждений, в результате чего появляется новое суждение. Умозаключение является выводом, который делает возможным переход от мышления к практическим действиям. В непосредственных 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 промежуточной 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 имеющихся нем знаниях.

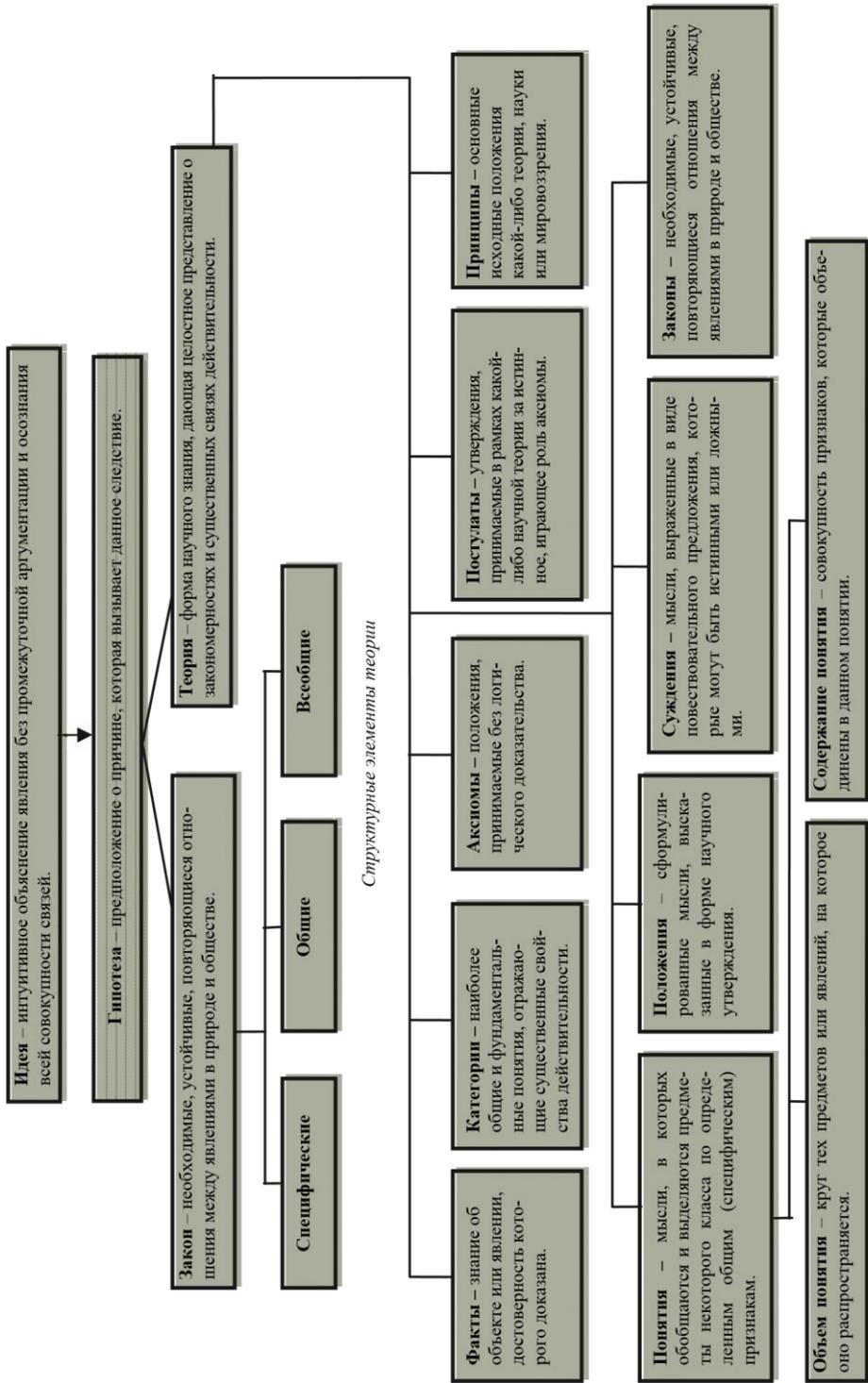


Рис. 1.4. Основные структурные элементы теории познания

Гипотеза (от греч. hypothesis – основание, предположение) – это предположение о причине, которая вызывает данное следствие. В основе 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 направляющей силой для проведения теоретических или экспериментальных 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 проходит три основных стадии:

1) накопление фактического материала и высказывание на его основе 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, выдвинутых для объяснения серии фактов, предпочтительнее та, которая объясняет 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 истинными. Исключением может быть случай, когда они объясняют различные 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 являются основой преобразования природы и общества.

Существует три основных группы законов:

1) специфические, или частные (например, закон сложения скоростей в механике);

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 доказываемое суждение.

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

Парадокс (от греч. paradoxos – неожиданный, странный; неожиданное, непривычное, расходящееся с традицией утверждение, рассуждение или вывод) – это противоречие, полученное в результате внешне логически правильного рассуждения, но приводящее к взаимно противоречащим заключениям. Характерной чертой современной науки является её парадоксальность. Разрешение парадоксов является одним из методов совершенствования научных теорий. Основными путями разрешения 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 достаточного основания.

Закон тождества: объем, и содержание мысли о предмете исследования в пределах одного рассуждения должны быть строго определены 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 выполнении 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 преднамеренной, так и неосознанной.

Закон противоречия: в процессе рассуждений об определенном предмете нельзя одновременно утверждать и отрицать что-либо, в противном случае оба суждения не могут быть истинными. Этот закон

требует, чтобы в ходе научных рассуждений не допускалось противоречивых утверждений.

Закон противоречия используется в доказательствах. Если в процессе доказательства установлено, что одно из противоположных суждений истинно, то, следовательно, другое суждение ложно.

Закон противоречия может не действовать только в том случае, когда 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 доведен до определенного утверждения либо отрицания; в этом случае истинным оказывается одно из двух отрицающих друг друга суждений. Закон имеет силу только при условии соблюдения законов тождества и противоречия. Он требует от исследователя определенных и ясных ответов, соблюдения последовательности в изложении установленных фактов.

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

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

Теория (от греч. theoria – рассмотрение, исследование) – это форма научного знания, которая дает целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Теория возникает в результате 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 положениями, обеспечивая переход от одних утверждений к другим;
- теория должна удовлетворять требованию полноты описания некоторой области действительности и объяснять взаимосвязи между различными компонентами системы;

– теория должна обладать конструктивностью, простотой и эвристичностью [3].

Эвристичность теории это возможности, которые можно объяснить или предсказать. *Конструктивность* теории состоит в простой проверяемости основных ее положений. *Простота* теории достигается сокращением и уплотнением информации и введением обобщенных законов.

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

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

Категория – это наиболее общие и фундаментальные понятия, отражающие 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, пространство и время, количество и качество, противоречие, необходимость и случайность, сущность и явление и др.

Аксиома (от греч. *axioma* – положение) – это положение, принимаемое без какого-либо логического доказательства в силу его непосредственной убедительности (истинное исходное положение). Аксиомы очевидны без доказательств; из них выводят остальные предположения по заранее обусловленным правилам.

Постулат (от лат. *postulatum* – требование) – это утверждение (суждение). Он принимается в рамках какой-либо научной теории за истинное, 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 предметы (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 которые оно распространяется.

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

Суждение или высказывание – это мысль, выраженная в виде повествовательного предложения, которая может быть либо истинной, либо ложной.

Положение – это сформулированная мысль, высказанная в виде научного утверждения.

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, составляющим 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 научной 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 живого созерцания к абстрактному мышлению.

Процесс познания, как и развитие науки, начинается со сбора фактов. Но факты сами по себе это еще не наука. Они становятся частью научных знаний лишь в систематизированном, обобщенном виде. Факты можно систематизировать с помощью простейших абстракций – понятий (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 квантовой 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), формулирующее научные принципы и методы, которые позволяют познать существующие процессы и явления, проанализировать действия различных факторов и предложить рекомендации по практической деятельности.

Путем широкого использования общенаучных методов при проведении теоретических и экспериментальных исследований осуществляется выработка новых знаний.

Метод – это способ теоретического или экспериментального исследования какого-либо явления или процесса. Метод является инструментом решения главной задачи науки – открытия объективных законов действительности. Он определяет необходимость и место применения анализа и синтеза, индукции и дедукции, сравнения теоретических и экспериментальных 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). Методология 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 исследования, 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. synthesis – соединение) – это метод исследования, который позволяет соединять элементы (части) объекта, расчлененного в процессе анализа, устанавливая связи между элементами и познавать

объекты исследования как единое целое. Например, переход от исследования 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. analysis – разложение) – это метод исследования, заключающийся в том, что предмет изучения мысленно или практически расчленяется на составные элементы (части объекта, или его признаки, свойства, отношения), при этом каждая из частей исследуется отдельно. Например, представление реального здания или сооружения в виде расчетной схемы и метод сечений.

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

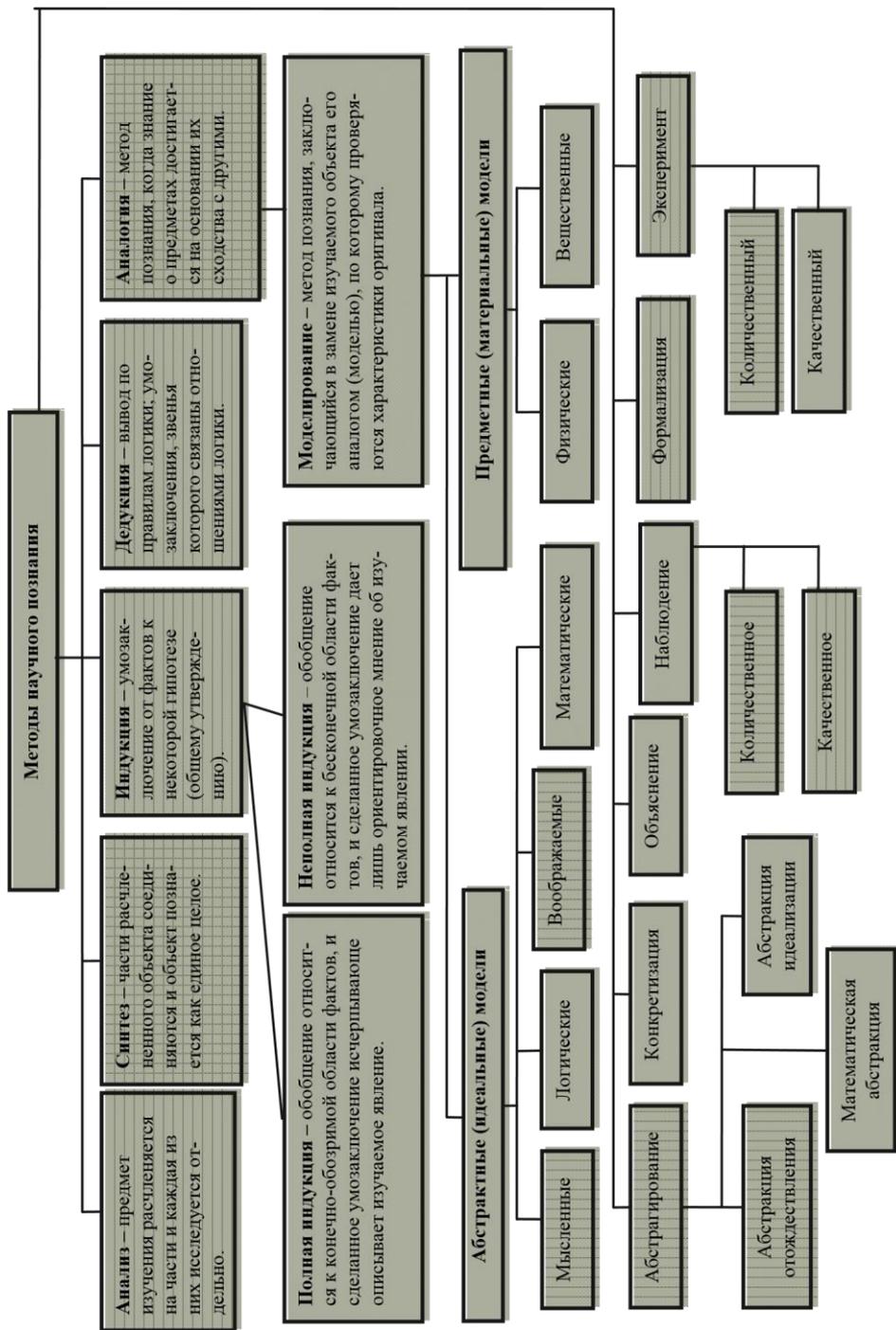


Рис. 1.5. Методы научного познания

Индукция (от лат. induction – 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 позволяет составить лишь ориентировочное мнение об изучаемом объекте. Но это мнение может быть недостоверным.

Дедукция (от лат. deduction – 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 представлений к частным.

Аналогия (от греч. analogia – 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 сходный с ним по существенным свойствам и качествам. Одним из основных источников научных гипотез являются именно такие умозаключения. Благодаря своей наглядности метод аналогий получил широкое распространение в науке и технике.

Метод аналогий является основой другого метода научного познания – метода моделирования.

Моделирование (от лат. modulus – мера, образец) – это метод научного познания, заключающийся в замене изучаемого объекта его специально созданным аналогом или моделью, по которым определяются или уточняются характеристики оригинала. При этом модель должна содержать все существенные черты реального объекта.

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

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

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

Абстрактное понятие противопоставляется конкретному, а абстрагирование – конкретизации.

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

В процессе познания мысль движется от абстрактного, более бедного содержанием понятия к конкретному, более богатому содержанием. Эти два метода научного познания, несмотря на свою методологическую противоположность, взаимно дополняют друг друга.

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

Метод научного познания – *объяснение*, с помощью которого составляется 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 формализации является математика, различные естественные и технические науки (физика, теоретическая механика, сопротивление материалов и т.д.), в которых вывод содержательного предложения заменяется выводом выражающей его формулы.

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

Гипотеза и теория, рассмотренные ранее как формы научного познания, также относятся к методам научного познания, как и наблюдение и эксперимент.

Наблюдение – это метод целенаправленного исследования объективной действительности в том виде, в каком она существует в

природе и обществе и доступна непосредственному восприятию. Наблюдение 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 только самые существенные факты, характеризующие объект исследования.

Различают *качественное наблюдение*, когда в процессе наблюдения выявляются качественные изменения в объекте или процессе, и *количественное*, когда фиксируются изменения их количественных параметров, не вызывающих при этом качественных изменений. Например, испытание изгибаемой железобетонной конструкции (балки на двух опорах) до разрушения. В процессе нагружения балки постепенно увеличивающейся внешней нагрузкой в ее поведении первоначально наблюдаются количественные изменения, которые выражаются в виде возрастающего прогиба. Затем при некоторой величине внешней нагрузки на ее боковой поверхности начинают появляться трещины, а это уже качественные изменения, фиксируемые наблюдателем. При дальнейшем возрастании нагрузки увеличивается прогиб, соответственно, увеличивается ширина раскрытия трещин, и они появляются в новых местах. Такие изменения носят количественный характер. Наконец, при определенной величине нагрузки без ее увеличения в течение определенного времени растут и прогибы балки, и ширина раскрытия трещин, что свидетельствует 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 интересующие стороны явления;
- наблюдение должно быть активным;
- при наблюдении необходимо искать определенные черты явления.

Любое научное наблюдение способствует выявлению дополнительных 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 объяснении могут привести к крупным научным открытиям. В связи с этим наблюдаемость является одним из важных качеств исследования.

Эксперимент (от лат. *experimentum* – проба, опыт, чувственнопредметная деятельность в науке; в более узком смысле – опыт, воспроизведение объекта познания, проверка гипотез и т.п.) – это метод научного познания, при котором происходит исследование объекта в точно учитываемых условиях, задаваемых экспериментатором, позволяющий следить за изучаемым объектом и управлять им. Эксперимент, как и наблюдение, может быть *качественным* (обычно на ранних стадиях наблюдения) и *количественным*.

Преимущество экспериментального изучения объекта по сравнению с простым наблюдением заключается в следующем:

- возможность изучения свойств объекта в экстремальных условиях, что позволяет глубже проникнуть в сущность явлений (например, при разрушении объекта, при потере устойчивости элементов стержневых 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*. *Натуральный* эксперимент изучает объекты в их естественном состоянии. *Модельный* модернизирует объекты и позволяет изучить более широкий диапазон изменения объекта [8].

Эксперимент обычно ставят на заключительных стадиях исследования. Он является критерием интенсивности теорий и гипотез, а во многих случаях и источником новых теоретических представлений. Игнорирование 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 управление научным поиском осуществляется на основе математической теории эксперимента, что способствует экономии времени и сокращению материальных затрат.

Измерение – это процедура определения численного значения характеристик исследуемых материальных объектов (массы, скорости, температуры 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 эмпирические открытия, приводящие к коренному изменению взглядов в какойлибо области знаний.

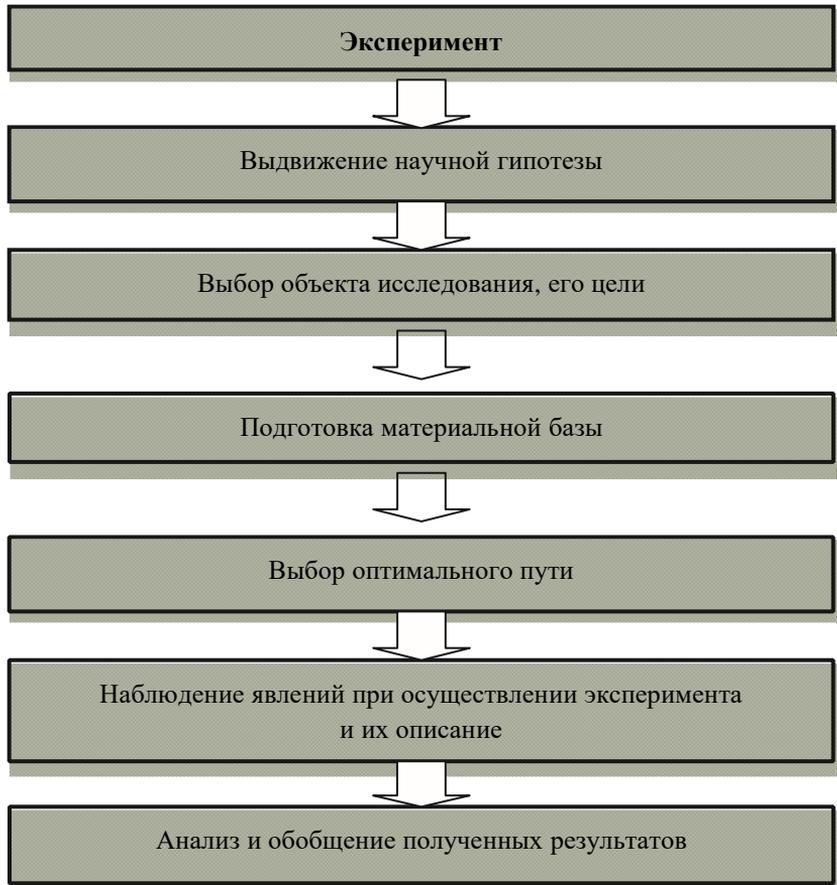


Рис. 1.6. Последовательные стадии эксперимента

Абсолютно точным измерение не может быть, поэтому большое внимание уделяется определению погрешности измерения (при измерениях 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 методы и т.д.). Специальные методы исследования в результате

взаимопроникновения 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, метод перемещений, смешанный метод, метод конечных элементов и др.).

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

1.6. Этические и эстетические основания методологии

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

Эстетическая деятельность имеет предметно-духовный характер. Ее предметом может стать любой объект действительности, доступный непосредственному восприятию или представлению. Это могут быть художественные произведения, содержащие специально заложенную в них эстетическую информацию; природные явления, выделенные из естественного ряда благодаря тому, что к их упорядочению был причастен человек.

Предметом эстетической деятельности могут стать явления эстетически нейтральные, ценность которых актуализируется или утверждается 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 основной формой деятельности людей. Хорошо организованный, чередующийся с отдыхом свободный труд становится основной формой развития творческих, духовных и физических сил человека. С эстетическим началом в труде связано превращение его в первую жизненную потребность. Труд, направленный на удовлетворение материальных и духовных потребностей, должен превращаться в потребность, свободное удовлетворение которой доставляло бы человеку

наслаждение, подобное тому, какое испытывает художник, создавая произведение искусства.

Эстетические компоненты в научной деятельности играют существенную роль. Настоящему ученому занятия наукой доставляют огромное эстетическое наслаждение, не меньшее, чем деятельность художника или артиста. Но в результатах научной и художественной деятельности есть существенное принципиальное отличие. В искусстве художественные произведения сугубо персонифицированы. Каждое произведение неотъемлемо от автора, создавшего его. Если бы А.С. Пушкин не написал «Евгений Онегин» или Л.В. Бетховен не сочинил бы знаменитую Девятую симфонию, то этих произведений просто бы не существовало. В науке же положение несколько иное. Научные результаты тоже персонифицированы – каждая научная книга или статья имеет автора.

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

Различие науки и искусства, как правило, объясняется тем, что наука дает логически аргументированное, понятийное, свободное от личных пристрастий знание, а искусство – наглядно, эмоционально, чувственно. 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 поиска, 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 эмоций является реальная личность исследователя; но поскольку изложение итога и конечного результата исследования ведется как бы «от лица» абстрактного 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 сопереживающий ему зритель, читатель, слушатель; эмоциональный момент является характеристикой субъекта искусства вообще. Искусство это личностное отражение действительности, а наука её отстраненно-объективное отражение.

Таким образом, эстетика имеет непосредственное отношение к методологии науки как учения об организации научной деятельности, являясь 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 соответствии с нравственными нормами.

Нравственная культура общества характеризуется уровнем освоения членами общества нравственных норм, принципов, моральных требований, идеалов и т.д. Нравственность представляет собой единое целое, включающее моральное сознание, нравственные отношения и моральную деятельность. Природа морали социальна, она всегда имеет конкретно-историческое основание, обусловленное определенными общественными отношениями. Нравственная культура выступает как ценностное освоение человеком окружающего мира.

Моральные ценности являются своеобразным регулятором отношений 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 общества не может быть сведена к механической сумме моральных установок индивидов, и индивидуальная мораль не тождественна общественной морали. Между должным поведением, отвечающим нравственным требованиям общества, и практической нравственностью, поступками людей, отражающими достигнутый уровень их морального развития, 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 стороной деятельности каждого человека, народа, класса, социальной группы, коллектива, отражая функционирование исторически-конкретной системы моральных ценностей.

Нравственная культура общества по объему содержания более целостно охватывает утвердившуюся систему моральных ценностей и ориентаций, чем нравственная культура личности, в которой компоненты этой системы проявляются с неповторимой индивидуальной спецификой. Личность 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. Уровень развития нравственной культуры общества во многом определяется 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 взаимоотношений между сотрудниками в рамках одного конкретного предприятия, фирмы, организации, учреждения либо сложившихся как традиции, либо закрепленных в нормативных документах – уставах, должностных инструкциях и, естественно, каждый руководитель, каждый сотрудник 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. Деятельность в таких профессиях организуется в соответствии с этими специфическими этическими нормами.

Нормы этики в профессиональной научной деятельности, т.е. нормы 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 XX столетия, основатель социологии). 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, кто их формулирует. Наука изначально демократична: результаты крупного, известного ученого должны подвергаться строгой проверке и критике, как и результаты начинающего исследователя;

- общность: научное знание должно свободно становиться общим достоянием;

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

- рациональный скептицизм: каждый исследователь несет ответственность за оценку качества того, что сделано его коллегами, он не освобождается от ответственности за использование в своей работе данных, 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 ответственность ученых. Эта проблема не стояла перед учеными до середины XX века – до появления ракетно-ядерного оружия, генной

инженерии, гигантских экологических катастроф и других явлений, сопровождающих научно-технический прогресс. Сегодня ответственность ученого за последствия 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. Перечислите основные структурные элементы познания.
10. В чем заключаются этические основания методологии?

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 направление, проблемы и темы.

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

Проблема – это сложная научная задача. Она охватывает значительную 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

исследовательских вопросах, под которыми понимают более мелкие научные задачи. 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 вопросы);
- установление актуальности проблемы, т.е. ее ценности для науки и техники.

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

Критерием для установления актуальности чаще всего служит экономическая эффективность. На стадии выбора темы экономический эффект может быть определен только ориентировочно. Для теоретических исследований требование экономичности может уступать требованию значимости.

Важной характеристикой темы является осуществимость или внедряемость, поэтому, формулируя тему, научный работник должен хорошо 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 отношений 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 исследования. *Объект научного исследования* – это материальная идеальная природная или искусственная система. *Предмет научного исследования* – 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 степени важности для народного хозяйства, целевому назначению, источникам финансирования и длительности выполнения

классифицируются на следующие основные виды: фундаментальные, прикладные и разработки (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Классификация научных исследований

Фундаментальные научные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, создание новых принципов и методов исследования с целью расширения научного знания общества и установления их практической пригодности. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности.

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

При проведении *поисковых исследований* устанавливаются факторы, 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 создаваемой машины, прибора, конструкции.

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

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

Научные исследования по степени важности для народного хозяйства подразделяются:

- на важнейшие работы, выполняемые по специальным постановлениям государственных органов;
- на работы, выполняемые по планам отраслевых министерств и ведомств;
- на работы, выполняемые по инициативе и планам научноисследовательских 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 сотрудничестве и по личной инициативе.

Каждую научно-исследовательскую работу относят к определенному *научному направлению*, включающему в себя науку или комплекс наук, в области которых ведутся исследования. Существует множество направлений исследования: техническое, математическое, биологическое, 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 комплексные проблемы, темы и научные вопросы (рис. 2.2).

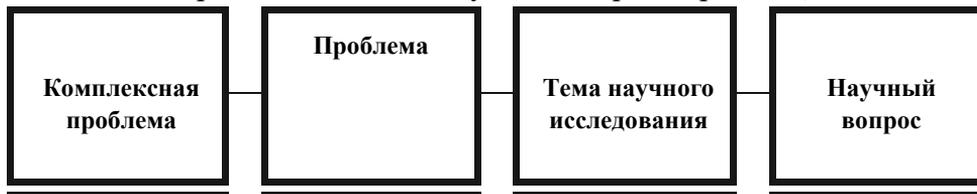




Рис. 2.2. Структурные единицы научного направления

Комплексная проблема представляет собой совокупность некоторых проблем, объединенных одной целью:

- *проблема* – это совокупность сложных теоретических и практических задач, решение которых актуально для общества;
- *тема научного исследования* – это составная часть проблемы, относящаяся к определенному кругу научных вопросов;
- *научный вопрос* – это мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной теме научного исследования.

Когда в практической деятельности затруднительна реализация определенных целей тогда и возникает проблема. В зависимости от масштаба целей она может быть глобальной, национальной, отраслевой, межотраслевой и т.п. Например, проблема охраны природы является глобальной, поскольку она направлена на удовлетворение потребностей всего человечества. 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 проблемы отраслевого масштаба могут перерасти в государственные. Примером может служить проблема повышения теплоизоляционных 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 общегосударственной, потому что на создание комфортных условий в производственных и жилых зданиях требуется выделение огромных финансовых средств из государственного бюджета.

Различают также проблемы общие и специфические. К *общим проблемам* относят такие, которые направлены на удовлетворение потребностей всего человеческого сообщества в масштабе нашей планеты, отдельной страны, региона. К *специфическим проблемам* относятся те, которые 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 постановка научных вопросов – очень важная задача. Как правило, самые актуальные направления научных исследований формулируются в государственных директивных документах и в документах отраслевых министерств, ведомств. Приступая к постановке научно-технической проблемы в какой-либо определенной области знаний или отрасли народного хозяйства, необходимо провести глубокий анализ задач, обусловленных потребностями общества и социальными запросами. Основные народнохозяйственные проблемы представляются в виде различных целевых и комплексных программ общегосударственного или регионального значения.

Любая научно-техническая проблема начинается с раскрытия основной концепции народнохозяйственной проблемы. Затем необходимо проанализировать общие вопросы в данном научном направлении, а также состояние вопроса, касающегося конкретной задачи в сфере научной 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 сама проблема, и определяются в общих чертах ожидаемые результаты, а затем разрабатывается её структура, выделяются вопросы, устанавливается их актуальность, и определяются основные исполнители.

На этапе планирования из-за недостаточной информированности научных работников иногда выбираются ложные или мнимые проблемы. 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 научных исследований большую роль приобретают дискуссии, обсуждение проблем и тем, их критика.

Чтобы проанализировать научную и техническую информацию в рассматриваемой области знаний, нужно провести краткий литературный обзор по данной проблеме. Это необходимо, чтобы вскрыть проблемную ситуацию и выявить наличие противоречий между социальной потребностью и необходимостью решения выдвигаемых задач, а также показать их научную актуальность и методологическую ценность в познании причинных и функциональных связей между явлениями и процессами объекта исследования.

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

Изучение и обоснование физической сущности объекта или явления, создание абстрактной математической модели, описывающей их поведение в определенных условиях, предсказание и анализ предварительных 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 рабочего плана, в котором указываются объем работ, методы, техника, трудоемкость 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 выдвинутой гипотезой производится после завершения теоретических и экспериментальных исследований. Если между исследованиями имеются существенные расхождения, то уточняются теоретические модели, а при необходимости проводятся дополнительные эксперименты. Затем формулируются практические и научные выводы [3].

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

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

2. **Формулирование цели и задач исследований.** Этот этап включает подбор литературы и составление библиографических списков, проведение патентных исследований по теме НИР, составление аннотации источников и анализ обработанной информации. В заключении ставится цель и задача исследования.

3. **Теоретические исследования.** При выполнении этого этапа предполагается изучение физической сущности явления, формирование гипотез, 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 эксперимента, разрабатываются методики его проведения и выбор средств измерения. Заканчиваются экспериментальные исследования проведением серии экспериментов и обработкой полученных результатов.

5. **Анализ и оформление научных исследований.** На этом этапе производится сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными и анализ расхождений. Затем уточняются теоретические модели и проводятся дополнительные эксперименты, на основе которых становится возможным превращение гипотез в теорию. Научные работы на данном этапе завершаются формулированием научных выводов и составлением научно-технического отчета.

6. **Внедрение результатов исследования в производство, определение экономического эффекта.** Каждое теоретическое исследование требует больших затрат умственного труда, поэтому здесь могут быть и неудачи. Экспериментальная часть является наиболее трудоемкой и материалоемкой, особенно когда возникает необходимость в повторных исследованиях.

Процесс выполнения НИР отличается от этапов научно-исследовательской работы. Этапы научно-исследовательской работы предполагают:

- 1) формулирование темы, цели, задач исследования;

- 2) изучение литературы, проведение исследований (при необходимости) 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 испытания;
- 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 прикладном аспектах.

Одним из основных критериев при экспертизе является *актуальность темы* научного исследования. Актуальность означает, что поставленные задачи требуют скорейшего решения для практики или соответствующей отрасли науки.

Кроме этого, актуальность темы научной работы указывает на актуальность объекта и предмета исследования. Прежде всего актуализация темы предполагает ее увязку с важными научными и прикладными задачами. 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 факторами:

- задачи фундаментальных исследований требуют разработки данной темы для объяснения новых фактов;
- возможны и остро необходимы в современных условиях уточнение развития и разрешение проблемы научного исследования;
- теоретические положения научного исследования позволяют устранить существующие разногласия в понимании процесса или явления;
- гипотезы и закономерности, выдвинутые в научной работе, позволяют обобщить известные ранее и полученные соискателем эмпирические данные.

В прикладном аспекте актуальность определяется следующими факторами:

– задачи прикладных исследований требуют разработки вопросов по данной теме;

– 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 идеями, 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 исследователем.

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 известное, 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 новизны: 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 условных плоскостей (рис. 2.3): плоскость предметных областей, затем плоскость технологии, т.е. средств и методов познания, и плоскость полученных результатов.

Новые научные результаты могут быть получены в следующих случаях:

1) когда исследуется совершенно новая (на рис. 2.3 «научная новизна» 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 использованием новейших технологий (в).

4) вариант (г) в принципе невозможен, так как нельзя получить новые результаты или сделать крупные обобщения, рассматривая уже достаточно хорошо изученную предметную область и используя известные технологии.

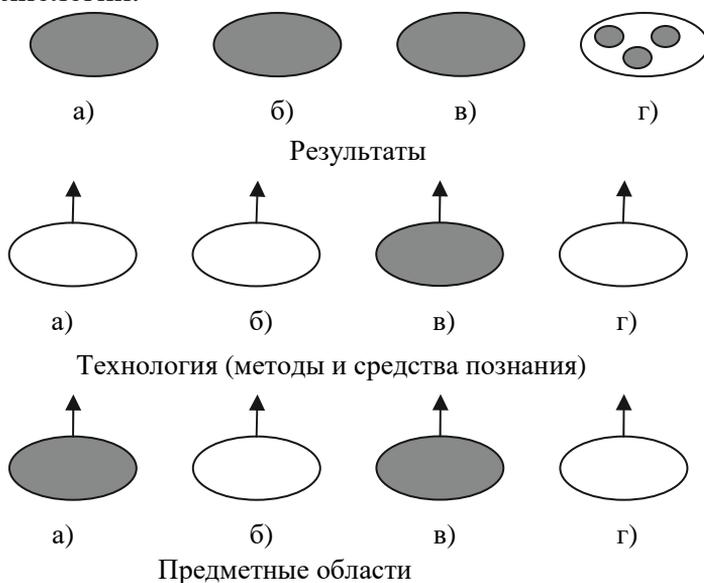


Рис. 2.3. Варианты получения новых научных результатов

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

2.4. Выдвижение рабочей гипотезы

Существует три способа познания истины.

Первый – его чаще называют строгим. Этот способ основан на решении уравнений, представляющих собой математическую модель исследуемого процесса или явления, при сопоставлении получаемых результатов 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 индукции, предшествующем опыте и интуиции исследователя. Гипотеза используется в качестве промежуточного звена и в процессе исследования уточняется и проверяется. В случае её подтверждения строится логическая 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 недоработки, неясности и противоречия. В результате выявляются методические ошибки и просчеты предшествующих исследователей и намеченные ими перспективы улучшения и совершенствования существующей теории. Рабочая гипотеза выдвигается при условии обобщения всех имеющихся материалов, относящихся к объекту исследования, его физической сущности.

К числу основных факторов, воздействующих на объект исследования, 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 предположительное объяснение всего процесса развития явления.

Затем в принятой рабочей гипотезе следует выделить решающие и важные причинно-следственные связи и взаимодействия, наметить

ожидаемые направления и ход развития исследуемого объекта. Рабочая гипотеза должна быть логически простой и во всех деталях проверяема экспериментально. Формулировки её должны быть ясными, краткими и содержать строгие, общепринятые в данной отрасли науки понятия и термины.

В зависимости от направления и темы научно-исследовательской работы рабочая гипотеза может быть изложена словесно, дополнена графическими изображениями предполагаемых функциональных связей.

Если главные факторы и связи исследуемой научной проблемы не вызывают сомнения, то развитие рассматриваемого явления или процесса удобнее представить в виде математических моделей, выраженных 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 обуславливается принципами аналогии. При таком выборе используются уже известные соотношения. Такие соотношения могут быть выявлены при исследовании других проблем в данной либо смежной отраслях науки, которые имеют похожие или одинаковые математические 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 полезно 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 известны?
10. Расскажите о способах познания истины.

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 использования её в научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственных предприятиях. Составить верное представление о лучших мировых и отечественных образцах техники невозможно, если информация 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. Документом являются внешние по отношению к человеку материальные объекты: материальные носители с зафиксированной в их структуре информацией, предназначенной для хранения и распространения в социуме.

Бесконечно разнообразен мир документов. Берестяная грамота, папирусный свиток, глиняная табличка, рукопись, технический чертеж, газета, фотография, книга, кинофильм и т.д. – все это документы. Общая 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, экономикофинансовых, учетно-регистрационных и других задач.

Под определение документа попадает необъятное число объектов, в том числе и природных. Документ стал рассматриваться как материальный объект, содержащий информацию в закреплённом 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 источники информации, зафиксированные иным, неписьменным способом.

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



Рис. 3.1. Виды документов по конструктивной форме

Виды документов по знаковой природе информации. Еще один признак, участвующий в видообразовании документов, это знаковая природа информации. Она определяется как форма знаков, при помощи которых фиксируется и передается основной материал издания: буквы алфавита, цифры и знаки препинания (для произведений письменности), нотные знаки (для музыкальных произведений), изображения графические, художественные и картографические (рис. 3.2).

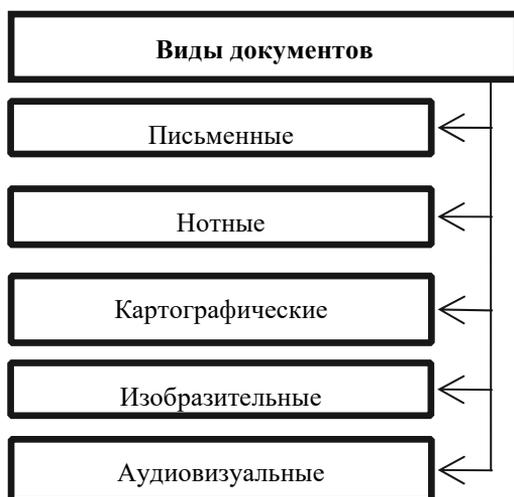


Рис. 3.2. Виды документов по знаковой природе информации

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



Рис. 3.3. Виды документов по периодичности

Виды документов по характеру текста. Документы подразделяются 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).



Рис. 3.4. Виды документов по характеру текста

Виды документов по их целевому назначению. В зависимости от целевого назначения, обслуживаемой сферы деятельности документы подразделяются на научные, научно-популярные, производственные, официальные, учебные, справочные, патентные, литературно-художественные и т.д. (рис. 3.5).

Научные документы. Такие документы содержат результаты теоретических или экспериментальных исследований, прослеживают историю важнейших открытий, раскрывают пути и характер научных исследований, описывают ход и методику ведения исследований.

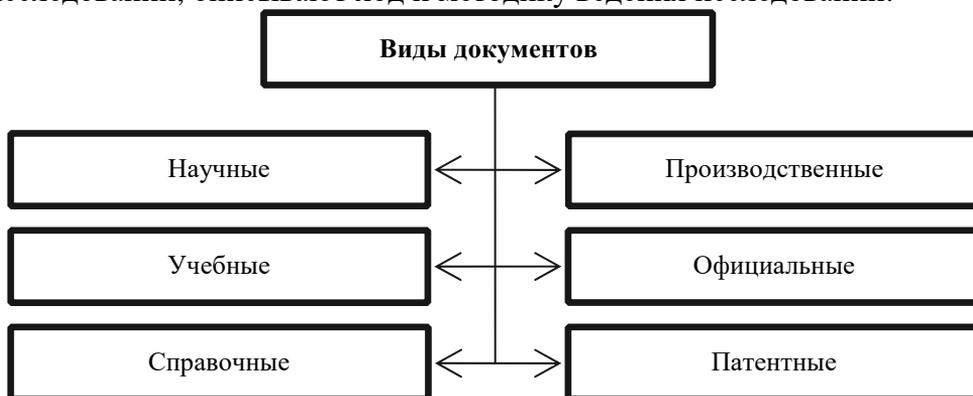


Рис. 3.5. Виды документов по их целевому назначению

Большинство научных документов опубликованы, то есть являются изданиями. Среди них можно выделить: избранные труды выдающихся ученых; полные собрания сочинений классиков науки и техники; монографии – научные издания, содержащие всестороннее и полное исследование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или

нескольким авторам; тематические сборники, состоящие из статей различных авторов и посвященных изложению нескольких вопросов определенной темы. Такие издания, в отличие от монографии не освещают темы в целом, но подробно рассматривают её отдельные стороны, являющиеся 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 работу 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 необходимо предварительное ознакомление широкой научной общественности с научным вкладом диссертанта. *Автореферат* и служит для этой цели. В автореферате изложены основные положения диссертации, составленные самим автором. Он публикуется ограниченным тиражом (100–150 экземпляров). В автореферате излагаются основные идеи и выводы, обозначен вклад в проведенное исследование, показаны степень новизны и практическая 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 организаций рукописей в специальные информационные органы, на которые возложены функции хранения подобных материалов по отрасли.

Научные издания, содержащие материалы предварительного характера, 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 опытноконструкторских работ (отчеты о НИР и ОКР). Они служат важным источником научно-технической информации и некоторые из них размножаются типографским способом, хотя и не считаются публикациями в полном смысле слова.

Стандартизация – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых. Цель стандартизации – достижение 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 установить, подлежит ли он доработке, отмене или утверждению для использования на следующие пять лет. Такая мера обеспечивает постоянное обновление стандартов.

Дифференцируется совокупность стандартов по разным основаниям. 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 характеристику текста по нескольким параметрам: информационному объему, информационной емкости, физическому объему (габаритам), информативности и т.д.

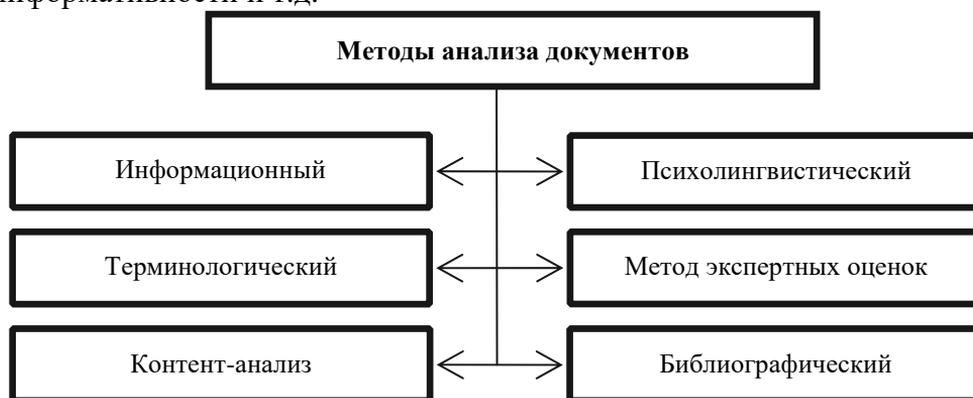


Рис. 3.6. Методы анализа документов

Метод терминологического анализа первоначально возник в лингвистике, но со временем обогатился приемами логики и сейчас успешно 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 встречающихся в тексте единиц: букв, слов, знаков, комбинаций знаков, терминов и т.д. Выделенные единицы после подсчета выстраиваются в порядке 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, влияющих на заинтересованность и его доступность для читателя. Авторский замысел выражает основная идея текста, так как при подготовке текста автор ориентируется на определенные запросы потенциального потребителя и стремится быть понятым. Такая целевая направленность создаваемых сообщений влияет на характер их фиксации в текстах, поэтому восприятие сообщения определяется не только запросами, но и способами передачи содержания сообщений.

Метод анализа понятийного словаря также относится к психолингвистическим методам. Этот метод является инструментом, позволяющим выявить уровень подготовленности читателя. Он помогает определить, насколько адекватно он воспринимает текст сообщения, для того 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 интересующих исследователя параметров не поддаются непосредственному измерению. Также экспертные оценки и экспертиза вообще незаменимы в задачах прогнозирования, решение которых обычно опирается на оценочные, примерные данные.

Экспертиза это центральное понятие в экспертных оценках. Экспертизой является собственно процесс опроса экспертов, сбор и первичный анализ экспертной информации. Существует *прямая экспертиза*, при которой интересующие вопросы задаются экспертам

непосредственно, 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 оценочное значение критерия или параметра, измеренного в какой-либо шкале. При ситуационной экспертизе участвующим предлагают рассмотреть совокупность утверждений, фактов, данных, характеризующих состояние объекта, затем оценить причинно-следственные связи между отдельными фактами и дать прогноз развития объекта в разных ситуациях.

Библиографический метод изучения документов. Библиографический 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 документов*, при изучении в динамике говорят *о потоке*. Определенное неизменное во времени множество объектов – документов называется *массивом 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 стабильные, установившиеся на данный момент. *Поток документов* – это изменяемое во времени множество объектов, которые находятся в динамике и движении. Характеристика потока это его интенсивность, которая выражается количеством единиц публикаций и изданий в единицу времени (месяц, год).

Анализ источников информации. Анализ источников можно обозначить как «информационный», так как он включает в себя поиск исходных источников информации в сочетании с предварительным изучением их содержания.

Рассмотрим источники информации, чаще всего используемые при подготовке письменных работ. Принцип разделения всех источников информации, в какой-либо степени используемых при подготовке письменных 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 гораздо 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 совершенных операционных систем и новых средств программирования).

Электронные источники информации. К этим источникам информации следует отнести теле- и радиовещание, Интернет и иную информацию, распространяемую в электронном виде, в том числе на различных компьютерных носителях [2, 34].

3.3. Поиск и накопление научной информации

Одна из самых простых технологических процедур – это сбор исходных источников информации. Исполнителю для ее выполнения достаточно к определенному сроку сконцентрировать большую часть необходимых источников вблизи своего рабочего места.

Систематизация – это упорядочение и группировка всего собранного материала по содержанию и с учетом последовательности его использования 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 полный и доступный информационный фонд, поэтому при подготовке письменных работ наиболее часто используются библиотечные каталоги.

Каталог – систематизированный перечень источников, состоящих на хранении в информационном фонде и учтенных в соответствии с установленными правилами. В библиотеках чаще всего используются архивные, алфавитные, тематические, хронологические, библиографические, предметные, 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 рассмотренных.

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 тематическую направленность содержания источника принимают за основу.

Алфавитный каталог – перечень библиотечных источников, систематизированных в алфавитном порядке.

Предметный каталог – перечень библиотечных источников, систематизированных в предметном, т.е. более дифференцированном по сравнению с тематическим каталогом порядке. При этом сведения о предметах, непосредственно не связанных между собой, систематизируются по алфавиту.

Хронологический каталог – это перечень библиотечных источников, систематизированных в хронологическом порядке, отражающем время выхода в свет того или иного издания, чаще периодического. Дата (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 наиболее важных (наиболее часто используемых в работе) книжных и периодических изданиях, состоящих на хранении и учете в библиотеке.

Специальный каталог – это перечень библиотечных источников определенного типа. Например, специальный каталог может послужить каталогом статей, опубликованных в периодических изданиях, состоящих на хранении и учете в данной библиотеке, или каталог новых поступлений.

Научно-справочный аппарат книги (от лат. apparatus – приспособление) играет важную роль в процессе поиска, сбора, анализа и систематизации основных и вспомогательных источников информации. К нему принято относить различные дополнительные материалы в составе издания, информирующие читателей об особенностях его содержания, структуры, состава и функциональном предназначении

источника. Элементы научно-справочного аппарата книги подразделяются на поисковые, пояснительные, информационные и вспомогательные.

Чтобы помочь читателю составить предварительное мнение об источнике и его особенностях используют *информационные элементы* научно-справочного аппарата книги. Информационные элементы научносправочного 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 дополняют 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 дополнительную 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 прочитанного представляет собой наиболее эффективный метод обработки информации, содержащейся в источниках, используемых в качестве исходных при подготовке письменной работы: если процесс чтения сопровождается фиксацией избранных мест, то надежность усвоения прочитанного материала многократно возрастает.

Виды рабочих записей. План (от лат. *planum* – плоскость) является первоосновой, каркасом письменной работы, определяющим последовательность изложения материала.

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

Тезисы (от греч. *tezos* – утверждение) являются наиболее совершенной формой творчески переработанных выписок. Это сжатое

изложение содержания изученного материала в утвердительной, иногда и в опровергающей форме.

Тезисы в зависимости от своего предназначения могут быть основными, 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 понимание сути оригинального текста.

Сложные или развернутые тезисы – это одновременно компактный, но достаточно совершенный по своему содержанию материал, который в совокупности с планом и другими выписками может послужить первоосновой для записи чернового варианта основного текста письменной работы.

Конспект (от лат. conspectus обзор, описание) весьма сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя цитаты наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника 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 информации. В большинстве случаев после просмотра произведенных записей у исполнителя возникает необходимость внесения в первоначальный вариант списка исходных источников информации уточнений. В конечном счете эти уточнения сводятся к корректировке содержания списка – исключению из него одних источников и внесению в него других, которые по каким-либо причинам не были привлечены в качестве исходных.

Поиск научной информации по УДК. Для успешного проведения поиска научной информации ее необходимо классифицировать. Наибольшее распространение в последнее время получила Универсальная Десятичная Классификация (УДК).

УДК позволяет охватывать все отрасли знания, и производить неограниченное деление на подклассы. УДК состоит из основной и вспомогательных 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. Естественные науки; 6 – Прикладные науки. Медицина. Техника; 7 – Искусство. Прикладное искусство. Фотография. Музыка; 8 – Языкознание. Филология. Художественная литература. Литературоведение; 9 – Краеведение. География. Биография. История.

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

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

Поиск научной информации, или *информационный поиск* – это совокупность операций, направленных на отыскание документов, необходимых 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 проработанный текст, потому что запись прочитанного материала является неотъемлемым требованием.

Научный работник, завершив анализ НТИ по выбранной теме исследования, должен поставить цель, которой необходимо достичь в результате выполнения работы, и задачи, которые необходимо решить, чтобы достигнуть этой цели. Она формулируется в теме научноисследовательской работы [2].

3.4. Электронные формы информационных ресурсов

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

Наука *информатика* занимается разработкой методологии создания наиболее эффективных информационных систем. Основу для проектирования 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 унифицированных сведений и услуг, представляемых в стандартизированном виде. Примерами таких продуктов для работников строительной отрасли народного хозяйства могут служить СНиПы (Строительные нормы и правила) 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 техники и средств хранения информации появилась возможность накопления 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 накопления 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 управления базами данных, языки, вычислительное оборудование, различные процедуры и методики.

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

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 широкие 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 сформулировать 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 содержании и читательском назначении, показывается научное и практическое значение издания, раскрывается основная идея. Из аннотации можно узнать основную тему, задачи, метод, которым пользовался автор, принадлежность к определенной научной школе.

Предисловие к научной книге может быть представлено в различных вариантах. В предисловии чаще всего объясняются мотивы написания книги, особенности ее содержания и построения, степень полноты освещения тех или иных проблем.

Вступительная статья. В ней дается оценка работы, характеризуется 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 – одно из важных условий усвоения гораздо большего объема материала.

При чтении и составлении резюме не нужно стремиться только к заимствованию материала. Следует обдумывать найденную информацию 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 используется 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 части, каждую из которых продумывать в деталях. Работая над каким-либо частным вопросом или разделом, не надо забывать о его связи с проблемой в целом.

Отбор и оценка фактического материала. Научное творчество предполагает значительную часть черновой работы, связанной с подбором основной и дополнительной информации, ее обобщением и представлением 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* характеризуются особыми свойствами – новизной, объективностью, точностью и достоверностью. Новизна научного факта говорит о принципиально новом, не известном до сих пор предмете, явлении или процессе. 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 различных консультаций, анализ и обобщение собственных научных результатов.

Накопление такой предварительной информации – творческий процесс, требующий целеустремленной энергии, настойчивости и

творческой страсти. Ученый похож на строителя сложного и оригинального сооружения. Он собирает нужные строительные материалы, все складывает в строгом и определенном порядке.

Всю собранную первичную научную информацию следует регистрировать. Формы регистрации могут быть разными:

- оформление новой информации на специальных бланках, анкетах, статистических карточках, образующих в результате тематическую картотеку;
- записи различного характера, в том числе наблюдения, записанные в лабораторных журналах, выписки из протоколов заседаний кафедры и т.п.;
- 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, документов (авторефераты, диссертации, статьи, книги и др.).

Рекомендуется делать записи ценных мыслей, пришедших как будто неожиданно, не откладывая. На начальной стадии организации научного исследования представляется необходимым выбрать наиболее приемлемую систему хранения первичной документации. Это поможет облегчить 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 невозможно 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 замеченные связи и зависимости. Проводить классификацию нужно в течение всего процесса изучения материала. Она является одной из центральных и существенных частей общей методологии любого научного исследования.

Процесс сбора, фиксации, хранения и классификации первичной научной информации желательно завершить написанием целостного обзорного 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 информации?
9. Что такое УДК?
10. Какие существуют принципы отбора и оценки фактического материала?

Глава 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Методы и особенности теоретических исследований

Аналитические методы исследований используют для исследования физических моделей, описывающих функциональные связи внутри или вне объекта. С их помощью устанавливают математическую зависимость 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 экспериментов. Любые физические процессы можно исследовать аналитически или экспериментально. Аналитические зависимости являются математической 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 крайних условий. Ошибка в их определении приводит к видоизменению исследуемого процесса.
2. Часто отыскать аналитические выражения, отражающие исследуемый 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 эксперимента не могут быть перенесены на другой процесс, близкий по физической 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 конкретный процесс должен быть исследован самостоятельно. Экспериментальные методы позволяют установить частные зависимости между переменными 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 является перспективным и интересным [2].

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

Методы системного анализа. Системный анализ – это совокупность методов и приемов для изучения сложных объектов – систем, которые представляют собой сложную совокупность взаимодействующих между собой элементов. Суть системного анализа заключается в выявлении 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, разбивают на два класса: собственно систему и внешнюю среду. Различают замкнутые и разомкнутые. Влиянием внешней среды в замкнутой системе можно пренебречь. Затем выделяют структурные

части системы и устанавливают взаимодействие между ними и внешней средой.

3. Составление математической модели системы. Сначала определяют параметры элементов и затем используют тот или иной математический аппарат (линейное программирование, теория множеств и др.).

4. Теоретические исследования [2]. При проведении любого теоретического исследования преследуются 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 гипотезы и моделирования объекта исследования и завершаются формированием теории. Теория проходит в своем развитии путь от количественного измерения параметров объекта и качественного объяснения происходящих процессов до их формализации в виде методик, правил или математических уравнений.

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 привести к грубейшим ошибкам при проведении исследований. Но учет большого числа факторов, действующих на объект, может привести к сложным аналитическим зависимостям, которые не поддаются анализу [3].

Теоретические исследования включают в себя несколько характерных 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 непрерывными постановкой и решением разнообразных задач, связанных с выявлением противоречий в принятых теоретических моделях.

Любая задача содержит *исходные условия*, определенные информационной системой, и *требования*, то есть цель, к которой нужно стремиться при ее решении. Исходные условия и требования задачи постоянно находятся в противоречии, и в процессе ее решения их приходится неоднократно сопоставлять и уточнять до тех пор, пока не будет получено решение задачи.

При проведении теоретических исследований в технических науках, как правило, стремятся к математической формализации выдвинутых гипотез и полученных выводов, используя при этом различные математические методы. Процесс математической формализации задачи включает несколько стадий:

- математическая формулировка задачи;
- математическое моделирование;
- метод решения;
- анализ полученного результата.

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

Первый этап математического моделирования включает в себя постановку задачи, определение объекта и целей исследования, задание критериев изучения объекта и управления им, установление границ его области влияния, то есть области значимого взаимодействия с внешними объектами. Внутри этой области объект может рассматриваться как замкнутая система с установленными начальными и граничными условиями решения задачи.

Выбор типа модели осуществляется на следующем этапе математического моделирования. Иногда строят несколько моделей одного и того же объекта и выбирают наиболее правильную сравнивая результаты исследования с реальным объектом.

При выборе типа математической модели объекта по экспериментальным данным устанавливают степень его

детерминированности, то есть статичность или динамичность, стационарность или нестационарность, линейность или нелинейность [3].

4.2. Структура и модели теоретического исследования

Теоретическое знание – это сформулированные общие для какойлибо предметной научной области закономерности, позволяющие объяснить 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 изменения изучаемого объекта.

Существуют различия между эмпирическим и теоретическим знанием. Например, газовые законы Бойля–Мариотта, Шарля и ГейЛюссака – 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, какая концепция, теория или предметная область могут объединить и собрать 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 эмпирическую 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 абстрактному. Исследователь должен определить центральное системообразующее звено своей теории: концепцию, систему аксиом или аксиоматических требований, или единый методологический подход и т.д.

Причем исследователю в процессе обобщения эмпирических результатов приходится, с одной стороны, постоянно обращаться к своей предметной 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 заимствования результатов у других авторов (естественно, со ссылками).

С другой стороны, постоянно соотносить получаемые обобщения и предметную область с совокупностью получаемых теоретических результатов 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 классификаций в первичные обобщения, затем в обобщения второго порядка и так далее. Происходит индуктивный процесс – абстрагирование – восхождение от конкретного к абстрактному – пока все результаты не сведутся в авторскую концепцию – короткую (5–7 строк), но ёмкую формулировку, отражающую в самом общем сжатом виде всю суть теоретической работы и совокупность результатов.

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

На этом этапе формулировка концепции развивается в совокупности факторов, условий, принципов, моделей, механизмов, теорем и т.д. Иногда, если проблема исследования расчленяется на несколько относительно независимых аспектов, концепция развивается в несколько концептуальных положений – а те уже далее развиваются в совокупности принципов и т.п. Принципы также могут развиваться в классы моделей, типы задач и т.д. Так выстраивается логическая структура научной 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 исследования. Методика должна предусматривать теоретические и экспериментальные исследования.



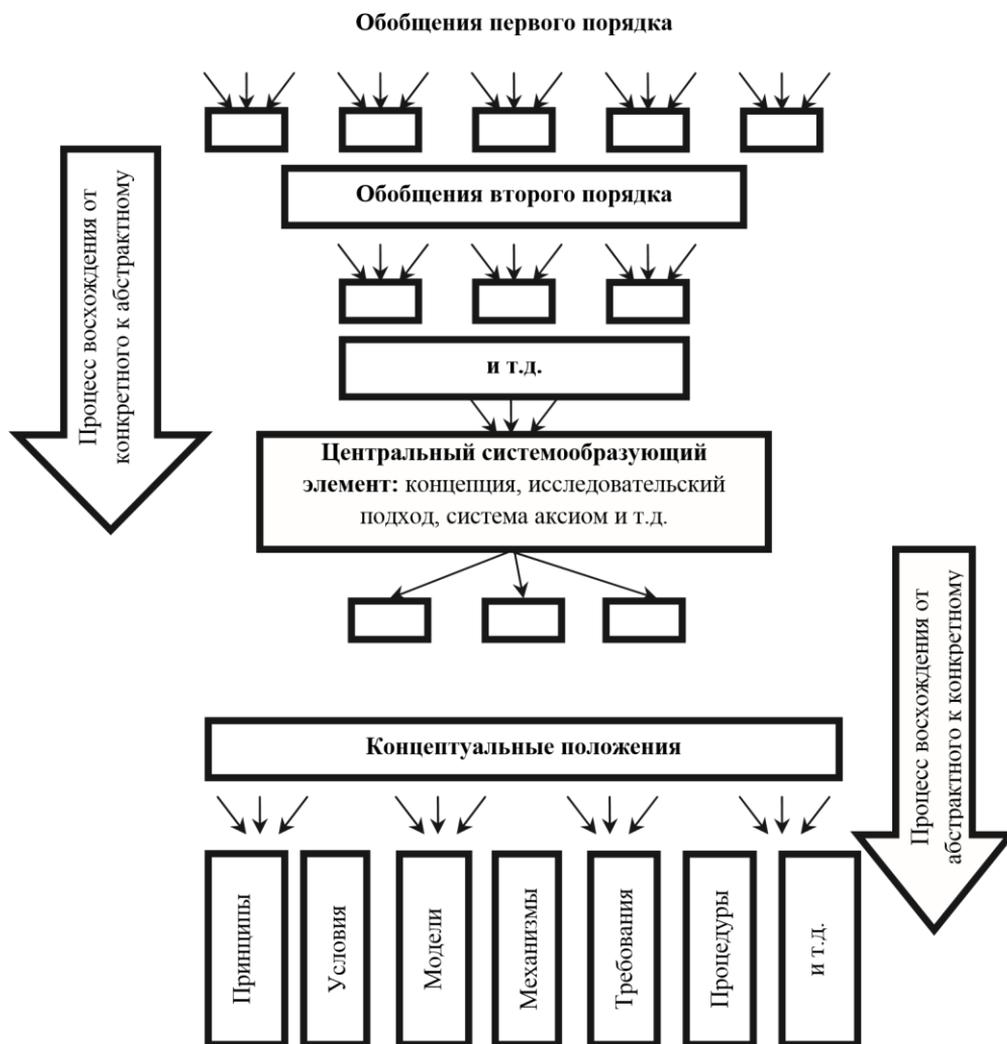


Рис. 4.1. Построение логической структуры теоретического исследования

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

При математическом моделировании физика явлений может быть различной, но математические зависимости одинаковы. При физическом моделировании физика явлений в объекте и модели и их математические зависимости одинаковы.

При изучении сложных процессов часто применяют математическое 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 исследовании результаты к действительным.

Модели могут быть физическими, математическими и натуральными.

Физические модели позволяют наглядно представить протекающие процессы в природе и исследовать влияние отдельных параметров на их свойства. *Математические модели* позволяют количественно использовать явления, трудно поддающиеся изучению на физических моделях. *Натуральные модели* представляют собой масштабные измененные объекты, они позволяют наиболее полно исследовать процессы, протекающие 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 адекватность и точность. Изучить и проанализировать явление более полно можно лишь при условии, что его модель представлена описанием физической сущности и имеет математический вид.

Теоретические исследования при изучении моделей значительно ускоряет компьютер. Применение компьютера для моделирования оказывается полезным, если аналитическими методами невозможно установить количественную связь между входящими и выходящими параметрами, а получение эмпирической зависимости сопряжено с большими затратами.

Процесс моделирования на компьютере содержит пять этапов:

- 1) выделение основных факторов и характеристик процессов и описание 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 компьютерных программ [2].

4.3. Общие сведения об экспериментальных исследованиях

Эксперимент является важнейшей составной частью научных исследований, 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: целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, опыт, организация особых условий его существования, проверка предсказания. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого 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 осложняемого 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 организация эксперимента определяются его назначением. Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются отраслевыми и имеют соответствующие названия: физические, химические, биологические, социальные, психологические, и т.п.

Эксперименты различаются:

- по целям исследования (констатирующие, преобразующие, поисковые, 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 (вещественные, энергетические, информационные);
- по характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования (обычный и модельный);
- по типу моделей, исследуемых в эксперименте (материальный и мысленный);
- по числу варьируемых факторов (однофакторный и многофакторный);

- по контролируемым величинам (пассивный и активный);
- 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 естественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических и психологических науках).

Искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (широко применяется в технических и естественных науках).

Констатирующий эксперимент используется для проверки определенных предположений. В процессе этого эксперимента констатируется наличие определенной связи между воздействием на объект исследования и результатом, выявляется наличие определенных фактов.

Преобразующий, или созидательный, эксперимент предполагает активное изменение структуры и функций объекта исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой, формирование новых связей и отношений между компонентами объекта или между исследуемым объектом и другими объектами. Исследователь в соответствии с раскрытыми тенденциями развития объекта исследования преднамеренно создает условия, 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 результатам поискового эксперимента устанавливается значимость факторов, осуществляется отсеивание незначимых.

Контролирующий эксперимент сводится к контролю за результатами внешних воздействий над объектом исследования с учетом его состояния, характера воздействия и ожидаемого эффекта.

Решающий эксперимент ставится для проверки справедливости основных положений фундаментальных теорий в том случае, когда две или несколько гипотез одинаково согласуются с этими явлениями. Этот эксперимент дает такие факты, которые согласуются с одной из гипотез

и противоречат другой, например опыты по проверке справедливости ньютоновской теории истечения света и волнообразной теории Гюйгенса.

Лабораторный эксперимент проводится в лабораторных условиях с применением специальных моделирующих установок, типовых приборов, стендов, оборудования и т.д. Чаще всего в лабораторном эксперименте изучается не сам объект, а его образец (модель). Этот эксперимент позволяет доброкачественно, с требуемой повторностью изучить влияние одних характеристик при варьировании других, тем самым получить хорошую научную информацию с минимальными затратами времени и ресурсов. Однако такой эксперимент не всегда полностью моделирует реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении натурального эксперимента.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах. Этот вид эксперимента часто используется в процессе натуральных 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 натурального эксперимента является обеспечение достаточного соответствия (адекватности) условий эксперимента реальной ситуации, в которой затем будет работать создаваемый объект. Поэтому центральными задачами натурального эксперимента являются:

- идентификация статистических и динамических параметров объекта;
- 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 испытуемым, 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 взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции.

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

Информационный эксперимент используется для изучения воздействия определенной (различной по форме и содержанию) информации на объект исследования. Чаще всего информационный эксперимент используется 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 различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных пластифицирующих добавок на подвижность бетонной смеси, прочность бетона и т.п.

Классический, или обычный, эксперимент – экспериментатор выступает в роли субъекта, познающего объект или предмет экспериментального исследования при помощи средств для осуществления эксперимента (приборы, инструменты, экспериментальные установки).

Различие между орудиями эксперимента при моделировании позволяет выделить мысленный и материальный эксперименты.

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

Материальный эксперимент. В процессе этого эксперимента используются материальные, а не идеальные объекты исследования. Основное отличие материального эксперимента от мысленного в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной материальной связи сознания с внешним миром, а мысленный эксперимент является специфической формой теоретической деятельности субъекта.

Сходство мысленного эксперимента с реальным определяется тем, что реальный эксперимент, прежде чем быть осуществленным на практике, 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 классического имеет дело с моделью исследуемого объекта. Модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но часто и условия, в которых изучается некоторый объект.

Энергетический эксперимент используется для изучения воздействия различных видов энергии (механической, тепловой, электромагнитной и т.д.) на объект исследования. Этот тип эксперимента широко распространен в естественных науках.

Однофакторный эксперимент предполагает:

- выделение осозначимых факторов;
- поочередное варьирование факторов, интересующих исследователя; – стабилизацию мешающих факторов.

Суть *многофакторного эксперимента* состоит в том, что варьируются все переменные сразу и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.

При проведении *пассивного эксперимента* предусматривается измерение только выбранных показателей (переменных, параметров) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование. Например, наблюдение: за числом заболеваний вообще или какой-либо определенной болезнью; за интенсивностью, составом, скоростями движения транспортных потоков, за работоспособность определенной группы лиц; за числом дорожно-транспортных происшествий т.п.

Активный эксперимент связан с выбором специальных входных сигналов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы.

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

Особым видом экспериментальных исследований является вычислительный эксперимент.

Вычислительным экспериментом называют методологию и технологию исследований, основанных на применении прикладной математики 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 отражать свойства объекта, проявляемые им в различных экспериментальных условиях.

Но эти математические структуры превращаются в модели при некоторых условиях:

- когда элементам структуры дается физическая интерпретация;
- при установлении 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.

Практически всегда математическая модель или её часть может сопровождаться элементами наглядности с соответствующими пояснениями, например, диаграммами, графиками, рисунками и т.д. Иногда модель какого-либо сложного устройства может по некоторым свойствам уподобляться модели простого объекта.

В основе каждого вычислительного эксперимента находится математическая модель, основанная на приемах вычислительной математики. 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 математики сводится к представлению решений, возможно приближительных, в виде последовательности арифметических операций, то есть алгоритма решения.

Теория и практика вычислительного эксперимента создавалась на основе математического моделирования методов вычислительной математики.

Технологический цикл вычислительного эксперимента делят на несколько этапов.

1. Для исследуемого объекта строится физическая модель. В рассматриваемом явлении она фиксирует разделение всех действующих факторов на главные и второстепенные. Последние на этом этапе исследования отбрасываются. Одновременно формулируются

допущения и условия применимости модели, а также границы, в которых будут справедливы полученные результаты. Создают математическую модель специалисты, хорошо знающие данную область естествознания или техники, а также математики, представляющие себе возможности решения математической задачи. Модель записывается в математических терминах, в виде дифференциальных 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 многочисленных входных параметров. Но тем не менее каждый конкретный расчет в вычислительном эксперименте проводится при фиксированных значениях всех параметров. В результате вычислительного эксперимента довольно часто ставится задача определения оптимального набора параметров. При создании оптимальной установки приходится проводить большое число расчетов однотипных вариантов задачи, отличающихся значением лишь некоторых параметров. Поэтому при организации вычислительного эксперимента экспериментатору необходимо использовать 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 информации 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 модели, то есть её упрощения или усложнения; появиться предложения по созданию упрощенных инженерных способов решения и формул, дающих возможность получить необходимую информацию более простым способом.

В случае когда проведение натуральных экспериментов и построение физической модели оказываются невозможными или слишком дорогостоящими, вычислительный эксперимент приобретает исключительное значение.

Примером вычислительного эксперимента могут стать исследования масштабов современного воздействия человека на окружающую среду. Например, изменение климатических условий на земле представляет собой результат очень сложного взаимодействия физических процессов, протекающих в атмосфере, в океане и на поверхности суши. Поэтому климатическую систему можно исследовать с помощью соответствующей математической модели, которая должна учитывать все эти взаимодействия. Масштабы климатической системы огромны, и эксперимент даже в одном каком-то регионе чрезвычайно дорог. Однако глобальный климатический эксперимент все-таки возможен, но не натуральный, а вычислительный, проводящий исследования не реальной климатической системы, а ее математической модели.

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

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 исследования;
- обеспечить условия для осуществления процедуры экспериментальных работ;
- разработать пути и приемы фиксирования хода и результатов эксперимента;
- подготовить средства эксперимента (модели, установки, приборы, и т.п.);
- обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом.

4.4. Методика и планирование эксперимента

Правильная разработка методики эксперимента имеет особое значение. *Методика* – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в

соответствии с которой достигается цель исследования. При разработке методики проведения эксперимента необходимо предусматривать:

- проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения его исходных данных (выбор варьирующих факторов, гипотез);
- создание оптимальных условий, в которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов);
- систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления 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 опровержения ранее полученных данных;
- переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Правильно разработанная методика экспериментального исследования предопределяет его ценность. Поэтому разработка, выбор, определение методики должно проводиться особенно тщательно.

Исследователь при выборе методики эксперимента должен удостовериться в ее практической пригодности.

В методике подробно разрабатывается процесс проведения эксперимента, составляется последовательность проведения наблюдений и операций измерений, детально описывается каждая операция в отдельности с учетом выбранных средств для проведения эксперимента, обосновываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном (установленном ранее) количестве измерений их заданную точность и высокую надежность.

Не менее важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных сводится к систематизации всех цифр, классификации и анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в графики, формулы, таблицы, позволяющие качественно и быстро сопоставлять и анализировать полученные 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 чувствительности или нечувствительности критериев должен быть стабилизирован. 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 серию исследований: полигонных, поисковых или предварительных, лабораторных. 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 проведению эксперимента, правильно и четко разработать его методологию.

В последнее время исследователи чаще стали применять математическую теорию эксперимента, которая позволяет значительно уменьшить объем работы и повысить точность исследования. Методология эксперимента в этом случае включает такие этапы, как разработка плана-программы; оценка измерений и выбор средств для проведения эксперимента; математическое планирование эксперимента с одновременным проведением 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 будущими экспериментальными точками;

- описание проведения эксперимента;
- обоснование средств измерений;
- обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента [3, 10].

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

Таким образом, проведение эксперимента – это важнейший и наиболее трудоемкий этап, при его выполнении очень важна последовательность проведения опыта. После установления объема эксперимента составляют перечень средств измерений, материалов, список исполнителей, календарный план и смету расходов.

Ведение журнала, в котором фиксируются все характеристики исследуемого процесса и результаты наблюдений, является обязательным требованием проведения эксперимента. Также одновременно с проведением 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 достоверную и точную информацию. Этого можно достигнуть при планировании определенных правил, которые учитывают вероятностный характер результатов измерений и наличие внешних помех, которые могут воздействовать на изучаемый объект.

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 экспериментирования;
- выбор математической модели, при помощи которой будут представляться экспериментальные данные;
- план эксперимента и выбор критерия оптимальности;
- проведение анализа данных и определение метода;
- проведение эксперимента;

- проверка статических предпосылок для полученных экспериментальных 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 процессе 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 возможность 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 являться конструкции 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 исследуемые модели и задачи сводятся к задаче получения статической модели. Она представляет собой математическую зависимость между входными и выходными параметрами изучаемого процесса или объекта. Теоретической основой для решения задачи статического моделирования является предположение о возможности описания протекающего процесса математическим уравнением.

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

В решении этой задачи выделяют два основных подхода: теоретический 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 шире. Это объясняется ростом сложности изучаемых объектов, недостатком времени на их детальное изучение, появлением новых эмпирических способов оптимизации и др. [2].

4.5. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований

Измерения занимают чрезвычайно важное место в экспериментальных исследованиях.

Измерение – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 1626370). Сущность измерения составляет сравнение измеряемой величины с известной величиной, принятой за единицу, то есть эталон. Измерить какую-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 способах достижения требуемой точности. К основам метрологии относятся:

- общая теория измерений;
- единицы физических величин, то есть величины, которым по определению присвоено числовое значение, равное единице. Также их системы, то есть совокупность основных и производных единиц, образованная в соответствии с некоторыми принципами, например, Международная 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 погрешности измерений известны с заданной вероятностью, что возможно только при единообразии средств измерения. Они должны

быть проградуированы в узаконенных единицах, и их метрологические свойства должны соответствовать нормам [3, 12].

В метрологии важнейшее значение имеют эталоны и образцовые средства измерения. *Эталоном* считаются средства измерения или их комплекс, обеспечивающие воспроизведение и хранение единицы с целью передачи ее размера нижестоящим средствам измерения. Эталоны выполняются по особой спецификации. В России эталонная база содержит 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 используемых непосредственно в исследованиях.

Передача рабочим средствам размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений осуществляется государственными и ведомственными метрологическими органами, составляющими метрологическую 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 стандартизации. Метрология сама дает методы определения и контроля показателей, 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 разветвленную сеть научных и контрольно-испытательных организаций. Органы метрологической службы способны выполнять значительные работы в научно-теоретических и прикладных аспектах точных измерений.

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

Метрологическая служба в зависимости от задач и функций, выполняемых ею, подразделяется на государственную и ведомственную.

Проведение повседневной систематической работы в ведомстве или на предприятии по обеспечению общегосударственного единства измерений является главным предназначением метрологической службы, организуемой в министерствах и ведомствах, на отдельных предприятиях, в научно-исследовательских институтах, вузах. Поэтому существует неразрывная связь ведомственной метрологической службы с государственной, 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 устанавливают непосредственно из опытов. При *косвенных* – функционально от других величин, определяемых прямыми измерениями, например измерение плотности тела через его массу и объем. Ещё различают измерения абсолютные и относительные. **Абсолютные** – это прямые измерения в единицах измеряемой величины. **Относительные** – измерения, представленные отношением измеряемой величины к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Также существует три класса измерений: особоточные, высокоточные и технические.

Как уже говорилось ранее, измерения являются основной составляющей частью любого эксперимента. От тщательности измерений зависит конечный результат эксперимента. Поэтому каждый исследователь должен уметь правильно измерять изучаемые величины, знать закономерности измеряемых процессов, правильно оценивать погрешности при измерениях, определять наилучшие условия измерений, при которых ошибки будут наименьшими, вычислять значения величин и их необходимое минимальное количество и проводить общий анализ результатов измерений [3].

В метрологии различают несколько основных методов измерения.

Метод непосредственной оценки. Он определяет значение величины непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение массы на циферблатных весах).

Метод сравнения с мерой. При его использовании измеряемую величину сравнивают с величиной воспроизводимой меры (например, измерение массы на рычажных весах с уравновешением гирями).

Нулевой метод применяется для результирующего эффекта воздействия величины на прибор до нуля, например измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравниванием.

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

Метод совпадений. Разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой меры измеряется с использованием периодических 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 частью экспериментальных исследований. Они являются совокупностью технических средств, имеющих нормированные погрешности, которые дают необходимую информацию для экспериментатора.

В настоящее время выпускается большое количество средств измерений 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 измерения и предназначена она для воспроизведения физической величины заданного размера, например, гиря – мера массы.

Также выделяют средства измерения, которые позволяют непосредственно определить испытываемый показатель, например пресс для определения прочности материалов. Средства измерения, которые дают возможность косвенно судить об исследуемом показателе, например ультразвуковой дефектоскоп, который позволяет оценить прочность материала по скорости прохождения ультразвука.

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 измерительные 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 измерительных приборов являются стабильность измерений, величина погрешности и точности и чувствительность.

Все приборы классифицируются по точности измерения, стабильности показаний, чувствительности, пределам измерения и др.

Точность измерений – это степень приближения измерения к действительному значению измеряемой величины.

Погрешность измерения – это алгебраическая разность между действительным значением и полученным при измерении. Количество минимальных измерений обеспечивает устойчивое среднее значение измеряемой 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

$$b = \pm (x_u - x_d),$$

относительная погрешность

$$b = \pm \frac{x_u - x_d}{x_d} 100 \%,$$

где x_u – показания прибора; x_d – действительное значение измеряемой величины, полученное более точным методом.

Основными погрешностями прибора называются суммарные погрешности, которые установлены при нормальных условиях.

Чтобы повысить достоверность измерений и их точность, необходимо уменьшить погрешность. Погрешности при измерениях могут возникнуть вследствие ряда причин: влияние различных внешних факторов в процессе опытов, недостаточно тщательное проведение опытов; несовершенство методов и средств измерений; субъективные особенности экспериментатора и т.д.

Различают систематические и случайные погрешности. *Систематические* – это погрешности, которые при повторных опытах остаются постоянными. При известных численных значениях погрешностей их нужно учитывать во время повторных опытов. Систематические погрешности 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 повторных измерениях. Эти погрешности нельзя учесть и исключить, но при многократно повторенных измерениях с помощью статических методов их можно выявить и исключить.

Диапазон измерения прибора – это часть диапазона показаний прибора, для которой установлены его погрешности. При известных погрешностях 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 изменения измеряемой величины является ещё одной характеристикой прибора и называется *чувствительностью*. Порогом чувствительности прибора является наименьшее значение измеренной величины, вызывающее изменение показания прибора, которое можно зафиксировать.

Ещё одной из основных характеристик прибора является его *точность*. 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 погрешностей, влияющих на точность. Класс точности часто обозначают допускаемой погрешностью в процентах (1–2 и т.д.).

Воспроизводимость прибора, или стабильность. Это свойство отсчетного устройства прибора обеспечивает постоянство показаний одной и той же величины. Она определяется вариацией показаний.

Выходной сигнал средств измерения фиксируется отсчетными устройствами. Они могут быть цифровыми, шкальными и регистрирующими.

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

Все средства измерения, используемые в научных исследованиях, проходят обязательную периодическую *поверку* на точность. Поверка предусматривает 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 устанавливается, не выходят ли они за пределы допускаемых значений.

В России государственные метрологические институты и лаборатории 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 научноисследовательской 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 возможности исключать систематические ошибки, при этом желательно максимально 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 научных исследований является метрологическое обеспечение научных исследований и особенно обеспечение единства измерений, однообразие средств измерения. Поэтому без успешного развития метрологии невозможен прогресс в развитии науки и, наоборот, без успешного развития науки невозможен прогресс в метрологии.

4.6. Организация рабочего места экспериментатора

Рабочее место экспериментатора – это часть рабочего пространства, на которое распространяется его непосредственное воздействие в процессе исследования.

Рабочим пространством называется часть лабораторного или производственного помещения, оснащенная необходимыми экспериментальными средствами и обслуживаемая одним или группой исследователей. 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 соответствии с особенностями рабочего пространства выделяют три типа исследовательских лабораторий: стационарные, передвижные и ходовые.

В стационарной лаборатории рабочее место комплектуется специальным рабочим столом. В зависимости от назначения лаборатории каждый лабораторный стол должен обеспечиваться электричеством, газом, водой, паром, сжатым воздухом и общим вакуумом. На столах размещаются штепсели для включения электроприборов, компьютеров, настольных ламп, нагревательных приборов (паяльники, плитки), размещенных 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

оснащается откидным столиком для ведения необходимых записей в процессе проведения эксперимента.

Экспериментатор в лаборатории выполняет весьма ответственную работу. От неё часто зависит правильность решения теоретической или практической задачи в целом. Главными условиями эффективной экспериментальной работы являются: аккуратность, тщательность подготовки эксперимента, точность при выполнении предписаний методики, внимательность при проведении эксперимента. Исследователь, приступая к проведению эксперимента, должен еще раз обдумать и уточнить методику, подготовить всю необходимую документацию (акты, лабораторные 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 появления. 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 причины 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 указанием даты проведения опыта, номера и серии опыта.

Лабораторные журналы и тетради являются важнейшими первичными документами исследователя, поэтому должны содержаться в порядке и обеспечивать возможность логической проверки. Нужно стремиться не допускать в них исправлений, а при необходимости исправления должны делаться так, чтобы не происходило путаницы при расчетах. Любое исправление должно сопровождаться пояснением экспериментатора и краткой справкой о причинах исправлений. В лабораторных журналах и тетрадях не следует делать записей или пометок, не относящихся к делу.

Исполнитель обязан систематически проводить поверку средств измерений. При проведении эксперимента исполнитель должен непрерывно следить за средствами измерений, правильностью их показаний, характеристикой окружающей среды, устойчивостью аппаратов и установок 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 инструкции по промсанитарии, требования техники безопасности, пожарной профилактики. Особое внимание следует уделять уменьшению шума 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 продолжительность исследований и соответственно уменьшить их точность.

Все результаты измерений сначала сводят в таблицы по варьирующим 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 исследования. Анализ эксперимента является творческой частью исследования. Поскольку за цифрами иногда трудно представить физическую сущность процесса, требуется особо тщательное сопоставление причин, фактов, обуславливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

Результаты некоторых лабораторных и большинства производственных экспериментов оформляются протоколом, который подписывается 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 измерительные приборы имеют определенную погрешность. Погрешности измерений могут возникнуть вследствие недостаточно тщательного проведения опыта, несовершенства методов и средств измерений, влияния различных неучтенных факторов в процессе опыта и наконец субъективных особенностей самого исследователя.

Выше уже отмечалось, что погрешности измерений классифицируются на систематические и случайные. Систематические погрешности при повторных экспериментах остаются постоянными, при 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 промахи, существенно превышающие систематические или случайные погрешности. Такие грубые погрешности и промахи чаще вызваны ошибками экспериментатора. Их можно легко обнаружить и впоследствии не учитывать при проведении анализа. Поэтому особо следует отметить, что получение и обработка статистических данных требуют от исследователя большого внимания и соответствующих навыков.

Иногда в серии одинаковых измерений встречаются измерения с очень большими случайными ошибками, имеющими малую вероятность. 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 промахом, а естественным статистическим отклонением, как правило, пренебрежение им не приводит к существенному ухудшению оценки результатов 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 градуировочных 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 влажность воздуха, магнитные и электрические поля, вибрация и колебания от движущегося транспорта и др.);

- субъективные погрешности, которые могут возникнуть вследствие индивидуальных, психофизиологических, физиологических, антропологических свойств человека.

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

Также к *психологическим* причинам погрешностей относят инерционность 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 укладываются и рассматриваются им как промахи. Здесь проявляется инерционность мышления экспериментатора, то есть его вера в совершенство и универсальность 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 затруднит анализ экспериментальных данных.

Иногда в процессе анализа результатов эксперимента исследователь бессознательно подгоняет экспериментальные данные для подтверждения ранее выдвинутой гипотезы. Эта опасность особенно велика, если вывод делается на основании данных, на которых могут существенно сказываться ошибки измерения и влияние неучитываемых факторов. В таких условиях нетрудно подобрать достаточное количество

фактов, подтверждающих принятую гипотезу, объяснить заметные отклонения промахами и тем самым уйти от истины. Для исключения таких ошибок известный физик Резерфорд проводил серии опытов, показатели 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 обработки материалов эксперимента позволило Резерфорду и его ученикам не сделать ни одного ошибочного открытия, в то время как в других лабораториях таких «открытий» было немало.

Всё вышеизложенное доказывает, что любой результат эксперимента должен многократно проверяться и восприниматься критически. Перепроверку результатов эксперимента целесообразнее осуществлять в другое время дня или по истечении нескольких дней.

После завершения всех серий эксперимента исследователь может принять решение: признать ли основную часть работы законченной; есть ли необходимость провести дополнительный сбор информации и отбор материала с целью подтверждения гипотезы; признать свою работу как неудачную и т. д.

При длительных опытах рекомендуется периодически обсуждать их в научном коллективе. Это позволяет исследователю своевременно скорректировать 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 теоретическим 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?

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 обработку результатов измерений, их анализ, что позволяет корректировать эксперимент, контролировать и улучшать методику в ходе опыта.

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

Основу теории случайных ошибок составляют следующие предположения:

- большие погрешности встречаются реже, чем малые, так как вероятность появления погрешности уменьшается с ростом ее величины;
- при большом числе измерений случайные погрешности одинаковой величины, но разного знака встречаются одинаково часто;
- при бесконечно большом числе измерений истинное значение измеряемой величины равно среднеарифметическому значению всех результатов измерений, а появление того или иного результата измерения как случайного события описывается нормальным законом распределения.

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

При *выборочной совокупности* число измерений n ограничено и в каждом случае строго определяется. Обычно считают, что если $n > 30$, то среднее значение совокупности измерений \bar{x} достаточно точно приближается к истинному значению.

Теория случайных ошибок позволяет оценить точность и надежность измерения при данном количестве замеров или определить минимальное количество замеров, гарантирующее требуемую точность и надежность измерений. Также необходимо исключить возможность появления грубых ошибок и определить достоверность полученных результатов [3].

5.2. Интервальная оценка измерений с помощью доверительной вероятности

Для нормального закона распределения общей оценочной характеристикой измерения и большой выборки являются дисперсия D и коэффициент вариации k_v :

$$D = \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} ; k_v = \sigma / \bar{x}, \quad (5.1)$$

где σ – среднеквадратичное отклонение.

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

Доверительный интервал измерения – это интервал значений x_i , в который попадает истинное значение x_d 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 $a \leq x \leq b$. Эта величина характеризует достоверность измерений и определяется в процентах или в долях единицы. Доверительная вероятность p_d описывается выражением

$$p_d = P(a \leq x \leq b) = \Phi\left(\frac{b - \bar{x}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a - \bar{x}}{\sigma}\right),$$

где $\Phi(t)$ – интегральная функция Лапласа, численные значения которой приведены в табл. 5.1.

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-t^2/2} dt.$$

Аргументом этой функции является отношение μ к среднеквадратичному отклонению σ , то есть

$$t = \mu / \sigma, \quad (5.2)$$

где t – гарантийный коэффициент.

$$\mu = b - \bar{x}; \quad \sigma = -(a - \bar{x}).$$

Если на основе определенных данных установлена доверительная вероятность p_d , чаще её принимают равной 0,90; 0,95; 0,9973, то устанавливается точность измерений или доверительный интервал 2μ на основе соотношения

$$p_d = \Phi(\mu / \sigma).$$

Таблица 5.1

Интегральная функция Лапласа

t	p_d	t	p_d	t	p_d
0,00	0,0000	0,75	0,5467	1,50	0,8664
0,50	0,0399	0,80	0,5763	1,55	0,8789
0,10	0,0797	0,85	0,6047	1,60	0,8904
0,15	0,1192	0,90	0,6319	1,65	0,9011
0,20	0,1585	0,95	0,6579	1,70	0,9109
0,25	0,1974	1,00	0,6827	1,75	0,9199
0,30	0,2357	1,05	0,7063	1,80	0,9281
0,35	0,2737	1,10	0,7287	1,85	0,9357
0,40	0,3108	1,15	0,7419	1,90	0,9426
0,45	0,3473	1,20	0,7699	1,95	0,9488
0,50	0,3829	1,25	0,7887	2,00	0,9545
0,55	0,4177	1,30	0,8064	2,25	0,9756
0,60	0,4515	1,35	0,8230	2,50	0,9876

0,65	0,4843	1,40	0,8385	3,00	0,9973
0,70	0,5161	1,45	0,8529	4,00	0,9999

Тогда половина доверительного интервала

$$\mu = \sigma \arg \Phi(p_d) = \sigma t, \quad (5.3)$$

где $\arg \Phi(p_d)$ – 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 $E = 170$ МПа и вычисленном значении среднеквадратического отклонения $\sigma = \pm 3,1$ МПа.

Требуемую точность измерений можно определить для разных уровней доверительной вероятности $p_d = 0,9011; 0,9545; 0,9973$. Значения t принимаем по табл. 5.1.

Таблица 5.2

Коэффициент Стьюдента $\alpha_{ст}$

n	p_d					
	0,80	0,90	0,95	0,99	0,995	0,999
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 $\mu = \pm 3,1 \cdot 1,65 = \pm 5,1$; $\pm 3,1 \cdot 2,0 = \pm 6,2$; $\pm 3,1 \cdot 3,0 = \pm 9,3$ МПа. Следовательно, для данного средства и метода измерений доверительный интервал возрастает примерно в два раза, если p_d увеличить только на 10 %.

Если необходимо определить достоверность измерений для установленного доверительного интервала, например, $\mu = \pm 7$ МПа, то по формуле (5.2)

$$t = \mu / \sigma = 7 / 3,1 = 2,26.$$

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

Уравнением значимости называют значение $(1 - p_d)$. Из него следует, что при нормальном законе распределения погрешность, превышающая доверительный интервал, будет встречаться один раз из n_u измерений, где

$$n_u = p_d / (1 - p_d), \quad (5.4)$$

или приходится забраковать одно из измерений.

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

По формуле (5.4) при $p_d = 0,9$ получим

$$n_u = 0,9 / (1 - 0,9) = 9 \text{ измерений.}$$

При $p_d = 0,95$ $n_u = 19$, а при $p_d = 0,9973$ $n_u = 367$, измерений.

Определение минимального количества измерений. Экспериментатор 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 минимального, но достаточного числа измерений для данных условий. Задача сводится к установлению минимального объема выборки (числа измерений) N_{\min} при заданных значениях доверительного интервала 2μ и доверительной вероятности p_d . При выполнении измерений необходимо знать их точность.

$$\Delta = \sigma_0 \sqrt{x}, \quad (5.5)$$

где σ_0 – среднееарифметическое значение среднеквадратичного отклонения σ , $\sigma = \sigma_0 / n$.

Значение σ_0 называют *средней ошибкой*. Доверительный интервал ошибки измерения Δ определяется аналогично для измерений $\mu = \sigma t_0$.

С помощью t легко определить доверительную вероятность ошибки измерений из табл. 5.1.

Довольно часто в экспериментальных исследованиях по заданной точности Δ и доверительной вероятности измерения определяют минимальное количество измерений, гарантирующих требуемые значения Δ и p_d .

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

$$\mu = \sigma \operatorname{arg}\phi(p_d) = \sigma_0 / \sqrt{n} t. \quad (5.6)$$

При $N_{\min} = n$ получаем

$$N_{\min} = \sigma_0^2 t^2 / \Delta^2 = k^2 t^2 / \Delta^2, \quad (5.7)$$

где k_v – коэффициент изменчивости или вариации, %; Δ – точность измерений, %.

Для определения N_{\min} может быть принята следующая последовательность вычислений:

1) проводится предварительный эксперимент с количеством измерений 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 устанавливается требуемая точность измерений Δ , которая не должна превышать точности прибора;

4) устанавливается нормированное отклонение t , значение которого обычно зависит от точности метода или задается;

5) по формуле (5.7) определяют N_{\min} , и тогда в дальнейшем процессе 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 выполнить 25 измерений; допустимое отклонение параметра $\pm 0,1$ м. Если предварительно вычисленное значение $\sigma = 0,4$ м, то можно определить, с какой достоверностью комиссия оценит данный параметр.

Согласно инструкции $\Delta = 0,1$ м. Из формулы (5.7) получим

$$t = \frac{\sqrt{\Delta}}{\sigma} = \frac{\sqrt{0,1}}{0,4} = 1,25.$$

В соответствии с табл. 5.1 при $t = 1,25$ доверительная вероятность $p_d = 0,79$. Это низкая вероятность. Погрешность, превышающая доверительный интервал $2\mu = 0,2$ м, согласно выражению (5.4) будет встречаться $0,79/(1-0,79) = 3,37$, то есть один раз из четырех измерений. Это недопустимо. Поэтому необходимо вычислить минимальное количество измерений с доверительной вероятностью p_d , равной 0,9 и 0,95. По формуле (5.7) при $p_d = 0,90$ имеем

$$N_{\min} = 0,4^2 \cdot 1,65 / 0,2^2 = 43 \text{ измерения}$$

при $p_d = 0,95$ $N_{\min} = 64$ измерения, что значительно превышает установленные 25 измерений.

Оценки измерений с использованием σ и σ_0 с помощью приведенных методов справедливы при $n > 30$.

В 1908 году английский математик У. Госсет (псевдоним Стьюдент) предложил метод для нахождения границы доверительного интервала при малых значениях n , который применяют и сегодня. Кривые

распределения Стьюдента в случае $n \rightarrow \infty$ (практически при $n > 20$) переходят в кривые нормального распределения (рис. 5.1).

Доверительный интервал для малой выборки

$$\mu_{ст} = \sigma \alpha_{0 ст}, \quad (5.8)$$

где $\alpha_{ст}$ – коэффициент Стьюдента, принимаемый по табл. 5.2 в зависимости от значения доверительной вероятности p_d .

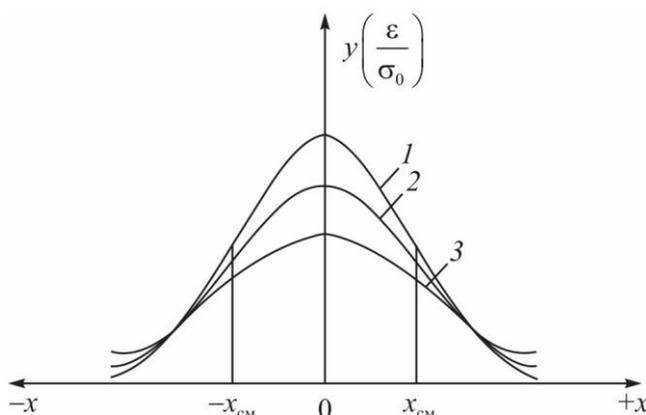


Рис. 5.1. Кривые распределения Стьюдента: 1 – $n \rightarrow \infty$, 2 – $n = 10$, 3 – $n = 2$

Зная $\mu_{ст}$, можно вычислить действительное значение изучаемой величины для малой выборки,

$$x_d = \bar{x} \pm \mu_{ст}. \quad (5.9)$$

Возможна и другая постановка задачи. По n известных измерений малой выборки необходимо определить доверительную вероятность p_d при условии, что погрешность среднего значения не выйдет за пределы $\pm \mu_{ст}$. Эту задачу решают в следующей последовательности.

Вначале вычисляется среднее значение \bar{x} , σ_0 и $\alpha_{ст} = \mu_{ст} / \sigma_0$. Затем с помощью величины $\alpha_{ст}$, известного n и табл. 5.2 определяется доверительная вероятность.

В процессе обработки экспериментальных данных следует исключать грубые ошибки ряда. Появление таких ошибок вполне вероятно, а их наличие серьезно может повлиять на результат измерений. Но прежде чем исключить то или иное измерение, необходимо убедиться,

что это действительно грубая ошибка, а не отклонение вследствие статистического разброса.

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

$$x_{\max, \min} = \bar{x} \pm 3\sigma. \quad (5.10)$$

Наиболее достоверными являются методы, базирующиеся на использовании доверительного интервала. Например, имеется статистический ряд малой выборки, подчиняющийся закону нормального распределения.

При наличии грубых ошибок критерии их появления вычисляются по формулам

$$\beta_1 = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{\sigma} \sqrt{\frac{n-1}{n}}, \quad (5.11)$$

$$\beta_2 = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\sigma} \sqrt{\frac{n-1}{n}}$$

Максимальные значения β_{\max} , возникающие вследствие статистического разброса, в зависимости от доверительной вероятности приведены в табл. 5.3. Если $\beta_1 > \beta_{\max}$, то значение x_{\max} необходимо исключить из статистического ряда как грубую погрешность. При $\beta_2 < \beta_{\max}$ исключается величина x_{\min} . После исключения грубых ошибок определяют новые значения \bar{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. Романовского.

При использовании этого метода методика выявления грубых ошибок сводится к следующему. Задаются доверительной вероятностью p_d и по табл. 5.4 в зависимости от n находят коэффициент q и вычисляют предельно допустимую абсолютную ошибку отдельного измерения:

$$\varepsilon_{пр} = \sigma q. \quad (5.12)$$

Таблица 5.3

Критерий появления грубых ошибок

n	β_{\max} при p_d			n	β_{\max} при p_d		
	0,90	0,95	0,99		0,90	0,95	0,99
3	1,41	1,41	1,41	15	2,33	2,49	2,80
4	1,64	1,69	1,72	16	2,35	2,52	2,84
5	1,79	1,87	1,96	17	2,38	2,55	2,87
6	1,89	2,00	2,13	18	2,40	2,58	2,90
7	1,97	2,09	2,26	19	2,43	2,60	2,93
8	2,04	2,17	2,37	20	2,45	2,62	2,96
9	2,10	2,24	2,46	25	2,54	2,72	3,07
10	2,15	2,29	2,54	30	2,61	2,79	3,16
11	2,19	2,34	2,61	35	2,67	2,85	3,22
12	2,23	2,39	2,66	40	2,72	2,90	3,28
13	2,26	2,43	2,71	45	2,76	2,95	3,33
14	2,30	2,46	2,76	50	2,80	2,99	3,37

Таблица 5.4

Коэффициент для вычисления предельно допустимой ошибки измерения

n	Значения q при p_d			
	0,95	0,98	0,99	0,995
2	15,56	38,97	77,96	779,7
3	4,97	8,04	11,46	36,5
4	3,56	5,08	6,58	14,46
5	3,04	4,10	5,04	9,43
6	2,78	3,64	4,36	7,41
7	2,62	3,36	3,96	6,37
8	2,51	3,18	3,71	5,73
9	2,43	3,05	3,54	5,31
10	2,37	2,96	3,41	5,01
12	2,29	2,83	3,23	4,62
14	2,24	2,74	3,12	4,37
16	2,20	2,68	3,04	4,20

18	2,17	2,64	3,00	4,07
20	2,15	2,60	2,93	3,98
∞	1,96	2,33	2,58	3,29

Если $x - x_{\max} > \varepsilon_{\text{пр}}$, то измерение x_{\max} исключают из ряда наблюдений.

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) σ_0 ;
- принять доверительную вероятность p_d и найти доверительные интервалы $\mu_{\text{ст}}$ с помощью (5.8);
- окончательно установить действительное значение измеряемой величины x_d по формуле (5.9).

Для более глубокого анализа экспериментальных данных рекомендуется такая последовательность:

1) после получения экспериментальных данных в виде статистического ряда его анализируют и исключают систематические ошибки;

2) анализируют ряд в целях обнаружения грубых ошибок и промахов; устанавливают подозрительные значения x_{\max} и x_{\min} ; определяют среднеквадратичное отклонение σ , вычисляют по формуле (5.11) критерии β_1 и β_2 и сопоставляют их с β_{\max} и β_{\min} ; исключают при необходимости из статистического ряда x_{\max} или x_{\min} и получают новый ряд из новых членов;

3) вычисляют среднеарифметическое значение \bar{x} , погрешности отдельных измерений $(x - x_i)$ и среднеквадратичное отклонение очищенного ряда σ ;

4) находят среднеарифметическое значение среднеквадратичного отклонения σ_0 серии измерений и коэффициент вариации k_v ;

5) при большой выборке задаются доверительной вероятностью $p_d = \Phi(t)$ или уравнением значимости $(1 - p_d)$ и по табл. 5.1 определяют значения t ;

6) при малой выборке ($n < 30$) в зависимости от принятой доверительной вероятности p_d и числа членов ряда n принимают

коэффициент Стьюдента $\alpha_{ст}$; 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 исследуемой величины;

8) оценивают относительную погрешность (%) серии измерений при заданной доверительной вероятности p_d :

$$\delta = \frac{\alpha_{ст} \sigma_0}{x} \cdot 100. \quad (5.13)$$

Если погрешность серии измерений соизмерима с погрешностью прибора $B_{пр}$, то границы доверительного интервала будут определяться по формуле

$$\mu_{ст} = \sigma_0 \sqrt{1 + \frac{\alpha_{ст}^2}{3}}. \quad (5.14)$$

Этой формулой следует пользоваться при $\alpha_{ст} \sigma_0 \leq 3B_{пр}$. Если же $\alpha_{ст} \sigma_0 > 3B_{пр}$, 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 эксперименте не обнаружено, то можно выяснить, не содержат ли измерения грубых ошибок. Если воспользоваться первым методом (критерием β_{max}), то необходимо вычислить среднеарифметическое \bar{x} и отклонение σ . При этом удобно пользоваться формулой

$$\bar{x} = \bar{x}' + (\bar{x}_i - \bar{x}') / n$$

где \bar{x}' – среднее произвольное число. Для вычисления \bar{x} , например, можно принять произвольно $\bar{x}' = 75$. Тогда $\bar{x} = 75 - 3/18 = 74,83$.

Таблица 5.5

Результаты измерений и их обработки

x_i	$x_i - \bar{x}'$	$x_i - \bar{x}$	$(\bar{x} - x_i)^2$
67	-8	-7,83	64
67	-8	-7,83	64
68	-7	-6,83	49
68	-7	-6,83	49

69	-6	-5,83	36
70	-5	-4,83	25
71	-4	-3,83	16
73	-2	-1,83	4
74	-1	-0,83	1
75	0	+0,17	0
76	+1	+1,17	1
77	+2	+2,17	4
78	+3	+3,17	9

Окончание табл. 5.5

x_i	$x_i - x'$	$x_i - \bar{x}$	$(\bar{x} - x_i)^2$
79	+4	+4,17	16
80	+5	+5,17	25
81	+6	+6,17	36
82	+7	+7,17	49
92	+17	+17,17	289
$\bar{x}' = 74,83$	$\Sigma = -3$	Проверка -46,5; +46,5	$\Sigma = 737$

В формуле (5.1) значение $(\bar{x} - x_i)^2$ можно найти более простым методом:

$$(\bar{x} - x_i)^2 = \left[(x_i - x') - (\bar{x} - x') \right]^2 = (x_i - x')^2 - 2(x_i - x')(\bar{x} - x') + (\bar{x} - x')^2$$

$$\sum (x_i - x_i) = \sum (x_i - x') - n(\bar{x} - x')$$

В данном случае

$$(\bar{x} - x_i)^2 = 737 - 3^2/18 = 736,5.$$

По (5.1)

$$\sigma = 736,5/(18 - 1) = 6,58,$$

коэффициент вариации

$$k_B = 100 \cdot 6,58/74,83 = 8,8 \%,$$

следовательно,

$$\beta =_1 \frac{92 - 74,83}{6,58 \sqrt{\frac{18\Gamma}{18}}} = 2,68.$$

Как видно из табл. 5.3, при доверительной вероятности $p_d = 0,99$ и $n = 18$ $\beta_{\max} = 2,90$. Поскольку $2,68 < \beta_{\max}$, измерение 92 не является грубым промахом. Если $p_d = 0,95$, то $\beta_{\max} = 2,58$, и тогда значение 92 следует исключить.

Если применить правило 3σ , то

$$x_{\max, \min} = 74,82 \pm 3 \cdot 6,58 = 94,6 \dots 55,09,$$

то есть измерение 92 следует оставить.

В случае когда измерение 92 исключается, $\bar{x}' = 73,8$ и $\sigma = 5,15$.

Для всей серии измерений при $n = 18$ среднеарифметическое среднеквадратичного отклонения $\sigma_0 = 5,15/17 = 1,25$.

Поскольку $n < 30$, ряд следует отнести к малой выборке и доверительный интервал вычисляется с применением коэффициента Стьюдента $\alpha_{ст}$. По табл. 5.2 принимается доверительная вероятность 0,95, и тогда при $n = 18$ $\alpha_{ст} = 2,11$; если $n = 17$, то $\alpha_{ст} = 2,12$. При $n = 18$ доверительный интервал

$$\mu_{ст} = \pm 1,55 \cdot 2,11 = \pm 3,2,$$

при $n = 17$

$$\mu_{ст} = \pm 1,25 \cdot 2,12 = \pm 2,7.$$

Действительное значение изучаемой величины

при $n=18$ $\square_{x_d} = 74,8 \pm 3,2$, при $n=17$ $\square_{x_d} = 73,8 \pm 2,7$.

Относительная погрешность результатов серии измерений при $n = 18$ $\delta = (3,2 \cdot 100)/74,8 = 4,3$ %; при $n = 17$ $\delta = (2,7 \cdot 100)/73,8 = 3,7$ %.

Таким образом, если принять $x_i = 92$ за грубый промах, то погрешность 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 , затем с помощью формулы (5.7) определяют N_{\min} .

В рассмотренном случае $\sigma = 6,58$; $k_b = 8,91$ %. Если задана точность $\Delta = 5$ и 3 % при доверительной вероятности $p_d = 95$ %, то $\alpha_{ст} = 2,11$. Следовательно, при $\Delta = 5$

$$N_{\min} = (8,91^2 \cdot 2,11^2) / 5^2 = 14,$$

а при $\Delta = 3$ %

$$N_{\min} = (8,91^2 \cdot 2,11^2) / 3^2 = 40.$$

Таким образом, требование повышения точности измерения, но не выше точности прибора приводит к значительному увеличению повторяемости опытов.

В процессе экспериментальных исследований часто приходится иметь дело с косвенными измерениями. При этом в расчетах применяют те или иные функциональные зависимости типа

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (5.15)$$

В данную функцию подставляют приближенные значения, и окончательный результат также будет приближенным. Поэтому одной из основных задач теории случайных ошибок является определение ошибки функции, если известны ошибки их аргументов.

При исследовании функции одного переменного предельные абсолютные $\varepsilon_{пр}$ и относительные $\delta_{пр}$ погрешности вычисляют следующим образом:

$$\varepsilon_{пр} = \pm \varepsilon_x f'(x), \quad (5.16)$$

$$\delta_{пр} = \pm d [\ln(x)], \quad (5.17)$$

где $f'(x)$ – производная функции $f(x)$; $d[\ln(x)]$ – дифференциал натурального логарифма функции.

Если исследуется функция многих переменных, то

$$\varepsilon = \pm_{пр} \left(\sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \right| \varepsilon_{x_i} \right), \quad (5.18)$$

$$\delta_{пр} = \pm d |\ln(x_1, x_2, \dots, x_n)|. \quad (5.19)$$

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

(аргументов). Обычно величина $x_d \pm \varepsilon$ каждого переменного измерена, следовательно, абсолютные ошибки для аргументов $\varepsilon_{x1}, \varepsilon_{x2}, \dots, \varepsilon_{xn}$ известны. Затем вычисляют относительные ошибки независимых переменных: $\delta_{x1} = \varepsilon_{x1}/x_d; \delta_{x2} = \varepsilon_{x2}/x_d; \dots \delta_{xn} = \varepsilon_{xn}/x_d$. (5.20)

Далее находят частные дифференциалы функции и по формуле (5.18) вычисляют $\varepsilon_{пр}$ в размерностях функции $f(y)$, а с помощью (5.19) вычисляют $\delta_{пр}$ (%).

Установление оптимальных, наиболее выгодных условий измерений является одной из задач теории измерений. Оптимальные условия измерений в данном эксперименте имеют место при $\delta_{пр} = \delta_{пр\ min}$. Методика решения этой задачи сводится к следующему. Если исследуется функция с одним неизвестным переменным, то вначале следует взять первую производную по x , приравнять ее к нулю и определить x_1 . Если вторая производная по x_1 положительна, то функция (5.15) в случае $x = x_1$ имеет минимум.

При наличии нескольких переменных поступают аналогичным способом, но берут производные по всем переменным x_1, \dots, x_n . В результате минимизации функций устанавливают оптимальную область измерений (интервал температур, напряжений, силы тока, угла поворота стрелки на приборе и т.д.) каждой функции $f(x_1, \dots, x_n)$, при которой относительная ошибка измерений минимальна, то есть $\delta_{xi} = \min$.

Довольно часто в исследованиях возникает вопрос о достоверности данных, полученных в опытах. Например, пусть установлена прочность контрольных образцов бетона до виброперемешивания

$$R_1 = R_1 \pm \sigma = 20 \pm 0,5 \text{ МПа}$$

и прочность бетонных образцов после виброперемешивания

$$R_2 = R_2 \pm \sigma = 23 \pm 0,6 \text{ МПа.}$$

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 экспериментальных данных по условию

$$\bar{x} / \sigma \geq 1,3. \quad (5.21)$$

В данном случае проверяется разность $\bar{x} = R_1 - R_2 = 3,0$ МПа. Ошибка измерения $\sigma = \sigma_0 + \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$, поэтому

$$\frac{\bar{x}}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} = \frac{3,0}{\sqrt{0,25 + 0,36}} = 3,84 > 3. \quad (5.22)$$

Следовательно, полученный прирост прочности является достоверным.

Выше были рассмотрены общие методы проверки экспериментальных измерений на точность и достоверность. Но кроме этого, ответственные эксперименты должны быть проверены и на воспроизводимость результатов, то есть на их повторяемость в определенных пределах измерений с заданной доверительной достоверностью. Суть такой проверки заключается в следующем.

Имеется несколько параллельных опытов. Для каждой серии опытов вычисляют среднеарифметическое значение \bar{x}_i (n – число измерений в одной серии, принимаемое обычно равным 3–4). Далее вычисляют дисперсию D_i .

Чтобы оценить воспроизводимость, вычисляют расчетный критерий Кохрена

$$k_{кр} = \max_i D_i / \sum_1^m D_i, \quad (5.23)$$

где $\max_i D_i$ – наибольшее значение дисперсий из числа рассматриваемых

параллельных серий опытов m ; $\sum_1^m D_i$ – сумма дисперсий m серий.

Рекомендуется принимать $2 \leq m \leq 4$. Опыты считают воспроизводимыми при

$k_{кр} \leq k_{кг}$, (5.24) где $k_{кг}$ – табличное значение критерия Кохрена (табл. 5.6), принимаемое в зависимости от доверительной вероятности p_d 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

$$k_{кр} = \frac{2,96}{2,96 + 2,0 + 0,4} = 0,55.$$

Вычислим число степеней свободы $q = n - 1 = 5 - 1 = 4$. Так, например, для $m = 3$ и $q = 4$ согласно табл. 5.6 значение критерия Кохрена $k_{кр} = 0,74$. Так как $0,55 < 0,74$, то измерения в эксперименте следует считать воспроизводимыми.

Таблица 5.6

Критерий Кохрена $k_{кр}$ при $p_d = 0,95$

m	$q = n - 1$									
	1	2	3	4	5	6	8	10	16	36
2	0,99	0,97	0,93	0,90	0,87	0,85	0,81	0,78	0,73	0,66
3	0,97	0,93	0,79	0,74	0,70	0,66	0,63	0,60	0,54	0,47
4	0,90	0,76	0,68	0,62	0,59	0,56	0,51	0,48	0,43	0,36
5	0,84	0,68	0,60	0,54	0,50	0,48	0,44	0,41	0,36	0,26
6	0,78	0,61	0,53	0,48	0,44	0,42	0,38	0,35	0,31	0,25
7	0,72	0,56	0,48	0,43	0,39	0,37	0,34	0,31	0,27	0,23
8	0,68	0,51	0,43	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,24	0,20
9	0,64	0,47	0,40	0,35	0,33	0,30	0,28	0,25	0,22	0,18
10	0,60	0,44	0,37	0,33	0,30	0,28	0,25	0,23	0,20	0,16
12	0,57	0,39	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14
15	0,47	0,33	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,14	0,11

Окончание табл. 5.6

m	$q = n - 1$									
	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: t – число параллельных опытов; q – число степеней свободы; n – число измерений в серии.

Таблица 5.7

Результаты измерений прочности грунта методом пенетрации и их обработка

Серия опытов	Измерение величины и повторности					Вычисленные	
	1	2	3	4	5	\bar{x}_i	D_i
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 представление о результатах эксперимента, чем табличные данные. Поэтому чаще табличные данные обрабатывают графическими методами с использованием обычной прямоугольной системы координат. Чтобы построить график, необходимо хорошо знать ход исследования, течение исследовательского процесса, т.е. то, что можно взять из теоретических исследований.

Экспериментальные точки на графике необходимо соединять плавной линией, чтобы она проходила как можно ближе ко всем экспериментальным точкам. Но могут быть исключения, так как иногда исследуют явления, для которых в определенных интервалах наблюдается быстрое скачкообразное изменение одной из координат рис. 5.2.

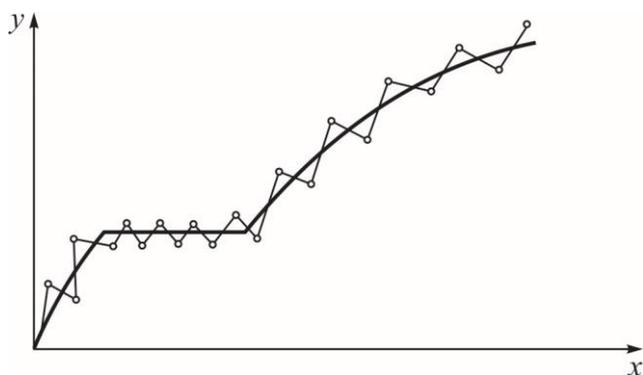


Рис. 5.2. Скачкообразное изменение функции

Это объясняется сущностью физико-химических процессов, например радиоактивным распадом атомов в процессе исследования радиоактивности. В таких случаях необходимо плавно соединять точки кривой. Общее «осреднение» всех точек плавной кривой может привести к тому, что скачок функции подменяется погрешностями измерений.

Иногда исследуются явления, для которых в определенном интервале наблюдается скачкообразное изменение одной из координат, объясняемое 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 отклонения точки. Повторные измерения могут подтвердить или отвергнуть наличие такого отклонения.

Если измеряемая величина является функцией двух переменных параметров (x , y), то в одних координатах можно построить несколько графиков (рис. 5.3), разбив диапазон измерения одного из параметров на несколько отрезков $y_1, y_2 \dots y_n$ [2].

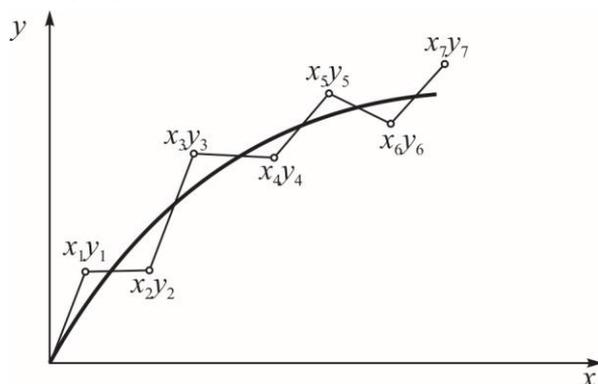


Рис. 5.3. Разбивка диапазона измерений на несколько отрезков

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 пределах интервала измерения $z_1 - z_n$ задают несколько последовательных значений. Для двух остальных переменных x и y строят графики $y = f_1(x)$, при $z_1 = \text{const}$. В результате на одном графике получают семейство кривых $y = f_1(x)$ для различных значений z (рис. 5.4).

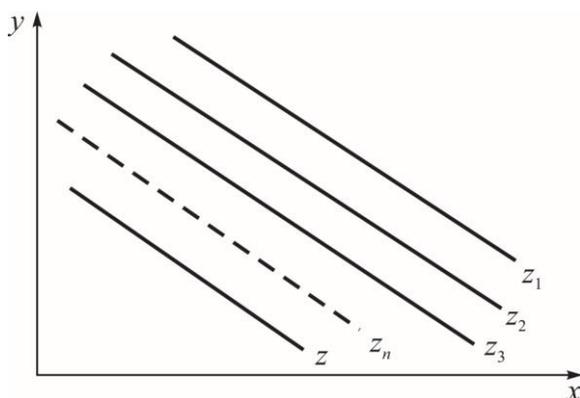


Рис. 5.4. Метод разделения переменных

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, полулогарифмическими, вероятностными. Их применяют для более наглядного представления изучаемой зависимости, например спрямление криволинейных зависимостей.

Полулогарифмическая координатная сетка имеет равномерную ординату и логарифмическую абсциссу (рис. 5.5, а); логарифмическая координатная сетка имеет обе оси логарифмические (рис. 5.5, б); вероятностная координатная сетка имеет обычно равномерную ординату и вероятностную 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 экспериментальных данных имеет вероятностная сетка, применяемая в разных случаях,

например при определении расчетных характеристик (расчетных значений модуля упругости бетона, расчетной влажности щебня) или при обработке измерений для оценки точности.

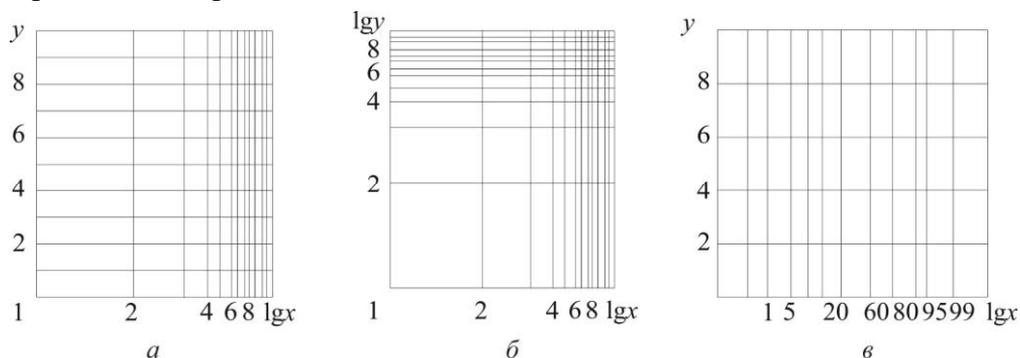


Рис. 5.5. Виды координатных сеток: *a* – полулогарифмические; *б* – логарифмические; *в* – вероятностная сетка

Также при обработке экспериментальных данных графическим способом необходимо составить расчетные графики, которые ускоряют нахождение по одной переменной других. При этом повышаются требования 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 расчетных, выбор масштаба, что связано с размерами чертежа и, соответственно, с точностью снимаемых с него значений величин. Чем больше масштаб, тем выше точность снимаемых значений. Графики, как правило, не должны превышать размеров 20 x15 строительной механики.

Графики с минимумом или максимумом необходимо особенно тщательно вычерчивать в области экстремума. Поэтому здесь экспериментальные точки должны быть чаще. Часто для систематических расчетов вместо сложных теоретических или эмпирических формул используют номограммы, которые строят, применяя равномерные или неравномерные координатные сетки [3].

5.4. Оформление результатов научного исследования

Когда сформулированы выводы и обобщения, продуманы доказательства и подготовлены все иллюстрации, наступает следующий этап – литературное оформление полученных результатов в виде отчета, статьи, доклада или презентации [3, 16, 17].

Литературное оформление результатов творческого труда предполагает знание и соблюдение определенных требований, предъявляемых к содержанию научной рукописи. В научных работах особенно важны ясность изложения, систематичность и последовательность представления материала.

Текст научной рукописи следует делить на абзацы, то есть на части, начинающиеся с красной строки. Важно помнить, что правильная разбивка на абзацы облегчает чтение и усвоение содержания текста. Критерием 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 перехода к новой мысли, пока первая не получила полного законченного выражения. Писать текст нужно по возможности краткими и ясными для понимания предложениями. Текст лучше воспринимается, если в нем исключены частое повторение одних и тех же слов и выражений, тавтологии, 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, например, *автор полагает* или *по нашему мнению* и т.д.

Не рекомендуется перегружать рукопись цифрами, цитатами, иллюстрациями, так как это отвлекает внимание читателя и затрудняет понимание содержания. Цитируемые в рукописи места (например, высказывания) должны иметь точные ссылки на источники.

Необходимым условием является соблюдение единства условных обозначений и допускаемых сокращений слов, которые должны соответствовать принятым стандартам.

Структура научной работы. Каждое произведение научного характера можно условно разделить на три части: вводную, основную и заключительную.

Вначале придумывается *заглавие* работы. Оно должно быть кратким, определенным и отвечающим содержанию работы. Название работы выносится на титульную страницу.

Титульный лист – это первая страница рукописи, на которой указаны надзаголовочные данные, сведения об авторе, заглавие, подзаголовочные

данные, сведения о научном руководителе, место и год выполнения работы.

Оглавление раскрывает суть работы путем обозначения глав, параграфов и других рубрик рукописи с указанием страниц, с которых они начинаются. Оно может быть в начале или в конце работы. Названия глав и параграфов должны точно повторять соответствующие заголовки в тексте.

При оформлении научной работы иногда возникает необходимость написать предисловие. В нем излагаются внешние предпосылки создания научного труда: чем вызвано его появление; где и когда была выполнена 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, научная и практическая значимость темы, степень ее разработанности, то есть обосновывается выбор темы научного исследования. Здесь же формулируются цели и задачи, которые ставились автором, описываются примененные методы и практическая база исследования.

В диссертационных исследованиях указывают объект и предмет исследования, 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 основного текста.

Основная часть состоит из нескольких глав, разбитых на параграфы. Первый параграф чаще бывает посвящен истории или общетеоретическим вопросам рассматриваемой темы, а в последующих параграфах раскрывают основные ее аспекты.

В основное содержание работы входит обобщение материала, методы, экспериментальные данные и выводы самого исследования. Особое внимание следует обращать на точность используемых в тексте слов и выражений, не допускать возможности их двусмысленного толкования. Новые термины или понятия необходимо подробно разъяснять.

Цифровой материал должен быть представлен в доступной форме (в виде таблиц, графиков, диаграмм). Особой точности требует цифровой материал, чтобы избежать неверных выводов.

Таблицы, включенные в текст должны иметь наименование (заголовки) и номер или для всей работы (табл. 2), или для данной главы,

например, четвертой (табл. 4.2). Таблица должна содержать ответы на четыре вопроса: *что, когда, где, откуда*. Текст к таблице дается очень краткий, в нем указываются только основные взаимоотношения и выводы, которые вытекают из цифрового материала.

В конце работы как итог пишутся *выводы* в виде кратко сформулированных и пронумерованных отдельных тезисов. Выводы должны касаться только того материала, который изложен в работе. Следует соблюдать главный принцип: *в выводах нужно идти от частных к более общим и важным положениям*.

Характерной ошибкой при написании выводов является перечисление того, что сделано в работе вместо формулировки результатов исследования.

В заключении в логической последовательности излагают полученные 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 нормативных актов. Каждому материалу приложения надо присвоить самостоятельный порядковый номер, который при необходимости можно указать в тексте при ссылке на вспомогательные материалы. При подсчете объема научной работы приложения не учитываются.

При написании научной работы необходима аннотация или реферат.

Аннотация – это краткая характеристика научной работы с точки зрения 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: характеристику типа научной работы, основную тему, проблему, объект, цель работы и ее результаты. В аннотации указывается, что нового несет в себе данная работа. Средний объем аннотации составляет 600 печатных знаков.

Реферат – это сокращенное изложение содержания первичного документа или его части с основными фактическими сведениями и

выводами. 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, согласно которому он должен включать тему, предмет исследования, характер и цель работы, методы проведения исследования, конкретные результаты, выводы и оценки, характеристику области применения. Средний объем реферата составляет от 500 до 5500 пч. зн. (для документов большого объема).

Научная информация имеет свойство куммулятивности, то есть свойство уменьшения объема со временем путем более краткого, обобщенного изложения при переходе от документов, фиксирующих результаты лабораторных экспериментов, к научно-техническому отчету, статьям, 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 важная, актуальная, «отстоявшаяся», наиболее соответствующая читательскому назначению для подготавливаемого документа.

Такое представление научно-технической информации в более уплотненном виде достигается путем *свертывания информации*. Это понятие 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 необходимости имелась возможность вновь его развернуть на основе сохраненных «смысловых вех», «смысловых опорных пунктов». Так поступают, например, при составлении индивидуального конспекта, в который включается обычно то, что впоследствии позволяет мысленно восстановить конспектируемый текст.

Свертывание бывает метаинформативное и информативное.

Метаинформативное свертывание – это создание ряда документов, основная цель которых раскрыть тему и содержание других документов (библиографические описания, аннотации, библиографические обзоры,

авторефераты диссертаций, предисловия и введения к книгам, программы учебных курсов, справочные аппараты изданий).

Информативное свертывание – это создание ряда документов, основная цель, которых служить непосредственным источником информации при решении определенных задач. Его результатом могут быть как первичные документы (отчет, статья, краткое сообщение, информационный листок), так и вторичные (рефераты, фактографические справки, реферативные обзоры).

Важным этапом работы над рукописью отчета или другого материала, готовящегося к печати, является *редактирование*, которое осуществляется первоначально автором при работе над рукописью (авторский этап издательского процесса) и затем редактором (редакционный этап издательского процесса).

Основной целью редактирования является критический анализ предназначенной к изданию работы с целью ее правильной оценки и совершенствования содержания и формы в интересах читателя и общества. При редактировании 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, достоверность, точность и убедительность, на соблюдение законов и закономерностей конкретной науки, отрасли знаний, производства, на соответствие отдельных 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 определений автора нормам логически правильного мышления;
- грамматико-стилистическая и графическая (качество таблиц и иллюстраций).

Иллюстрация – это изображение, служащее пояснением либо дополнением к какому-либо тексту. В таких издательствах, как «Просвещение», «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. Повторные ссылки на иллюстрации сопровождаются сокращенным словом *см.* (см. рис. 11). Могут быть ссылки и на часть иллюстрации, обозначенную буквой, например: рис. 40, *а*.

При редактировании необходимо обращать внимание на грамматикостилистическую 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.

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 которых не находит оправдания, должны быть отнесены к лишним.

Слово «редактирование» происходит от лат. *redactus*, 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 многократными 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 выявления ошибок в тексте, соответствия иллюстраций, единообразия терминологии, обозначений. Только после выполнения этих требований рукопись 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 требованиями, которые обычно публикуются в отдельных номерах журналов в качестве памятки авторам.

Рукопись статьи, представляемая для опубликования в журнале или сборнике, должна содержать полное название работы, фамилию, инициалы автора, аннотацию (на отдельной странице), список использованной 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 представляется в двух экземплярах.

Некоторые научно-технические материалы, хотя и содержат неизвестные ранее сведения, могут заинтересовать лишь небольшую часть специалистов, в связи с чем их публикация в многотиражных журналах нецелесообразна. Для того чтобы предоставить возможность специалистам ознакомиться с такими работами, в стране введено *депонирование рукописей*, то есть принятие на хранение таких материалов. Деponирование предусматривает не только прием и хранение рукописей, но и организацию информации о них, копирование рукописей по запросам потребителей.

Материалы для депонирования оформляются по тем же правилам, что и статьи, представляемые для публикации. За автором депонируемых материалов сохраняется авторское право, в дальнейшем он может опубликовать их. В России функционирует Всероссийская сеть депонирования, включающая около 100 организаций-депозитариев (организаций, принимающих рукописи на хранение). Перечень этих организаций, а также правила оформления депонированных рукописей приведены в инструкции о порядке депонирования рукописных работ по естественным, техническим, общественным наукам (М.: ВИНТИ, 1977).

ВИНТИ 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 отраслевые органы НТК – по тематике отрасли и др.

После опубликования реферата депонированной рукописи автору выдают справку с указанием его фамилии, названия рукописи, наименования реферативного издания, опубликовавшего реферат, и его номера. Организациями-депонентами, направляющими рукописи на депонирование, обычно выступают редакции журналов, вузы, головные НИИ, а решения о передаче рукописи на депонирование принимаются редколлегией журналов, а также учеными, научно-техническими и издательскими советами учреждений и организаций, пользующихся правом издательской деятельности. Они являются ответственными за содержание направляемых на депонирование рукописей.

Депонирование дает авторам рукописей некоторые преимущества по сравнению с авторами опубликованных материалов, так как

депонированные рукописи реферируются одновременно с опубликованными и практически не ограничиваются по объему.

Все работы, предназначенные, для публикации, проходят предварительное рецензирование. *Рецензия* – это обычно небольшая статья, содержащая критическую оценку или анализ печатного труда. Рецензия должна содержать: заглавие рецензируемого источника; краткое перечисление основных вопросов; указание на основные достоинства и недостатки рецензируемой работы. В конце рецензии приводится резюме, в котором оценивается актуальность работы, ее теоретическая и практическая значимость, дается оценка правильности доказательств и выводов.

Различают рецензии *информационные*, кратко освещающие содержание рассматриваемой работы, и *критические* рецензии, подвергающие научному анализу позиции автора, уточняющие или дополняющие использованный автором фактический материал [3].

5.5. Устное представление информации

Значительную часть научных сведений ученые получают из устных источников – докладов и сообщений на конгрессах, симпозиумах, конференциях, семинарах.

Съезды и конгрессы – высшая и наиболее представительная форма общения имеет национальный или международный характер. Здесь вырабатывается стратегия в определенной области науки и техники.

Конференция является самой распространенной формой обмена информацией. Одна часть (докладчики) сообщает о новых научных идеях, результатах теоретических и экспериментальных исследований, отвечает на вопросы. Другая часть (слушатели) слушает, задает вопросы, участвует в прениях. На конференциях устанавливается строгий регламент для докладчиков, выступающих в прениях, организуется секционная работа. Конференции обычно принимают решения и рекомендации.

На конференциях иногда организуются *стендовые доклады*. В определенном месте вывешивается активный материал к докладу, и докладчик отвечает на вопросы.

Совещание – это форма коллективных контактов ученых и специалистов 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 подготовленными докладами и выступлениями экспромтом.

Наиболее ответственная задача на всех вышеперечисленных мероприятиях 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 концентрировать 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 доклада можно пользоваться краткими записями, чтобы не упустить важное. Это придает чувство уверенности, обеспечивает ясность и краткость изложениям материала.

В процессе доклада держаться следует свободно, обращаться ко всей аудитории, а не концентрировать внимание на отдельном слушателе. При подготовке доклада необходимо предварительно прочесть его 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 поясняющей и обосновывающей частью, а также заключением. В тезисах в краткой форме даются обоснование темы, история вопроса, изложена методика исследования и его результаты. Тезисы могут быть краткими или развернутыми, 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 цепи.

Докладчики в процессе доклада часто используют демонстрационный 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) подразделяются на структурные, функциональные, принципиальные и др. Выполняются они без соблюдения масштаба. На схемах допускается помещать

различные технические данные, указываемые либо около графических обозначений, либо на свободном поле схемы, по возможности над основной надписью.

Диаграммы алгоритмов используются для наглядного представления аналитического решения задачи, разделения процесса на самостоятельные и легко преобразуемые части и для обеспечения работы с алгоритмами. Операция, которая выполняется на каждом шаге алгоритма, 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 дискуссии 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 обосновывать собственную точку зрения. Более того, между различными мнениями устанавливают связи, которые без дискуссии могли бы оказаться упущенными.

Участие в дискуссии – лучший способ развития навыка обдумывания 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 мыслей. Записывать в момент дискуссии трудно, ибо высказываемые мысли не так систематичны (у их автора не было достаточно времени для строгого логического построения своего выступления). Записывать следует резюме, выводы, а также меткие слова, выражения, образные сравнения и примеры, которые впоследствии позволят восстановить в памяти атмосферу дискуссии, помогут вспомнить её содержание.

Формой участия в дискуссии является постановка вопросов с целью уточнить неясные моменты или получить дополнительную информацию. 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: поиск истины, а не победа над противником, ибо последний может оказаться 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 исследования и содержать решение поставленной проблемы. Это ответ на совокупность вопросов, заложенных в названных элементах научного исследования. Вывод должен быть изложен в тех понятиях и выражениях, посредством которых ставились вопросы, а также посредством понятий и выражений, чья связь с исходными может быть установлена в процессе аргументации выводов.

Аргументация – это процесс обоснования определенной точки зрения с целью их смысловой идентификации с исследуемой реальностью и принятия научным сообществом.

В ходе аргументации нужно показать, во-первых, что действительно существуют исследуемые объекты, которые обладают зафиксированными свойствами, интенсивность и динамика которых зависит от структуры объекта, определенной совокупности воздействующих на него факторов, то есть показать, что содержащееся в выводах знание отражает реальное положение вещей.

Во-вторых, предстоит в такой мере повлиять на коллег, работающих по данной проблеме, а также на более широкий круг представителей научного сообщества, практиков, чтобы они приняли предлагаемую точку зрения как собственное убеждение, в определенной мере изменив свои прежние взгляды. Первый процесс составляет логико-гносеологический аспект аргументации, второй – ее логико-коммуникативный аспект.

В качестве синонимов выражения «аргументация» иногда употребляют слова «обоснование» и «доказательство». Наиболее тесную связь отмечают между доказательством и обоснованием, которые являются способами осуществления аргументации. Однако это не вполне корректно, поскольку при некотором совпадении содержания данных процедур в каждой из них доминируют различные установки. В аргументации – это установка на принятие определенной точки зрения научным сообществом, в обосновании – на смысловую идентификацию

данной точки зрения с реальностью, в доказательстве – на установление логической связи между выдвигаемым положением и совокупностью положений, которые считаются истинными и приняты научным сообществом.

Аргументация включает три элемента: *тезис* – положение или совокупность положений, которые требуются 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 подлежат формулируемые законы, гипотезы, теории.

Главную особенность аргументов выражают вопросом «Чем аргументируется тезис?». Данными о действительном положении вещей, которые фиксируются органами чувств человека, или совокупностью знаний, опосредованных чувственными данными? В первом случае аргументами 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 экспериментов, а также построение логичного доказательства, в рамках которого истинность (приемлемость) тезиса обосновывается положениями, истинность которых была доказана ранее.

Специфика каждого из элементов аргументации существенно влияет 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. реальное 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, доказательство 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 приобретенного знания путем прямого наблюдения объектов, существование и параметры которых составляют предмет исследования. Например, непосредственно можно наблюдать все открытые космические объекты и биологические виды, большинство экономических и социальных процессов.

Опосредованное подтверждение – это процесс аргументации приобретенного знания путем установления ею связей с совокупностью знаний, истинность которых была установлена ранее независимо от содержания аргументируемого знания. Обычно такого рода аргументация осуществляется путем выведения следствий из тезиса и их подтверждения.

Доказательство – это тип аргументации, представляющий собой логический процесс, направленный на обоснование истинности определенного положения с помощью других положений, истинность которых установлена ранее.

Опровержение – это тип аргументации, в процессе которого устанавливается ложность тезиса или средств его обоснования.

Эмпирическая аргументация – это обоснование приобретенного знания, непременно включающее ссылку на данные наблюдений и экспериментов. Например, о наличии нового биологического вида, повышении социальной и экономической стабильности.

Теоретическая аргументация – это обоснование приобретенного знания путем установления его связи с элементами знаний теоретического и метатеоретического уровней без непосредственного обращения к данным наблюдений и экспериментов. Это прежде всего интерпретация и объяснение знания, которые выделяют в качестве самостоятельных видов аргументации.

Интерпретация представляет собой процесс экстраполяции исходных положений формальной или математической системы на какуюлибо содержательную систему, исходные положения которой определяются независимо от формальной системы. Она осуществляется в науках, использующих формально-математические методы. В более широком смысле интерпретация – это предписывание определенных значений исследуемому объекту или процессу.

Объяснение – это вид научной аргументации, ориентированный на выяснение сущности исследуемого объекта.

В современных исследованиях показано, что процесс творческого поиска неизбежно включает в себя процессы обоснования, которые корректируют творческие усилия, закрепляют промежуточные результаты, обеспечивают 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 проверки 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?

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, призванное подтвердить высокий уровень выпускника, его способность решать сложные практические и теоретические задачи. Это конечный результат 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 мысли, а также передавать свои знания коллегам по научному направлению.

Диссертация готовится автором единолично. В ней должна содержаться совокупность новых научных результатов и положений,

выдвигаемых для публичной защиты. А также должны быть сформулированы основные направления дальнейшего решения проблемы. Как научное произведение, она должна иметь внутреннее единство и свидетельствовать 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 является одним из главных методов развития научного знания. При выдвижении гипотезы магистрант предполагает, каким образом он намерен достичь поставленной цели исследования. Гипотеза, начиная с плана проекта исследования и кончая готовой диссертацией, может неоднократно уточняться, изменяться или дополняться.

При построении гипотезы и в ходе исследования желательно учесть одно существенное обстоятельство. Добросовестно исследуя свою проблему, магистрант получает как положительные результаты так и отрицательные. Многие стремятся отрицательные моменты в текст диссертации 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 ошибочных вариантов, которые уже опробованы.

Поиск научной идеи – это творческий процесс, поэтому здесь невозможно дать какие-либо готовые рекомендации. Можно лишь посоветовать попытаться идти по пути обобщения уже известных результатов, изложенных в нескольких опубликованных другими авторами научных работах, либо по пути более глубокого рассмотрения каких-либо интересных частных случаев уже известного общего результата. В других случаях получению нового теоретического результата предшествуют обширные экспериментальные исследования объекта, изучение закономерностей его поведения в тех или иных условиях, накопление статистических данных – только потом из них можно вывести новую аналитическую зависимость, пользуясь которой, синтезировать новые технические объекты, обладающие более совершенными свойствами или общей экономической эффективностью.

Практика показывает, что в современной науке появление совершенно новой идеи, разработка новой концепции «с нуля» – явление крайне редкое. Подавляющее большинство новых научных результатов

есть следствие долгого и планомерного развития научной мысли в определенном 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 параграфов, заключение, список использованной литературы и наименование 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 задачи диссертации, раскрываются актуальность темы, её новизна, объект и предмет исследования, анализ полученных результаты и теоретическая и практическая их значимость. В введении к работе желательно кратко сказать об этапах дальнейшего изложения материала и обосновать логику его построения.

Краткая характеристика составляющих введения.

Актуальность темы магистерской диссертации. Тема диссертации это не просто её название. *Тема* – это намечаемый результат исследования, направленный на решение конкретной проблемы. Поэтому важно чётко определиться с выбором, так как на её решение магистрант собирается потратить свои силы и время.

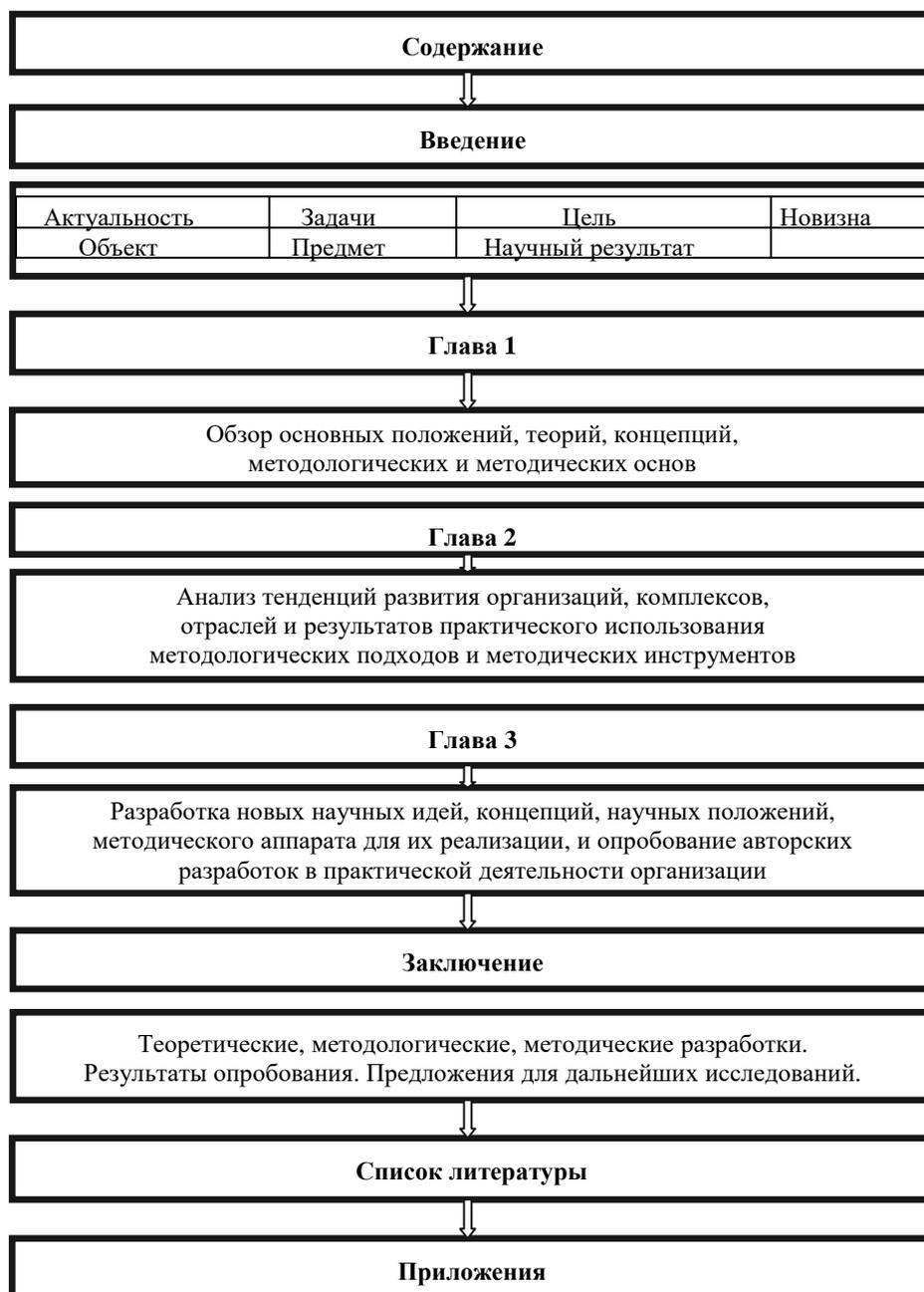


Рис. 6.1. Структура магистерской диссертации

Под *проблемой* понимается различие между тем, как функционирует исследуемая система и тем, как она должна быть организована в соответствии с повышением уровня знаний автора и условиями их практического применения. Проблема всегда заключается в понимании

того, что происходит в рамках изучаемой системы в целом и за счет каких средств поддерживается ее единство. Только в ходе изучения всех взаимосвязей и взаимозависимостей элементов системы можно обнаружить пути устранения причин разбалансированности отдельных звеньев системы.

Формулировка проблемы научного исследования является по сути, кристаллизацией замысла магистранта. Поэтому правильная её постановка это залог успеха всей работы (рис. 6.2).

Шаг 1. Формулирование проблемы

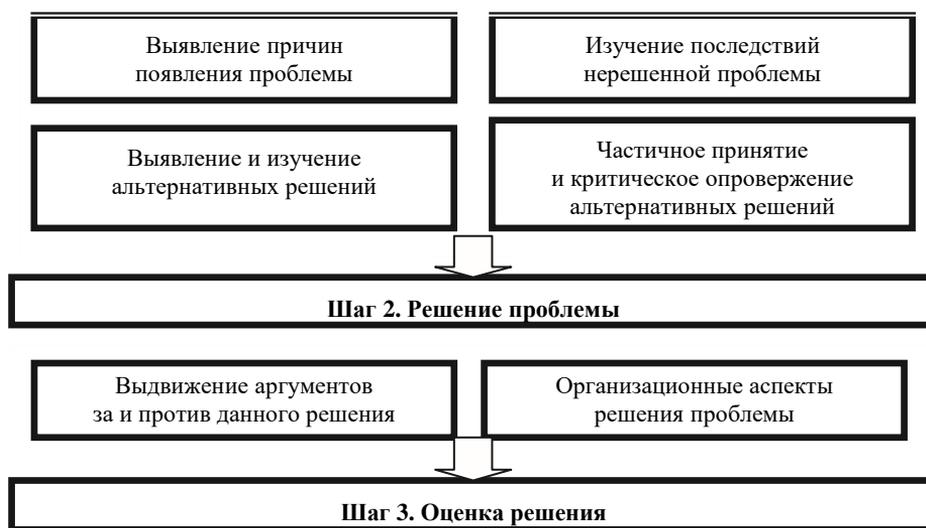


Рис. 6.2. Укрупненная схема решения проблемы

Одним из важных этапов для уяснения четкости проблемы является определение степени её разработанности, проведение анализа различных точек зрения ученых, выявление достижений и «белых пятен» в исследованиях данной проблемы. Он проводится с помощью изучения научной 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 следующими вопросами: «Что?», «Где?» и «Когда?». Только ответив на эти вопросы, проблема будет сформулирована таким образом, что позволит четко очертить круг исследуемых задач.

Важно подчеркнуть, что название проблемы должно содержать именно ее проблемное восприятие, которое требует развернутого

научного исследования. Также необходимо заметить, что название проблемы, по сути, должно соответствовать названию самой диссертационной работы.

Естественно, что при небольшом опыте научной работы у магистранта недостает перспективы видения, чувства актуальности, умения терминологически правильно и кратко выразить то, что он чувствует и понимает. Научный руководитель поможет устранить такие затруднения.

Кроме перечисленного выше действительны следующие меры:

- обратить особое внимание на смежные области знания: бывает, что на стыке двух научных дисциплин можно найти темы, которые, казалось, забыты и той, и другой отраслями науки, но имеют определенные 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 диссертации следует учитывать определенные требования (рис. 6.3).

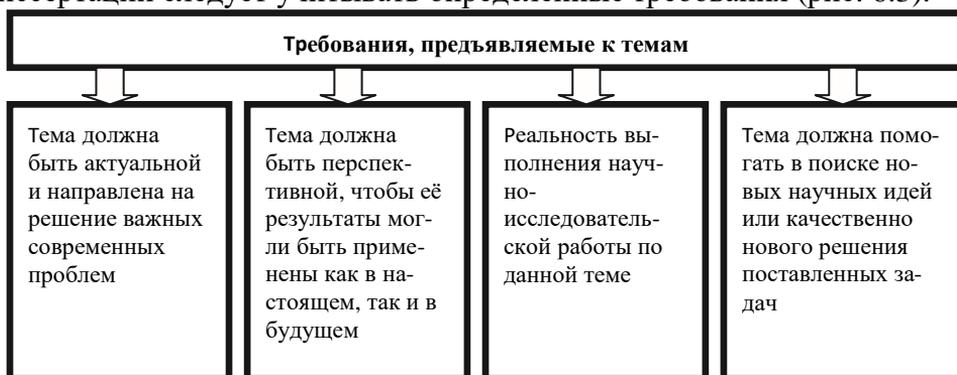


Рис. 6.3. Требования, предъявляемые к определению темы

Необходимо отметить, что все диссертации выполняются на актуальную тему, так как в них рассматриваются недостаточно изученные проблемы. Если магистрант выявляет несоответствия в

предмете исследования, то он вполне может определить актуальность исследования.

После обоснования актуальности темы диссертации можно переходить к определению целизадач исследования [24].

6.3. Формулирование цели и задач исследования

Цель исследования ориентирует на его конечный результат. Он может быть либо теоретико-познавательный либо практически-прикладной. Задачи формулируют вопросы, на которые должен быть получен ответ для достижения цели исследования.

Цель и задачи исследования образуют логически взаимосвязанные цепочки, в которых каждое звено служит средством удержания других звеньев. Конечная цель исследования может быть названа его общей задачей.

Обозначенная проблема должна быть отражена в формулировке цели исследования во введении к диссертации. Цель определяет тактику исследования, то есть последовательность конкретных исследовательских задач, посредством которых проблема может быть решена.

Вариант решения проблемы составляет само содержание диссертации. Первоначально он формируется в виде основной гипотезы исследования. Это пробное решение и его необходимо проверить и доказательно 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 подходы к разрешению общей проблемы исследования.

Объект научного исследования – это определенный элемент реальности, который обладает реальными границами, относительной автономностью 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 каждый 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 обозначается на титульном листе.

Научные результаты. Согласно п. 9 Положения ВАК, «Диссертация должна... содержать совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты... и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку».

Научный результат – это выраженный в том или ином виде фрагмент системы знаний и/или эффект от применения знаний.

В любом научном исследовании одни научные результаты по отношению 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 формулировок теоретические результаты-идеи, имеющие научное объяснение, констатирующие свойства предмета исследования и/или указывающие способы их применения или реализации. К наиболее важным видам научных положений относятся доказательства, обоснования, объяснения, выводы, предложения, рекомендации.

Научные положения не исключают других научных результатов.

Другие научные результаты в отличие от научных положений, обычно носят практическую направленность. Они представляют собой объекты научного творчества, являющиеся воплощениями научных результатов-идей, сформулированных в виде научных положений. Такие результаты лежат в широком спектре – от теоретических до практических. Они выражаются в виде результатов методологического и предметного уровня: научных эффектов, результатов экспериментов, научного инструментария, 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 соотношение 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 разделам диссертации. Окончательные формулировки уже корректируются на основе взятых в обобщенном виде тех выводов и их элементов, которые, во-первых, являются ключевыми с точки зрения достижения общей цели диссертационного исследования, во-вторых, потребовали наибольшего научного творчества и наиболее сложного научного обоснования или доказательства, а в-третьих, обладают наибольшей научной актуальностью, новизной и значимостью.

При необходимости результат, заслуживающий внимания, может быть охарактеризован конкретным понятием: при полной научной новизне («впервые рассмотренный», «не имеющий аналогов», «оригинальный») 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, наличие которого дает автору право на использование понятия «впервые» при характеристике полученных им результатов и проведенного исследования 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 первенства автора в определении и исследовании той или иной темы диссертационного исследования.

Для оценки научной новизны диссертационного исследования используют некоторые признаки. Для большого числа наук существенным признаком является наличие теоретических положений, которые впервые сформулированы и содержательно обоснованы; методических рекомендаций, которые внедрены в практику и оказывают существенное влияние на достижение новых социально-экономических результатов. Новыми считаются только те положения диссертационного исследования, которые способствуют дальнейшему развитию науки в целом и отдельных ее направлений.

К признакам новизны также относят: анализ и обобщение новых явлений, выявление тенденций, закономерностей современного развития тех или иных отраслей науки и наличие выводов и рекомендаций,

обладающих научной ценностью и практической значимостью для различных сфер деятельности.

Если научные разработки исследователя содержат формулировки, обоснования понятий и их отдельных элементов, углубляющих понимание процессов, то он вправе претендовать на новизну.

Важной является работа магистранта по использованию новых методов исследования в различных сферах деятельности.

Практическая значимость. Понятие «практическая значимость» отражает реализацию научной новизны и свидетельствует об оправданности, необходимости выполнения диссертационных исследований, позволяющих 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 значимость его результатов способствует расширению знаний и их применению в определенной области. Практическая значимость диссертационной работы определяет возможность использования полученных автором 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 практику; апробации результатов исследования на научно-практических конференциях; в использовании научных разработок в учебном процессе высших и средних специальных учебных заведений и т.д.

Научный текст диссертации (основная часть). Эта часть диссертационной работы представляет собой научно обоснованный и систематизированный материал исследований, отвечающий поставленным целям и задачам.

Научный текст диссертации характеризуется использованием опубликованных материалов, точных сведений и фактов, логикой изложения, а также научно обоснованных положений, результатов и выводов.

Предложенные магистрантом новые методологические и методические решения должны быть строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными научно-

практическими положениями. 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 различных концепций, научных подходов и взаимосвязей элементов систем, методических позиций. Магистрант кратко описывает содержание этапов развития научных представлений ученых о рассматриваемой проблеме. В процессе научного анализа научных работ магистрант аргументированно описывает достоинства основных научных положений и факторы, влияющие на их развитие.

Первая глава, по сути, является теоретической частью диссертационной работы и служит основой для подготовки второй – аналитической и третьей – практической глав диссертации.

Во второй главе диссертации магистрант проводит анализ полученных экспериментальных, расчетных данных и других материалов, позволяющих обосновать проблему, аргументировать выводы и необходимость решения поставленных задач. В этой главе также анализируется состояние предметной области. Аргументируется необходимость развития существующей практики решения поставленных задач, использования методики и технологии для их решения.

В третьей главе приводятся разработанные методические инструменты, алгоритмы, позволяющие решить поставленные задачи и достичь 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 последовательности. Каждая глава может быть закончена краткими выводами. Эти выводы можно представить как итоговый синтез полученных результатов 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, изложенной в основной части магистерской диссертации, разработанные

автором научные положения, выводы, рекомендации. Последовательность изложения определяется логикой построения диссертационного исследования.

Также в заключении раскрываются основные аспекты практического опробования разработанных научно-методологических и методических положений, приводятся основные направления и рекомендации дальнейшего развития данной темы в соответствующей научной области.

Список использованной литературы. После заключения приводится список использованной литературы. В него входит перечень литературных источников, использованных автором в ходе работы над темой.

Каждый включенный в список литературный источник необходимо отразить в диссертации. Не стоит включать в библиографический список те источники, на которые нет ссылок в тексте диссертации и которые не использовались, а также энциклопедии, справочники, научнопопулярные 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?

Глава 7. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОГО ТВОРЧЕСТВА

7.1. Общие сведения

В нашей стране осуществляется правовая охрана объектов промышленной собственности – *изобретений, полезных моделей и промышленных образцов*.

Права на изобретение, полезную модель, промышленный образец подтверждает патент на изобретение, свидетельство на полезную модель и патент на промышленный образец (далее – патент).

Патент – это документ, удостоверяющий приоритет, авторство, исключительное право на использование изобретения (полезной модели, 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 (авторы) изобретения, работодатель или их правопреемник (далее заявитель) [3, 23].

Рассмотрение заявок на изобретение, их экспертизу и выдачу патентов осуществляет Всероссийский научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы (ВНИИГПЭ) Комитета РФ по патентам и товарным знакам (Патентного ведомства).

7.2. Объекты изобретения

Объектами изобретения могут являться: устройство, способ, вещество, а также применение известного ранее устройства способа, вещества по новому назначению (п. 2 ст. 4 Патентного закона РФ (в дальнейшем Закона).

К устройствам как объектам изобретения относятся конструкции и изделия. Устройство является наиболее распространенным объектом

изобретения. К ним относятся машины, приборы, аппараты, оборудование, инструмент, транспортные средства, крепежные изделия, строительные конструкции, здания, сооружения, части зданий и т.д. и т.п.

Для характеристики устройств регламентируются следующие признаки:

- наличие конструктивного элемента;
- наличие связи между элементами;
- 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 устройство 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 каркасного типа состоят из фундамента, колонн, ригелей (ферм и др.) плит перекрытия и покрытия, плит стенового ограждения.

Наличие связи между элементами. Эти признаки, которые практически всегда присутствуют в формуле изобретения. Они дают представление о конструктивной схеме устройства, так как простое перечисление узлов и деталей недостаточно для его полной характеристики. Например, в здании дробилок, имеющих стеновое ограждение из сборных панелей, элементы перекрытия (ригели и плиты), как правило, не соединяются с колоннами здания. В то же время в обычном каркасном здании (без больших динамических нагрузок) такие соединения выполняются 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, геометрическая форма. Существует множество устройств, имеющих одинаковый набор узлов и деталей, которые нельзя назвать идентичными,

поскольку одни и те же узлы могут иметь свои конструктивные особенности. Например, 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 характеризовать его особенности, Например, сваи конической или пирамидальной формы по своим характеристикам работы под нагрузкой в определенных грунтовых условиях намного эффективнее свай с цилиндрической формой поверхности; для висячих свай более эффективной 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 характеристики всего устройства в целом. Например, соединения между колоннами и ригелями или колоннами и фундаментами могут быть выполнены по шарнирной или жестко заземленной схемам. Это существенно влияет на геометрические размеры поперечных сечений этих элементов здания

Параметры и другие характеристики элементов и их взаимосвязь. Этот признак характеризует взаимосвязь геометрических размеров отдельных элементов, узлов и деталей устройства. К нему, в частности, относятся и математические выражения, описывающие эти взаимосвязи. Так, например, очертание арок конструкций описывается алгебраическим уравнением, в которое в качестве параметров входят длина пролета и стрела подъема арки. Соотношение между этими параметрами существенно влияет 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 элементов, 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, испытывающие деформации растяжения, выполняются металлическими (часто в виде арматурных стержней), а элементы, работающие на сжатие, деревянными. 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 перекрытия большего пролета. В то же время, например, замена деревянной балки пролетом 4 м на металлическую должна считаться простым конструктивным подбором материала.

Грунтовое основание под фундамент здания является средой, на которой оно стоит. В обычных условиях эту среду нельзя считать элементом здания. Но если грунтовое основание перед возведением здания подвергнуть, например, уплотнению, то эту среду следует считать элементом здания.

К способам как объектам изобретения относятся процессы выполнения действий над материальными объектами с помощью материальных объектов. Если способ включает несколько действий, то процесс могут составить только взаимосвязанные действия. В этом случае в числе признаков способа должны быть такие, которые характеризуют взаимосвязь этих действий посредством указания их последовательности, одновременности или другим образом, в том числе в виде взаимосвязи режимов разных действий, условий перехода от предыдущего действия к последующему.

Различают три группы способов как объектов изобретений:

- способы, направленные на изготовление продуктов (изделий, конструкций, веществ и др.);
- способы, направленные на изменение состояния предметов материального мира (управление, регулирование, транспортировка и т.п.);
- способы для определения состояния предметов материального мира (измерение, диагностика и др.).

Для характеристики способов регламентируются следующие признаки:

- наличие действий или совокупности действий;
- порядок выполнения таких действий во времени (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях и т.п.);
- условия осуществления действий (режим) использования веществ (исходного сырья, реагентов и т.п.), устройств (оборудования, приспособлений, инструментов, приборов и средств измерения и т.п.).

Наличие действий или совокупности действий. Указание действий (операций, приемов) над материальными объектами дает возможность определить основные стадии процесса, позволяет составить общее

представление о цикле основных действий от начальной до конечной операций.

Порядок выполнения действий во времени. Этот вид признаков определяет функциональность процесса, поскольку изменение последовательности действий может не привести к техническому результату.

Условия осуществления действий, использования веществ, устройств. Эти условия включают в себя различные сочетания приведенных признаков действия. Например, при проведении динамических испытаний строительных конструкций можно использовать различные режимы возбуждения механических колебаний: режим свободных затухающих колебаний и режим вынужденных незатухающих колебаний. Порядок определения резонансной частоты для указанных случаев возбуждения 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 другое может оказаться существенным отличительным признаком при достижении 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 ингредиентов (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 композиции, состоящих из одних и тех же ингредиентов, используется их количественный состав. Для характеристики композиций, состав которых не установлен, могут быть привлечены их физико-химические показатели и специфические признаки способов их получения, если они достаточны для идентификации композиции.

Для характеристики *индивидуальных химических соединений* используются следующие признаки:

– для низкомолекулярных соединений: качественный состав, количественный 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 идентифицировать.

При подаче заявок на изобретения на любые новые вещества необходимо раскрытие способа, с помощью которого оно получается.

К применению известных ранее устройств, способов, веществ по новому назначению как объекту изобретения относится их использование в соответствии с новым предназначением. К нему приравнивается первое применение известных веществ (природных и искусственно полученных) для удовлетворения общественной потребности. Большинство изобретений направлено на создание нового средства удовлетворения общественных потребностей путем его синтеза и поэтому выражается в виде устройства, способа, вещества.

Многие вещества, которые первоначально были синтезированы с какой-либо конкретной целью, обладают целым рядом свойств, способных проявиться в зависимости от условий использования, и поэтому могут иметь различное назначение.

Известное устройство может быть использовано по новому назначению, например, при изменении условий его работы; за счет установления нового свойства материала, из которого оно изготовлено.

Предложения, не признаваемые патентоспособными изобретениями. В соответствии с п. 3 ст. 4 Закона не могут быть признаны патентоспособными изобретениями:

- научные теории и математические методы;
- проекты и схемы планировки сооружений, зданий, территорий;
- решения, касающиеся только внешнего вида изделий, направленные 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 правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники.

Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения.

При установлении новизны изобретения в уровень техники включаются 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 хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности. Если автор изобретения или заявитель до подачи заявки в Патентное ведомство какимлибо образом раскрыл информацию, относящуюся к изобретению, и сведения о его сущности стали общедоступными, то за ним сохраняется 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 (прототипа) и сравнительный анализ изобретения с прототипом. Если изобретение имеет хотя бы один отличительный от прототипа признак, то делается вывод о соответствии изобретения условию «новизна».

Изобретение также соответствует условию «новизна», если в уровне техники не обнаружен аналог, совокупность признаков которого идентична всем признакам изобретения.

Проверка изобретательского уровня проводится в отношении изобретения, охарактеризованного в независимом пункте формулы, и включает: определение наиболее близкого аналога, выявление признаков, которыми отличается заявленное изобретение от наиболее близкого аналога; выявление из уровня техники таких решений, которые имеют признаки, совпадающие с отличительными признаками рассматриваемого изобретения. Изобретение признается соответствующим условию изобретательского уровня, если не выявлены

решения, имеющие признаки, совпадающие с его отличительными признаками, или такие решения выявлены, но не подтверждена известность влияния отличительных признаков на указанный заявителем технический результат.

Условию изобретательского уровня также соответствуют:

- способы получения новых индивидуальных соединений с установленной структурой;

- способы получения известных индивидуальных соединений с установленной структурой, если они основаны на новой для данного класса или группы соединений реакции;

- композиция, состоящая из двух известных ингредиентов, обеспечивающая синергетический эффект, возможность достижения которого не вытекает из уровня техники;

- индивидуальное соединение, подпадающее под общую структурную формулу группы известных соединений, но не описанное как специально 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:

- на дополнении известного средства какой-либо известной частью, присоединяемой к нему по известным правилам, для достижения технического 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 исключением обусловленной ее наличием функции и достижением при этом обычного для такого исключения результата (материалоемкости, упрощение, уменьшение габаритов, повышение надежности, сокращение 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 материала для достижения технического результата обусловленного известными свойствами такого материала;

– на создании средства, состоящего из известных частей, выбор которых и связь между ними осуществлены на основании известных правил, 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 предназначение заявляемого объекта изобретения, а также описание средств и методов, 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.

Полезная модель является новой, если совокупность ее существенных признаков не известна из уровня техники.

Уровень техники включает опубликованные в мире сведения о средствах того же назначения, что и заявляемая полезная модель, ставшие общедоступными до даты ее приоритета, а также сведения об их применении в России. В уровень техники включаются все запатентованные 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 заявки в Патентное ведомство раскрыли информацию, относящуюся к полезной 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-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид. Промышленному образцу предоставляется правовая охрана, если он является новым, оригинальным и промышленно применимым.

Промышленный образец признается новым, если совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические или эргономические особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедоступными 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 промышленные образцы при условии их более раннего приоритета.

Промышленный образец признается оригинальным, если его существенные признаки обуславливают творческий характер эстетических особенностей изделия.

Промышленный образец признается промышленно применимым, если может быть многократно воспроизведен путем изготовления соответствующего изделия.

Если автор (авторы) промышленного образца или заявитель до подачи заявки в Патентное ведомство каким-либо образом раскрыл информацию, 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 месяцев с даты раскрытия информации. При этом обязанность доказательства данного факта лежит на заявителе.

Не признаются патентоспособными промышленными образцами решения:

- объектов архитектуры (кроме малых архитектурных форм), промышленных, 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 интеллектуальную 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 информационно-поисковых систем или с использованием соответствующих компьютерных программ.

РОСПАТЕНТ – это Российское патентное ведомство Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. В информационной поисковой системе возможен поиск по изобретениям, рефератам патентных документов на русском и английском языках, перспективным изобретениям, полезным моделям. По состоянию 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 отбора 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 также из того, какие его элементы, свойства, параметры и другие характеристики предполагается исследовать.

При патентном поиске сравниваются выражения смыслового содержания информационного запроса и содержания документа.

Для оценки результатов поиска создаются определенные критерии соответствия, устанавливающие, при какой степени формального совпадения поискового образа документа с поисковым предписанием текст следует считать отвечающим информационному запросу.

Проведение патентных исследований направлено на достижение следующих основных целей:

- определение технического уровня разработки или продукта, который предполагается поставлять на рынок, что определяет его потребительские свойства, а также тенденций развития в данной области;
- проверка на патентную чистоту, то есть выявление внешних угроз, связанных с наличием на аналогичную продукцию конкурентов охранных документов (патентов, свидетельств и т.п.), которые могут блокировать выход продукции на рынок;
- оценка конкурентоспособности продукции: если продукт характеризуется 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 являются исследования технического уровня и тенденции развития объектов техники, их патентоспособность, патентная чистота, конкурентоспособность на основе патентной и другой информации. Патентные исследования проводят:

- при создании объектов техники;
- при разработке планов развития науки и техники;
- при разработке научно-технических прогнозов;
- при освоении и производстве продукции;
- при определении целесообразности экспорта промышленной продукции и экспонировании ее образцов на международных выставках и ярмарках; продаже и приобретении лицензий;
- при решении вопроса о патентовании созданных объектов промышленной собственности и в других целях.

Цели патентного поиска определяются задачами использования патентной информации на конкретной стадии создания, освоения и

реализации новой техники или продукции. При планировании тематики исследования патентный поиск проводится для того, чтобы выяснить, решалась ли поставленная техническая задача ранее, какие решения защищены 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 следующей последовательности:

- 1) разработка задания на проведение патентного исследования;
- 2) разработка регламента поиска;
- 3) поиск и отбор патентной и другой научно-технической информации, в том числе конъюнктурно-экономической;
- 4) систематизация и анализ отобранной информации;
- 5) обобщение результатов и составление отчета о патентном исследовании.

В задании указываются наименование темы и ее шифр, задачи патентных исследований, краткое содержание работ, которое формируется в зависимости от задач патентного исследования, ответственные исполнители, 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 определяют 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 процесса или вещества по МПК, НПК и УДК, а также по международной классификации промышленных образцов (МКПО) (УДК – Универсальная десятичная классификация).

Предмет поиска должен быть четко сформулирован, поскольку от этого зависит качество и длительность поиска.

Если темой патентных исследований является устройство, то предметами 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 охраноспособный 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 использованием терминологии, принятой в соответствующей системе классификации 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 поиска	Глубина поиска	Источники информации

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 исследований. Если целью является определение технического уровня или новизны объекта, то глубину выбирают с учетом особенностей развития области техники, к которой относится объект. Если данная область техники известна давно, то ограничиваются периодом ее наиболее интенсивного 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 принимают равной сроку действия патентов в стране поиска. Этот срок в большинстве стран составляет 20 лет.

Широта поиска – это перечень стран, по которым предполагается вести поиск. Она также зависит от цели патентных исследований. Например, при определении технического уровня или новизны объекта выбирают страны с наиболее развитой областью техники, к которой относится объект. В этих странах может быть наиболее полная информация об исследуемой области техники.

В перечень стран, по которым следует проводить поиск, включаются наиболее развитые в промышленном отношении страны, занимающие 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 фондам следующих стран: России, Беларуси, США, Франции, Великобритании, ФРГ, Японии, Швейцарии, а также стран, в которых наиболее развита данная область техники.

При экспертизе объектов техники на патентную чистоту поиск проводится по фондам стран, в которые будет осуществляться экспорт продукции или продажа лицензий, то есть по тем странам, в отношении которых не должны быть нарушены права патентообладателей.

Классификационные индексы определяются по каждому предмету поиска. Для поиска описания изобретений к патентам используют международную и национальную патентные классификации (МПК, НПК), а для поиска научно-технической и конъюктурно-экономической информации универсальную десятичную классификацию (УДК). В регламенте указываются также источники информации, по которым проводится поиск.

Поиск и отбор информационных материалов является наиболее трудоемким этапом патентных исследований. Он имеет свои особенности в зависимости от задач патентных исследований. Поиск информации проводится по всем видам источников, указанным в регламенте.

Различают несколько видов патентного поиска: тематический (предметный), именной и нумерационный, поиск патентов аналогов, установление правового статуса патента.

Основным и наиболее распространенным является *тематический поиск*. Поскольку патентные законодательства большинства стран мира

различают такие виды изобретений, как устройство, способ, вещество, биотехнологические продукты, процедура поиска определяется непосредственно 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, независимо от вида изобретения, в США необходимо рассматривать функциональные возможности использования изобретения в разных областях.

Тематический поиск проводится по фонду описаний изобретений, по фондам промышленных образцов либо путем просмотра официальных 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	Средства
1	Установление точного технического наименования предмета поиска	Терминологические словари, справочники, энциклопедии и т.д.
2	Установление ориентировочных классификационных индексов предмета поиска	Алфавитно – предметные указатели к МПК
3	Установление классификационных индексов	Указатели классов к МПК
4	Составление перечня номеров охраняемых документов, относящихся к определенному классификационному индексу	Систематические указатели (итоговые, годовые, текущие), базы данных
5	Составление перечня номеров охраняемых документов, относящихся к теме поиска	РЖ «Изобретения стран мира» (ИСМ), базы данных, описания изобретений

Именной поиск ведут, когда известно имя автора или патентовладельца и нужно найти относящиеся к ним охраняемые 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 изобретений. Основную задачу именованного поиска при установлении патентных прав составляет поиск патентов, принадлежащих тому или иному изобретателю, фирме. Для проведения именованного поиска пользуются алфавитно-именными указателями, фирменными указателями и другими торгово-экономическими справочниками.

Таблица 7.3

Именной поиск

Этап	Задачи этапа	Средства
1	Составление списка наименований фирм, фамилий изобретателей, занимающихся аналогичной тематикой за рубежом (поисковый образ)	Фирменные каталоги, справочники, энциклопедии и т.д.
2	Составление перечня номеров охранных документов, полученных фирмой, изобретателем за определенное время	Именные указатели (годовые, текущие), базы данных
3	Составление перечня номеров охранных документов, относящихся к теме поиска	РЖ, ИСМ, базы данных, описания изобретений

Нумерационный поиск, то есть поиск по номеру документа, осуществляется для установления тематической принадлежности документа и его правового статуса на момент проверки. Поиск осуществляется по нумерационным указателям.

Для патентного фонда, расставленного по рубрикам классификации, необходимо по нумерационному указателю определить индекс классификации, а потом найти нужный документ в фонде.

Для проведения поиска целесообразно обратиться к первичным источникам – описаниям изобретений. Поскольку в РНТБ фонды описаний на бумажных носителях хранятся в папках и систематизированы в соответствии с МПК, поиск доступен и не вызывает трудностей практически для всех пользователей. Кроме того, поиск можно провести с использованием дисков CD-ROM и DVD. Данный поиск может проводиться, например, для установления срока действия патента при проведении экспертизы объекта техники на патентную

чистоту, перед заключением лицензионных договоров и договоров уступки прав на патент (табл. 7.4).

Поиск патентов-аналогов (отличать от аналогов изобретений) проводится для выяснения того, как конкретный патент данного правообладателя защищен в других странах. Осуществляется поиск по электронным базам данных, по наименованию патентообладателя и другим необходимым данным.

Таблица 7.4

Нумерационный поиск

Этап	Задачи этапа	Средства
1	Сформулировать предмет поиска (номер охранного документа или номер заявки, страна)	
2	Отыскать патентный документ	Электронные базы данных
3	Установить индекс МПК, к которому относится данный документ. Заказать патентный документ	При отсутствии доступа к электронной базе данных использовать нумерационные указатели к официальным бюллетеням, картотеки в библиотеках, фонды библиотек и т.д.

Завершает патентные исследования формулирование выводов, в которых 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 применения новых информационных технологии уровень патентных исследований неизмеримо возрастает и оказывает все большее влияние на конечные результаты деятельности субъектов хозяйствования [36].

Вопросы для самоконтроля

1. Над какими объектами промышленной собственности осуществляется 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 известны?
7. Что такое патентный поиск?
8. Как осуществлять патентный поиск?
9. Каковы цели патентного поиска?
10. Какие виды патентного поиска вам известны?

Глава 8. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА. ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1. Структурная организация научного коллектива и методы управления научными исследованиями

Организацией научных исследований является система взаимосвязанных структур и организаций, которые обеспечивали бы оптимальный режим и непрерывное совершенствование научного труда с целью получения эффективных результатов. В соответствии с иерархией структур 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 научного работника, плавность научной работы, контролирование и точное фиксирование результатов работы, обеспечение резерва в научной работе, строгое соблюдение режима и гигиены умственного труда, использование 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 учреждения: группа, лаборатория, отдел, учреждение (или группа, кафедра, факультет, институт).

Оптимальный состав группы может быть от 3 до 10 научных работников и от 5 до 10 человек вспомогательного персонала. Состав лабораторий колеблется от 20 до 60 человек. Однако не только количество научных сотрудников определяет результат научной работы. Весьма важное значение имеет подбор их по квалификации и специальности. Значительную роль играет руководитель коллектива, который обязан последовательно принимать меры по сплочению коллектива вокруг общих целей [2].

В научном учреждении образуют Совет, который является совещательным органом при директоре (ректоре). В состав Совета входят руководители учреждения, его отделов, лабораторий, ведущие ученые и представители общественных организаций. Совет рассматривает научные и технические проблемы, планы, работу отделов и лабораторий и др.

Управление научными исследованиями представляет собой целенаправленное воздействие на коллективы научных работников для организации 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 управлению, когда начальник отдает указания одним подчиненным, а спрашивает с других, при этом не выдерживается плановое распределение обязанностей. В результате получается, что в руководимом коллективе почти всегда находятся сотрудники, которые, пообещав выполнить задание, ничего не делают, но стараются не попадаться на глаза начальнику, рассчитывая, что поручение может забыться.

Второй стиль руководства частично свободен от вышеназванных недостатков, так как руководитель внимательно следит за деятельностью не более 5 подчиненных.

Третий – считается пассивным, так как управление практически полностью отдается в руки подчиненных. Чаще это приводит к порочному 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 документы изменяются через относительно длительные промежутки времени. 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 отношениями и уровнем развития экономики страны.

Социально-психологические методы учитывают специфику творческого 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 поощрения [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 своевременном информировании сотрудников для исключения отождествления ими временных затруднений с отрицательными последствиями самого управленческого мероприятия.

Принцип информированности о существующей проблеме. Любое полезное нововведение может быть воспринято позитивно и даже с энтузиазмом, если для членов коллектива станет ясно, какие производственные 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 привлечены к участию в их разрешении.

Принцип инициативы снизу. Информация о предстоящей задаче должна войти в сознание непосредственных исполнителей. Когда работники понимают нужность и пользу работы, она выполняется гораздо быстрее и и более качественно.

Принцип непрерывности деятельности. Завершение одной разработки должно совпадать с началом разработки другого задания, которое может усилить возможности первой разработки либо придет к ней на смену.

Принцип индивидуальной компенсации. Этот принцип учитывает особенности ценностных ориентаций людей, их потребности и интересы.

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 различными людьми. Результаты исследований психологов показывают, что всех людей по их отношению к новым заданиям и нововведениям можно подразделить на энтузиастов, новаторов, нейтралов, рационалистов, скептиков, консерваторов, ретроградов. Учитывая индивидуальные особенности характеров, руководитель может целенаправленно влиять на работников, тем самым формируя их поведение, способствующее более эффективной деятельности.

8.3. Методы сплочения научного коллектива

Чаще всего руководитель приходит в уже сформированный коллектив и, соответственно, должен по мере необходимости решать вопросы естественной текучести кадров. Это является одним из аспектов управления коллективом. Чтобы успешно сотрудничать с человеком, руководитель должен иметь определенное представление о качествах

личности каждого работающего или вновь привлекаемого для работы в коллективе сотрудника. Важно учитывать такие личностные качества, как профессиональная подготовка; социальная активность; способность выполнять определенный тип работы; социально-психологические качества, то есть умение взаимодействовать с другими людьми в процессе совместной работы; деловые качества, то есть способность без суеты добиваться достижения определенных практических результатов за короткое время; интеллектуально-психологические возможности (интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, силу воли). Одним словом, надо знать все, что может влиять на процесс работы человека и на его результат. Кроме вышперечисленного надо уметь оперировать этим знанием так, чтобы получать надежный прогноз делового поведения работника.

Дифференцированный подход в работе с людьми опирается на схему управленческого решения задач подбора и расстановки кадров «хочу» – «могу» – «нужно». Эти три компонента взаимосвязаны. Первый компонент характеризует систему потребностей и интересов каждого отдельного работника. Второй характеризует личные возможности человека (профессиональные и общественные). И третий определяет потребность 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 соответствующих 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 «управленческих» качеств, таких как креативность, то есть способность к прогрессивным преобразованиям, авантюризм, надежность, исполнительность, деловитость, консервативность.

При формировании научного коллектива руководителю необходимы знание и выполнение организационных и психологических принципов 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 неверное 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 построена 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 называемых ошибок контраста. Например, люди могут казаться более раскованными и легкими в общении, если их сопоставлять с людьми застенчивыми. Нередко встречаются также ошибки национальных, профессиональных и других стереотипов.

Учет всех перечисленных выше оценок сотрудников, составляющих научный или другой тип коллектива, может способствовать повышению его работоспособности. Основой сплоченности, а следовательно, и эффективной работы коллектива является его здоровый психологический климат.

Здоровый психологический климат способствует ориентации стимулов к труду на личные потребности. Но это не означает, что руководитель должен заботиться прежде всего о материальных стимулах. Также крайне важно удовлетворить основные нравственные потребности личности, которые возникают в профессиональной деятельности и профессиональном общении в процессе работы. К таким нравственным качествам относятся: стремление творчески выразить себя в труде; осознание 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 общественная работа. Она помогает 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 делами производства. И, наконец, очень сближают людей совместное проведение 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 предприимчивость, то есть изобретательность, находчивость, инициативность, энергичность, практичность. Развитию инициативы и предприимчивости способствуют постоянное изучение и обобщение передовых достижений науки и техники в той области знаний, в которой работает данный коллектив.

Руководитель должен периодически повышать свой профессиональный уровень. Каждый руководитель должен обладать соответствующим уровнем компетентности, определяемым его знанием и опытом. Именно компетентность позволяет ему принимать участие в разработке определенного круга решений или решать самому.

При управлении коллективом руководитель всегда должен придерживаться определенной служебной этики, то есть норм и правил поведения, 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 ограниченного времени свертывать до минимума процесс общения с подчиненными, воспитывать в себе память на людей и типичные социальные ситуации. Для экономии энергетических затрат на руководство уметь избирательно реагировать на поступки людей, проявлять настойчивость в реализации своих целей и владеть всеми этими этически оправданными методами воздействия на людей. Руководителю следует иметь в виду, 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 сложна: «я не профессор».

При положительной оценке сотрудника руководитель должен учитывать 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 положительной оценке сотрудника и форме ее оглашения (публично или наедине).

При негативной оценке деятельности сотрудника от руководителя требуется особое чувство меры и большой психологический такт. Только с учетом факторов, которые могут охарактеризовать последствия допущенной ошибки, переживание его вины, руководитель может правильно оценить работника и в связи с этим усилить или ослабить критику. Высказать её сразу или спустя некоторое время публично или наедине. Руководитель 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 побеседовать. 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 длительных усилий руководителя;
- воспитать хорошего подчиненного – благородная, хотя и трудная задача. Нужно научить его думать, а не делать из него безукоризненного, но бездумного исполнителя;
- во избежание недоразумений отдавать приказы и распоряжения в письменной форме;
- не критиковать подчиненных на людях, особенно когда вы взволнованы и раздражены; уметь слушать подчиненных;
- говорить 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 эффективнее 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 учитывать особенности психологии мужчин и женщин, возраст, темперамент, образовательный уровень сотрудников, обладать знаниями о конфликтах в коллективе и способах их разрешения.

Конфликт является одним из средств управления и неверно поступает тот руководитель, который стремится либо подавлять все возникающие 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 является противоречие, столкновение противоположных сил или тенденций. Конечно, не всякий конфликт способствует развитию коллектива, поэтому руководитель должен стремиться воздействовать на конфликт в нужном направлении.

Конфликты можно подразделить на эмоциональные и деловые. Источник эмоциональных кроется в личностных качествах оппонентов или в их психологической несовместимости. Деловые конфликты происходят, например, из-за распределения ответственности за выполнение должностных функций.

Известно несколько способов поведения человека в конфликте. Рациональный или целенаправленный предполагает логический анализ позиций каждого из участников конфликта, определение цели и средств конфликтного взаимодействия, построение стратегии поведения. Эмоциональный направляется сиюминутными требованиями ситуации и неосознанными побуждениями.

В конфликтные ситуации чаще всего попадают неуправляемые личности, характеризующиеся отсутствием самоконтроля, неумением планирования своего поведения и пренебрежением последствиями поступков, и сверхточные личности, которые отличаются особой скрупулезностью 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 способны дольше и с большей интенсивностью трудиться в течение суток. Но, однако вследствие этого они порой не щадят своего здоровья,

расшатывают свою нервную систему и портят отношения с другими сотрудниками 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 санитарно-гигиеническим условиям.

Руководитель должен учитывать, что образовательный уровень сотрудников предъявляет к нему свои дополнительные требования. Чем выше этот уровень, тем больше сотрудники ищут возможности для реализации своего потенциала, ищут дело, которое приносило бы им удовлетворение, позволяло бы проявить свои творческие способности. И это стремление необходимо использовать максимально.

Нередко в коллективе в результате неформальных контактов складываются группы людей, тяготеющих друг к другу не только из-за рабочих моментов. Такие группы, чаще всего из трех человек, в социальной психологии называются неформальными. Такая группа обладает большой силой влияния на своих членов. Человек, входящий в такую группу, подвергается двум видам управляющих воздействий: со стороны 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 поведения, а руководитель другого, то, как правило, возникает конфликт.

Исследования психологов показали, что хорошее отношение членов такой группы обычно ценится дороже, чем благодарность в приказе. Боязнь потерять уважение и расположение группы действует на человека сильнее, чем угроза выговора. Если же член группы, следуя 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 неформальными группами, рассматривая каждую из них как самостоятельную единицу. Нужно

стремиться к тому, чтобы его действия были эффективными, и учитывать эту специфику при формировании стратегии управления.

Эффективность работы группы во многом зависит от позиции ее неформального лидера. Некоторые руководители иногда чересчур настороженно 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 союзником. Управлять – значит создавать такую обстановку, в которой с необходимостью будет получен запланированный результат. Полный успех может быть достигнут тогда, когда цели организации воспринимаются членами группы как свои, личные.

Трудовой коллектив не просто функционирует, он постоянно развивается, но не всегда его развитие напоминает постепенную эволюцию. Как известно, новое рождается в борьбе со старым. Сознательные изменения, какие вносятся в деятельность коллектива, нередко встречают сопротивление, порождают споры и противоречия, так как не всегда и не все сразу оказываются подготовленными к тем новым требованиям, с которыми им приходится столкнуться. Этот фактор не должен останавливать руководителя. В конце концов, страшны не сами противоречия 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 правильно разрешить любые конфликтные ситуации, обращать их на пользу дела и устранять возможные негативные последствия [2].

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 исследователя. *Коллективная научная деятельность* – деятельность всего сообщества ученых, работающих в данной отрасли науки, или работа научного коллектива исследовательского института, научных групп.

Рассмотрим несколько особенностей индивидуальной научной деятельности.

1. Любая научная работа строится «на плечах предшественников». Прежде чем приступить к научной работе по какой-либо проблеме, необходим наиболее полный анализ научной литературы, т.е. того, что было сделано в исследуемой области предшественниками.

2. Научный работник должен четко ограничивать рамки своей деятельности и определять цели своей научной работы. В науке, как и в других областях профессиональной деятельности, происходит естественное разделение труда.

Научный работник не может заниматься «чистой наукой». Он должен выбрать четкое направление работы, поставить конкретную цель и последовательно идти к ее достижению. Свойством научной работы является то, что на пути исследователя постоянно «попадаются» интереснейшие явления и факты, которые сами по себе имеют большую ценность и которые хочется изучить подробнее. Но тем самым исследователь рискует отвлечься от главной цели своей научной работы и заняться изучением этих побочных явлений и фактов, за которыми могут открыться 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 работника 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 терминологию и строго выстроить свой понятийный аппарат. Многие начинающие научные работники считают, что если писать как можно сложнее и непонятнее, тем это будет научнее. Главным достоинством настоящего ученого является то, что он говорит и пишет о самых сложных вещах простым языком.

Исследователь должен провести четкую грань между обыденным и научным языком. Различие заключается в том, что к обыденному разговорному 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 полный 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 – публикация работы. Она может быть в виде научного доклада, статьи, научного 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. Причем написание любой научной работы, даже самой маленькой статьи, для начинающего исследователя представляет большую сложность, поскольку 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 строгого логического изложения, а это сделать намного труднее.

Во-вторых, главная цель любой научной работы – получить и довести до людей новое полученное научное знание. И если это «новое научное 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 любого научного работника. И каждый исследователь постоянно старается пополнять список своих опубликованных работ.

Рассмотрим некоторые особенности коллективной научной деятельности.

1. Коммуникации в науке. Любые научные исследования могут проводиться только в определенном сообществе ученых. Это обусловлено тем, что любому исследователю, даже самому квалифицированному, всегда необходимо обговаривать и обсуждать с коллегами свои идеи, полученные факты, теоретические построения, чтобы избежать ошибок и заблуждений.

Начинающие исследователи нередко считают, что будут заниматься научной работой сами по себе, а когда получают большие результаты, тогда и будут их публиковать. Такие исследователи запутывались в своих

исканиях и, разочаровавшись, оставляли научную деятельность. Поэтому необходимо научное общение.

Одним из условий научного общения для любого исследователя является его непосредственное и опосредованное общение со всеми коллегами, работающими в данной отрасли науки. Это могут быть различные научно-практические конференции, семинары и симпозиумы (непосредственное или виртуальное общение), а также научная литература – статьи в печатных и электронных журналах, сборниках (опосредованное общение). И в том и в другом случае исследователь, с одной стороны, выступает 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 является процессом творческим, очень важно, чтобы этот процесс не был «зарегламентирован». Научная работа каждого исследовательского коллектива должна довольно строго планироваться. Но при этом каждый исследователь имеет право на свою точку зрения, свое мнение, которые, безусловно, должны уважаться. Навязывание всем общей единой точки зрения 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 хозяйства 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 качественные скачки – внедрение достижений науки в массовую практику. Например, микология – наука о плеснях. Десятилетиями ученые-микологи пытались доказать, что плесень надо изучать, а не уничтожать. Это происходило до тех пор, пока в 1940 г. А. Флеминг не открыл бактерицидные свойства пенициллов (разновидности плесени).

Созданные 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 научным коллективом.
3. Что такое конфликт?
4. Какие психологические аспекты взаимоотношения руководителя 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 подразделения.
9. Что такое научный коллектив?
10. Что может навредить деятельности научного коллектива?

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 мировой цивилизации? В чем состоит роль науки в современном обществе? Что дают современному человеку новые научные открытия? Вопросов 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 информационный 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 современная наука.



Веком победившей научной революции стал XX век. Научно-технический прогресс ускорился во всех развитых странах. Постепенно повышалась наукоемкость продукции. Различные технологии меняли способы производства. К середине XX века фабричный способ производства был доминирующим. Но уже во второй его половине наибольшее распространение получила автоматизация. А к концу XX века появились высокие технологии и продолжился переход к информационной экономике.

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 работников умственного труда, научных работников, то есть людей, работа которых требует глубоких научных знаний. В-третьих, научно-технический прогресс повлек за собой рост благосостояния общества и, как следствие, решение многих насущных проблем.

Человечество верит в способность науки решить глобальные проблемы и, соответственно, повысить и улучшить качество жизни. Эта уверенность нашла свое отражение во многих областях культуры и общественной 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 информатикой. Эта наука позволяет решать задачи как космического масштаба, так и на уровне клетки. Они остались бы нерешенными без использования современных компьютерных технологий по причине огромного объема расчетов или из-за необходимости выполнять одновременно большое число действий. Сегодня вычислительная техника широко используется при решении многих задач строительства, молекулярной биологии, экологии, экономики.

Быстрыми темпами идет уменьшение размеров компьютеров при одновременном увеличении их качественных и количественных показателей. Последствия дальнейшей миниатюризации в области информатики будут весьма значительными, и компьютеры смогут выполнять все новые и более сложные функции. Информатика со своим искусственным 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 играет важную роль во многих сферах жизни людей. Несомненно то, что уровень развитости науки может служить одним из основных показателей развития общества, а также показателем экономического, культурного, цивилизованного развития любого государства.

9.1. Социальные функции науки

Наука – основная форма человеческого познания. В наши дни она оказывает все более значимое и существенное влияние на реальные условия нашей жизни, в которой нам так или иначе придется 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 усиливающегося значения науки. Однако они не могли представить такого массивного, иногда неожиданного и даже драматического воздействия научно-технических достижений на повседневную жизнь человека, которое приходится осмысливать сегодня. И такое осмысление лучше начать с рассмотрения социальных функций науки.

Социальные функции науки это не есть что-то раз и навсегда заданное, 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 назад. Полностью изменился весь ее облик и характер взаимосвязей с обществом.

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 исторический процесс формирования и расширения социальных функций науки, то есть возникновение и упрочения все новых путей её взаимодействия с обществом. Так, в период становления науки как особого социального института (это период кризиса феодализма, зарождения буржуазных общественных отношений и формирования капитализма) прежде всего её влияние обнаруживалось в сфере мировоззрения. В этот период шла упорная борьба между теологией (от греч. *theos* и *logos* – слово о Боге – вероучительная дисциплина или «наука о вере») и наукой.

В эпоху Средневековья теология постепенно завоевала главенствующее 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. Галилея, идейные конфликты в связи с учением Ч. Дарвина о происхождении 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 возникновения и укрепления культурно-мировоззренческих функций науки само занятие наукой постепенно становилось самостоятельной и вполне достойной сферой человеческой деятельности. Иначе говоря, происходило формирование науки как социального института в структуре общества.

Функция науки как непосредственной производительной силы сегодня представляется наиболее очевидной и первейшей. И это понятно, если учесть те беспрецедентные масштабы и темпы современного научно-технического прогресса, результаты которого ощутимо проявляются во всех отраслях жизни и во всех сферах деятельности человека.

Некоторые проблемы, возникавшие в ходе развития техники, иногда 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 недостаточного уровня развития науки, а из-за того, что практическая деятельность 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 применение, были единичными и не вели ко всеобщему осознанию и рациональному использованию тех богатейших возможностей, которые сулило их практическое использование.

Однако со временем становилось очевидным, что эмпирическая основа практической деятельности слишком ограничена для того, чтобы обеспечить непрерывное развитие производительных сил и прогресс 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 решающего 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 революционирующей силы, в корне изменившей облик и характер производства.

Важной стороной превращения науки в непосредственную производительную силу является создание и упрочнение практического использования научных знаний, появление таких отраслей деятельности, как создание сетей научно-технической информации, прикладные исследования 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 прослеживается 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 масштабных планов и программ экономического и социального развития.

При составлении таких программ, определяющих цели деятельности многих предприятий и организаций, необходимо непосредственное участие ученых как носителей специальных знаний и методов из разных областей. Важным является то, что ввиду комплексного характера разработки и осуществления подобных планов и программ предполагается взаимодействие естественных, технических и общественных наук.

Функции науки как социальной силы очень важны в решении глобальных 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 симптомы надвигающегося кризиса и привлекли к этой проблеме внимание политических и государственных деятелей, хозяйственных руководителей и общественности. Научным данным отводится ведущая роль в определении масштабов и параметров экологической опасности.

Всё возрастающая роль науки в общественной жизни приобрела особый статус в современной культуре и взаимодействии с различными слоями общественного сознания. В связи с этим возникает проблема

особенностей научного познания и его взаимоотношения с другими формами познавательной деятельности (искусством, обыденным сознанием и т.д.).

Будучи философской по своему характеру, эта проблема в то же время имеет большую практическую значимость, так как для построения теории управления наукой в условиях ускоренного научнотехнического прогресса необходимо выяснение закономерностей научного познания и анализ его социальной обусловленности и взаимодействия с различными объектами духовной и материальной культуры.

В качестве главных критериев функций науки можно взять основные виды деятельности ученых, их круг задач, а также сферы приложения 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, объяснение различных явлений и процессов, рационально-теоретическое постижение мира, открытие его законов и закономерностей, то есть производство нового научного знания.

2. Мировоззренческая функция. Она тесно связана с первой, и её главная цель – разработка научной картины мира и научного мировоззрения, исследование рационалистических аспектов отношения человека к миру, обоснование научного миропонимания.

3. Производственная или технико-технологическая функция. Она необходима для внедрения в производство инноваций, новых технологий. Также характеризует данную функцию науки тот факт, что многие исследователи говорят о науке как особом «цехе» производства, превращении науки в непосредственную производительную силу общества.

4. Культурная, образовательная функция. Она заключается в том, что наука является заметным фактором культурного развития людей и образования. Ее достижения, идеи и рекомендации активно воздействуют на весь учебно-воспитательный процесс, содержание программ, учебников, технологию, формы и методы обучения. Данная функция науки осуществляется через культурную деятельность и политику, систему образования и средства массовой информации, просветительскую деятельность ученых. Науку можно отнести к культурному феномену, так как она занимает исключительно важное место в сфере духовного производства.

9.2. Наука и нравственность

Нравственность регулирует отношения людей в обществе при помощи 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 обуславливают само функционирование науки как социального института. Древнегреческий философ и ученый Аристотель говорил: «Кто двигается вперед в науках, но отстаёт в нравственности, тот более идёт назад, чем вперед».

Этическое регулирование науки происходило всегда. Нравственное регулирование связано с отношениями людей, а не с отношениями исследователя к различным математическим, физическим объектам исследования или мыслительным операциям. Но наука является результатом деятельности человека, поэтому в ней всегда присутствует нравственный 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 коллективе основаны на уважении, поддержке и доверии, то эта деятельность характеризуется положительными нравственными ценностями. Если же в коллективе царит недоброжелательность, угодничество или подсиживание, то это мешает научному творчеству и здесь проявляется отрицательное влияние нравственности на науку.

Научные открытия очень серьёзно влияют на общественную жизнь, поэтому ученые несут ответственность за свои открытия. В этом проявляется 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 практической повседневной жизни;
- 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 областях.

Само по себе знание не несет никакой нравственной характеристики. 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 нравственные 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: продолжать. 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 учеными законы могут навредить людям. Противники некоторых видов исследований считают, что человечество сегодня еще не готово, например, к информации о глубинных генетических законах, о новых возможностях психологии, позволяющих манипулировать другими людьми. Они также считают, что открытие новых источников энергии, знание 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 открытия 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 собственный вклад в изготовление тех или иных предметов, опасных для людей. Химическое и биологическое оружие, ядерная бомба, нейтронная бомба не смогли бы появиться без многолетних исследований. Вряд ли можно

подумать, что ученые, которые участвовали в таких разработках, не понимали, что они делают. Поэтому несомненно, что доля ответственности за происходящее в технике, технологии, медицине и других практических областях, ложится и на плечи ученого.

Наука, идущая рука об руку с нравственностью, оборачивается великим благом для всего человечества, в то время как наука, равнодушная 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 конструкторов, призванных воплощать научные идеи в конкретных технологиях. Примером могут стать жаркие споры, развернувшиеся вокруг темы клонирования животных и человека. С одной стороны, клонирование может быть использовано для выращивания тех органов, которые отсутствуют у людей из-за несчастного случая или болезни. В этом случае – это очень гуманно, так как помогает продлить и сделать здоровой жизнь человека. Но с другой стороны, клонирование может быть использовано для создания породы людей «второго сорта», а это стало бы уже нравственной драмой для человечества.

Нужно отметить, что ученые-гуманитарии несут не меньшую моральную ответственность за собственные открытия, теории и концепции, чем физики, создающие бомбы, или биологи, выращивающие в лабораториях чуму.

Для ученого необходима первая нравственная установка – это установка на объективность. Но что такое объективность? Ученый тоже человек, и ничто человеческое ему не чуждо.

Объективность может выражаться в стремлении видеть изучаемый предмет всесторонне, в целостности, быть непредвзятым и избегать излишней страстности, очарованности собственной концепцией. Истина открывается только тому, кто способен увидеть предмет изучения «с высоты птичьего полета», оценить его взглядом беспристрастного судьи. При соблюдении этого условия возможна полноценная научная дискуссия, дающая весомые интеллектуальные плоды.

Объективность можно рассматривать и как другой облик справедливости. Они обе выступают как подлинные добродетели ученого. Но, к сожалению, в научном сообществе иногда практикуется замалчивание результатов, полученных оппонентами, игнорирование их успехов, подтасовка данных и т.д.

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 корректность собственного общения внутри профессионального сообщества.

Безусловно, ученый должен быть честным и порядочным. Честность проявляется в том, что ученый, сделавший открытие или изобретение, не скрывает его от своих коллег, не утаивает результатов открытия. Подлинный исследователь до конца продумывает все выводы из собственной теории.

С объективностью и честностью человека науки тесно связана порядочность. Порядочность выражается в том, что подлинный ученый никогда 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 разных странах и на разных континентах. Но эти идеи будут все же выражены в разной форме, их изложение будет иметь свое, индивидуальное, лицо, что и докажет самостоятельность и самобытность каждого крупного теоретика и каждого научного коллектива. А науке как социальному институту безразлично, кто сделал открытие или изобретение.

Порядочность современного ученого проявляется также и в его отношениях с научным коллективом. В наши дни крупные исследования или конструкторские работы не проводятся в одиночку. Любой продолжительный эксперимент предполагает участие десятков, а иногда и сотен людей. Поэтому очень важно, чтобы в коллективе был благоприятный психологический климат.

Крупный ученый ведет себя нравственно и действует продуктивно лишь тогда, когда отдает должное усилиям своих сотрудников, не умаляя

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.

И наконец, еще одна важная проблема, касающаяся науки и нравственности. Это проблема, с одной стороны, взаимодействия науки с сопредельными 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 естественных науках, которые изучали природные процессы. Активное экспериментирование пришлось на конец XIX и XX век.

Научный эксперимент предполагает, что экспериментатор воздействует на объект, не обладающий качествами субъективности. Камень, дерево, металл безропотно переносят любое воздействие, сопротивляясь лишь пассивно. Чтобы экспериментировать, надо быть уверенным, что у объекта нет ощущений, подобных человеческим, иначе говоря, научный эксперимент по определению выносится за пределы нравственности.

В XX веке экспериментирование над природой, ядерные испытания, воздействие техники и разнообразных технологий, отравление воздуха, земли и воды различными отходами привело к нарушению экологического баланса и угрозе жизни человечества. Поэтому здесь можно увидеть яркий пример нравственного мотива: не щадить природу – значит не щадить человека.

Хочется надеяться, что дальнейшее развитие компьютерной техники и технологий позволит проводить экспериментальные исследования необходимых процессов в рамках информационного моделирования. Современная наука должна чувствовать свою ответственность за будущее всей планеты.

9.3. Противоречия в науке и практике

Во второй половине XX века наметились кардинальные противоречия в развитии общества: как в самой науке, так и в общественной практике [1].

Кратко рассмотрим основные противоречия в науке.

1. Противоречия в строении единой картины мира, созданной наукой, и внутренние противоречия в самой структуре научного знания, которые породила сама же наука.

2. Стремительный рост научного знания, развитие техники и технологий привели к резкому увеличению дробности картины мира и, соответственно, разделению профессиональных областей на множество специальностей.

3. Современное общество стало поликультурным. Сегодня каждая культура претендует на собственную форму самоопределения и самоописания в истории.

4. Сегодня роль науки существенно изменилась по отношению к общественной практике. Наука все больше направлена на технологическое совершенствование практики. Понятие «научно-техническая революция» сменилось понятием «технологическая революция», а сейчас появилось понятие «технологическая эпоха», так как основное внимание ученых переключилось на развитие технологий. Например, стремительное 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 память, то есть стремительно развиваются технологии. Таким образом, можно сказать, что наука больше переключилась на непосредственное обслуживание практики.

Известны два основных подхода к научным исследованиям. Автором первого является Г. Галилей. Он считал, что цель науки – это установление порядка, лежащего в основе явлений, чтобы представлять возможности объектов и открывать новые явления. Это называют теоретическим познанием или «чистой наукой».

Автором второго подхода был английский философ Ф. Бэкон. Его точка зрения: «я работаю, чтобы заложить основы будущего процветания и мощи человечества. Для достижения этой цели я предлагаю науку, искусную не в схоластических спорах, а в изобретении новых ремесел...». Наука сегодня идет именно по этому пути – пути технологического совершенствования практики.

5. Раньше наука производила «вечное знание», а практика им пользовалась. 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 оптимальны в определенное время и в конкретных условиях. Как правило, результаты таких исследований актуальны непродолжительное время, так как изменяются условия, и такие модели никому не будут нужны. Но, и такого рода исследования являются в полном смысле научными исследованиями.

б. Раньше под словом «знание» подразумевалось научное знание. Сегодня человеку приходится пользоваться знаниями совершенно иного рода. Например, знание правил пользования текстовым редактором Microsoft Office Word – это достаточно сложное знание, но вряд ли научное. Появится новый текстовый редактор и прежнее «знание» уйдет в небытие. Или стандарты, статистические показатели, банки и базы данных, 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 деформации – экономические, политические, общественные, культурные. В мире все непрерывно и стремительно изменяется. Следовательно, практика тоже должна постоянно перестраиваться применительно к новым условиям. Таким 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 реализации стала массовой. Обеспечиваются такие работы не столько теоретическими знаниями, сколько аналитической работой. Наука за счет своей 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 приводит к тому, что обеспечивается одна или две ступени больших технологических циклов. Поэтому, чтобы работа и карьера человеку стала успешной важно быть не только профессионалом, но быть способным грамотно включаться в эти циклы.

Для грамотной реализации новых технологий, проектов, инновационных моделей работнику необходим научный стиль мышления и навыки 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 причина стремления практиков к науке, научным исследованиям.

В России и во всем мире стремительно растет количество защищаемых диссертаций и получаемых ученых степеней. Сегодня основная масса диссертаций защищается практическими работниками. Наличие ученой степени – это показатель уровня профессиональной квалификации 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 одним из характерных признаков нашего времени.

Роль науки в современном обществе изменилась кардинальным образом. Этот фактор оказывает существенное влияние на все стороны жизни: политику, экономику, социальную сферу и культуру.

Сегодня в условиях нестабильности жизни общества, и как следствие, постоянное включение в инновационную деятельность, практически для каждого специалиста необходима научно-исследовательская подготовка. Поэтому наука в современном образовании играет огромную 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, направленные на их научно-методологическую подготовку, выполняются курсовые и выпускные квалификационные работы, защищаются магистерские диссертации. Такое направление можно назвать научным образованием. Акцент смещается от получения обучающимися готового научного знания к овладению методами его получения – к методологии научного 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 информационного общества, где главным фактором общественного развития станет производство и использование знания, научно-технической и другой информации. Возрастание роли знания, а главное методов её получения в жизни общества неизбежно должно сопровождаться усилением 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 высокоспециализированную деятельность по производству объективных знаний о мире, включающем и самого человека.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные подходы к научным исследованиям вам известны?
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?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
2. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю. Методология научных исследований. – 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. пособие. – 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 оформления. – 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 психология научного коллектива. – М.: Наука, 1987.
12. Корюкова А.А. Дери. В.Г. Основы научно-технической информации. – М., 1985.
13. Кайдаков С.В. Проблема деятельности ученых и научных коллективов. – 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-І с изменениями и дополнениями, внесенными Федеральным законом от 07 февраля 2003 г. // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.

21. Правила составления, подачи рассмотрения заявок / ВНИИПИ Роспатента. – М., 1995. – 318 с.