

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Кафедра «Инновационная радиоэлектроника»

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

Учебно-методическое пособие

по дисциплине

для магистрантов и студентов всех форм обучения направлений

11.03.01 Радиотехника, 11.04.01 Радиотехника,

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
и специальности

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Часть 1

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 621.37:001.891, 621.39:001.891
М54

Р е ц е н з е н т:

И.Л. Афонин - д-р техн.наук, профессор

Ответственный за выпуск:

П.П. Ермолов - канд. техн. наук, доцент заведующий базовой кафедрой
«Инновационная радиоэлектроника»

Составитель: П.П. Ермолов

М54 Методология исследовательской деятельности в радиоэлектронике и телекоммуникациях : учебно-методическое пособие по дисциплине для магистрантов и студентов всех форм обучения направлений 11.03.01 Радиотехника, 11.04.01 Радиотехника, 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи и специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы. Часть 1 / Сост. П.П. Ермолов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Севастопольский государственный университет, Институт радиоэлектроники и информационной безопасности, кафедра «Инновационная радиоэлектроника». – Севастополь : СевГУ, 2020. – 131 с. – Текст : электронный.

Цель пособия: оказание помощи магистрантам в изучении методов теоретического исследования, вопросов моделирования в научных исследованиях, выборе направления научного исследования, выполнении поиска, накопления и обработки научной информации, проведении, обработке и оформлении результатов экспериментальных исследований.

УДК 621.37:001.891, 621.39:001.891

Учебно-методическое пособие утверждено на заседании базовой кафедры «Инновационная радиоэлектроника, протокол № 11 от 23 марта 2020 г.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании методической комиссии Института радиоэлектроники и информационной безопасности, протокол № 8 от 26 марта 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Определение науки. Основные этапы развития науки	6
Библиографический список.....	15
2. Понятие о научном знании	16
Библиографический список.....	23
3. Методы научного познания	24
Библиографический список.....	29
4. Эстетические и этические основания методологии.....	30
4.1. Эстетические основания методологии	30
4.2. Этические основания методологии	31
4.3. Нормы научной этики	32
4.4. Этика научных публикаций.....	32
4.4.1. Обязанности авторов.....	33
4.4.2. Обязанности редакции	34
4.4.3. Обязанности рецензентов.....	35
Библиографический список.....	37
5.1. Методы выбора и цели направления научного исследования	38
5.2. Постановка научно-технической проблемы.	
Этапы научно-исследовательской работы	41
5.3. Актуальность и научная новизна исследования.....	44
5.4. Выдвижение рабочей гипотезы.....	46
Библиографический список.....	48
6. Поиск, накопление и обработка научной информации	49
6.1. Документальные источники информации	49
6.2. Анализ документов.....	53
6.3. Поиск и накопление научной информации.....	56
6.4. Электронные формы информационных ресурсов.....	59
6.5. Обработка научной информации, ее фиксация и хранение	60
Библиографический список.....	62
7. Методология теоретических исследований	63
7.1. Методы и особенности теоретических исследований	63
7.2. Структура и модели теоретического исследования	65
Библиографический список.....	69
8. Методология экспериментальных исследований.....	70
8.1. Общие сведения об экспериментальных исследованиях	70
8.2. Методика и планирование эксперимента.....	72
8.3. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований	75
8.4. Организация рабочего места экспериментатора	80
8.5. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента	81

Библиографический список.....	84
9. Обработка результатов экспериментальных исследований.....	85
9.1. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях	85
9.2. Интервальная оценка измерений с помощью доверительной вероятности.....	86
9.3. Методы графической обработки результатов измерений	90
Библиографический список.....	94
10. Оформление и представление результатов научного исследования.....	95
10.1. Оформление результатов научного исследования.....	95
10.2. Устное представление информации	101
10.3. Изложение и аргументация выводов научной работы	103
Библиографический список.....	105
11. Понятие и структура магистерской выпускной работы	106
11.1. Понятие и признаки магистерской выпускной работы	106
11.2. Структура магистерской выпускной работы.....	107
11.3. Формулирование цели и задач исследования	111
Библиографический список.....	116
12. Основы изобретательского творчества	117
12.1. Общие сведения	117
12.2. Объекты изобретения.....	117
12.3. Условия патентоспособности изобретения.....	120
12.4. Условия патентоспособности полезной модели	121
12.5. Условия патентоспособности промышленного образца	122
12.6. Патентный поиск	123
12.7. Изобретение, полезная модель, промышленный образец: общее и отличие	129
Библиографический список.....	131

ВВЕДЕНИЕ

Появление дисциплины «Методология исследовательской деятельности в радиоэлектронике и телекоммуникациях» было вызвано быстрым обновлением знаний, увеличением объема научной и научно-технической информации в этой области (как и в других областях) деятельности человека. Сегодня 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 включает в себя некоторые 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.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Методология — это учение об организации деятельности человека. Но в организации и применении методологии нуждается не всякая деятельность. Человеческая деятельность разделяется на *репродуктивную* и *продуктивную*. 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).

Продуктивная деятельность направлена на получение *объективно* нового или *субъективно* нового результата.

Деятельность, направленная на получение объективно нового результата, называется *творчеством*.

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

«Организация» означает:

- 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.

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 ее в целостную систему с четкими и определенными характеристиками, логической структурой, определяющими процесс ее осуществления.

Логическая структура включает в себя следующие компоненты: *субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности и ее 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 завершенные 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:

а) *фаза проектирования*, результатом которой является построенная модель или научная гипотеза как модель создаваемой системы нового научного знания и план ее реализации;

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

в) *рефлексивная*¹ *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.

Таким образом, структуру научного исследования можно представить в виде схемы (рис. 1.1) [1.1, 1.2].

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;

¹ (от позднелат. *reflexio* «обращение назад») — это обращение внимания субъекта на самого себя и на свое сознание, в частности, на продукты собственной активности, а также какое-либо их переосмысление.

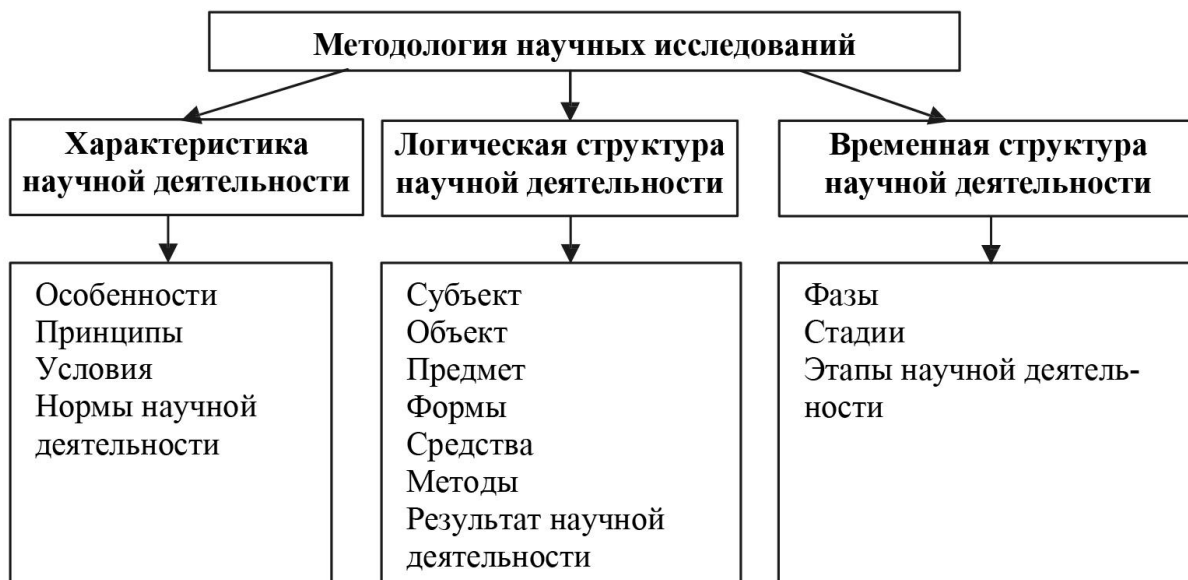


Рис. 1.1 — Структура методологии научного исследования

— 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:

- собрание, 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.

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. В настоящее время различают науки в зависимости от сферы, предмета и метода познания:

- о природе — естественные;
- об обществе — гуманитарные и социальные.

В Общероссийском классификаторе специальностей по образованию ОК 009-2016 в программах магистратуры и специалитета выделено 9 направлений [1.3]:

- а) Математические и естественные науки;
- б) Инженерное дело, технологии и технические науки;
- в) Здравоохранение и медицинские науки;
- г) Сельское хозяйство и сельскохозяйственные науки;
- д) Науки об обществе;
- е) Образование и педагогические науки;
- ж) Гуманитарные науки;
- з) Искусство и культура;
- и) Оборона и безопасность государства. Военные науки.

Науки *по методу познания* подразделяются:

— 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.

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 она 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.

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. Ок. 450 г. до н. э. Демокрит и Клеоксен предложили создать оптический факельный телеграф. Особое место занимает деятельность Фалéса 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 в. до н. э.), механике (Архимед, 287—212 гг. до н. э.) 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. Следует также отметить, что к этой эпохе следует отнести и творчество хорошо известного многим персидского философа, математика, астронома и поэта Омара Хайяма (1048—1131 гг.).

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 г.), Парижский (1160 г.), Оксфордский (1167 г.), Кембриджский (1209 г.), Падуанский (1222 г.), Неаполитанский (1224 г.).

В 2007 году в Праге отмечали 300-летие начала обучения по техническим наукам в Карловом университете, который считается первым в Европе техническим вузом (в нем, в частности, работал Никола Тесла).

Наука в современном понимании начала складываться в XVI—XVII 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 Линчеи, членом которой был Г. Галилей. В Лондоне (1660) основывается один из ведущих научных центров Европы — Лондонское королевское общество, которое с 1665 г. издает «Философские записки» — один из старейших научных журналов мира. Оценка наиболее значимых научных результатов от имени профессионального журнала становится нормой.

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

В начале эпохи Нового времени (XVI—XIX вв.) в научном мире происходит ряд важных событий, на которых позже будут основаны многие достижения в области инфокоммуникаций и радиотехнологий:

— 1600 г. — вышла книга английского ученого Гильберта «О магните, магнитных телах и большом магните — Земле»;

— 1729 г. — англичанин Грей открыл явление электропроводности;

— 1745 г. — немецкий физик Эвальд Юрген фон Клейст и нидерландский физик Питер ван Мушенбрук создали «лейденскую банку» — первый конденсатор;

— 1753 г. — физик из Лейпцига Винклер открыл способ передачи электрического тока по проводам;

— 1761 г. — петербургским академиком Леонардом Эйлером впервые высказана идея передачи информации с помощью колебаний эфира;

— 1785 г. — Французский физик Шарль Кулон — основатель электростатики установил, что сила взаимодействия электрических зарядов пропорциональна их величинам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними;

— 1793 г. — К. Шапп изобрел «оптический телеграф». С 1830 г. до окончания Крымской войны оптический телеграф функционировал на Черноморском флоте;

— 1800 г. — Вольт изобрел гальванический элемент — так называемый «вольтов столб», который стал первым источником постоянного тока;

— 1820 г. — Эрстед открыл связи между электрическим током и магнитным полем. Электрический ток порождает магнитное поле;

— 1820 г. — Ампер открыл взаимодействие электрических токов и установил закон этого взаимодействия (закон Ампера);

— 1838 г. — С. Морзе изобрел оригинальный неравномерный код;

— 1839 г. — была построена самая протяженная в то время в мире линия «оптического телеграфа» между Петербургом и Варшавой (1200 км);

— 1850 г. — Б. С. Якоби разработал первый в мире телеграфный аппарат (на три года раньше Морзе) с буквопечатанием принимаемых сообщений;

— 1868 г. — Мэлон Лумис продемонстрировал группе американских конгрессменов и ученых работу прототипа линии беспроводной связи протяженностью 22 км.

Значительные изменения в организации исследований (прежде всего химических и физических) происходят в середине XIX в. На смену ученым-одиночкам и традиционным кабинетам приходят научно-исследовательские лаборатории. Первые лаборатории были открыты при Лейпцигском, Гёттингенском, Гейдельбергском университетах. В 1872 г. 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) [1.1, 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 с 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.

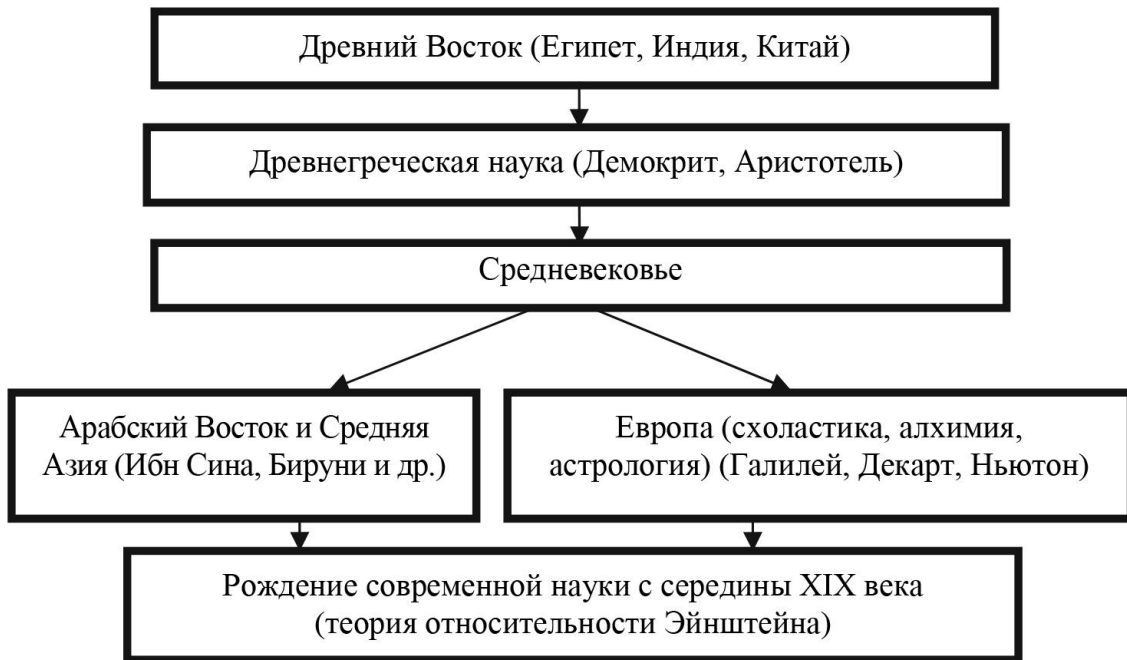


Рис. 1.2 — Этапы развития науки

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.

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.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 1.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 1.3. Общероссийский классификатор специальностей по образованию ОК 009-2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://classinform.ru/okso-2016/razdel4.html> (дата обращения: 20.02.2020).

2. ПОНЯТИЕ О НАУЧНОМ ЗНАНИИ

Знание — это проверенный практикой результат познания действительности, правильное ее 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. 2.1).

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.

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 опе-

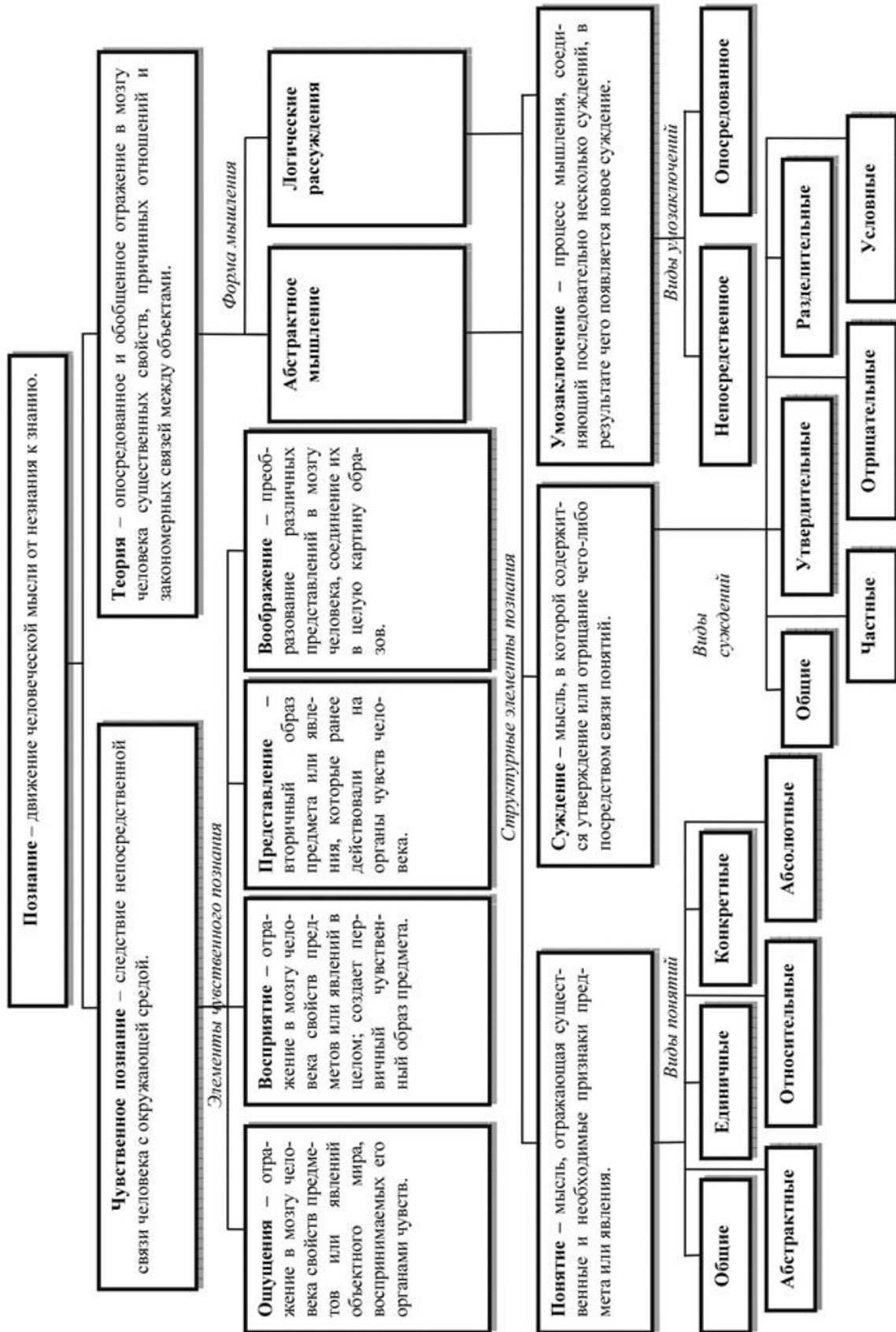


Рис. 2.1 — Структурная схема процесса познания

режает 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 раздельными.

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. 2.2).

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 о нем знаниях.

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:

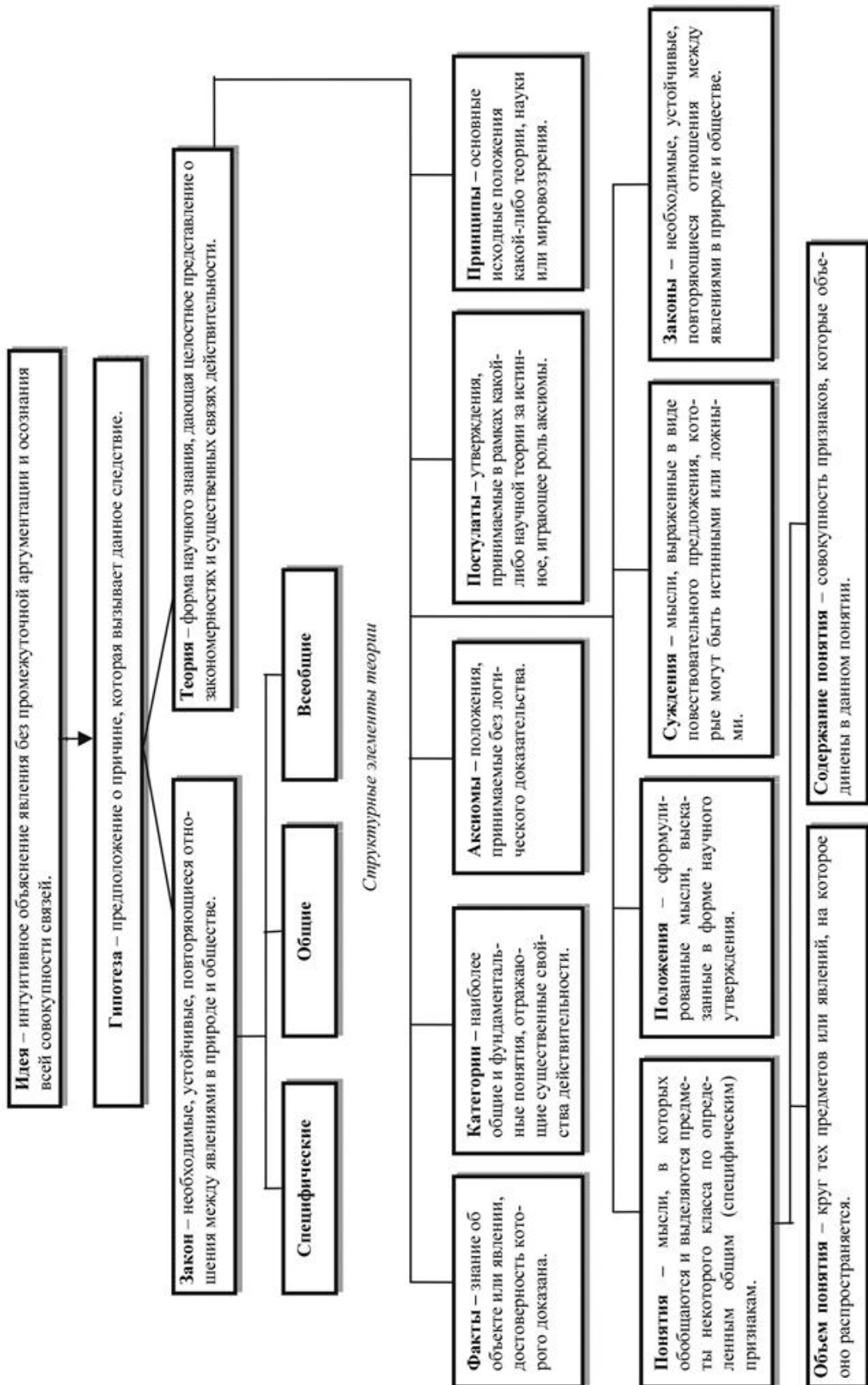


Рис. 2.2 — Основные структурные элементы теории познания

а) накопление фактического материала и высказывание на его основе некоторых предположений;

б) развертывание предположений в гипотезу;

в) 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.

Главную задачу науки и составляет познание законов, которые являются основой преобразования природы и общества.

Существует три основных группы законов:

а) *специфические*, или частные (например, закон Ома в электро- и радиотехнике);

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

в) *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 ее пара-

доксальность. 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.

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.

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 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.

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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 2.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 2.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.

3. 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.

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. 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, совокупности 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.

Синтез (от греч. *synthesis* — соединение) — это метод исследования, который позволяет соединять элементы (части) объекта, расчлененного в процессе анализа, устанавливать связи между элементами и познавать объекты исследования как единое целое.

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.

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.

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. До широкого внедрения компьютерных технологий метод абстрагирования широко применялся при анализе СВЧ-устройств [1.3].

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, 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.

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. Наблюдение должно удовлетворять определенным требованиям:

- наблюдение должно проводиться для четко поставленной задачи;
- в первую очередь при наблюдении должны рассматриваться интересующие стороны явления;
- 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.

Эксперимент (от лат. *experimentum* — проба, опыт, чувственно-предметная 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 сле-

дить 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 высоких и низких температурных воздействиях, в условиях воздействия повышенного уровня радиации и т. п.);

- 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.

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. 3.1).

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. Все измерения производятся с помощью соответствующих измерительных приборов и сводятся к сравнению измеряемой величины с некоторой величиной, принятой в качестве эталона.

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

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.).

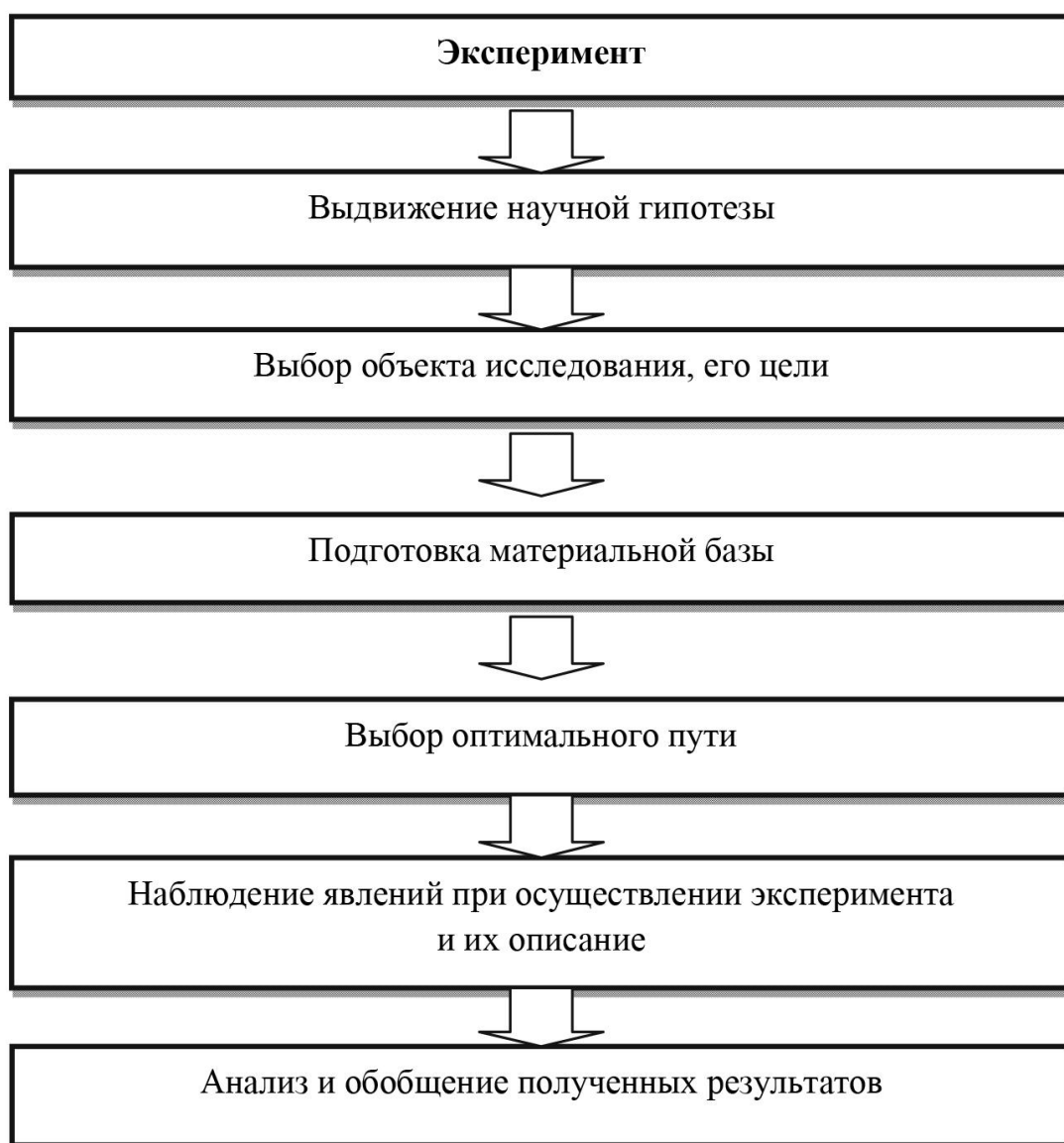


Рис. 3.1 — Последовательные стадии эксперимента

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 3.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 3.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 3.3. Силаев, М. А. Приложение матриц и графов к анализу СВЧ устройств / М. А. Силаев, С. Ф. Брянцев. М. : Сов. радио, 1970. — 248 с.

4. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ И ЭТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ

4.1. Эстетические основания методологии

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: общественноисторический 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 М. И. Глинка не сочинил бы Вальс-фантазию, 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, ко-

торые 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.

Здесь следует отметить следующее. Как и в других областях науки и техники, в области инфокоммуникаций и радиотехнологий, широко используются термины-эпонимы. В современном языке эпоним представляет собой термин, получивший свое название по имени человека, который впервые обнаружил, описал или изобрел какие либо явления, структуры, конструкции и проч. Вопросы эпонимии в области инфокоммуникаций и радиотехнологий рассматриваются в [4.3, 4.4].

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.

Искусство это личностное отражение действительности, а наука ее отстраненно-объективное отражение.

4.2. 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.

Существует 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.

Профессиональная этика. Для некоторых профессий существуют, помимо общечеловеческих, общенациональных этических норм, еще и дополнительные профессиональные этические нормы: медицинская этика (знаменитая клятва Гиппократ), педагогическая этика и т. д. Деятельность в таких профессиях организуется в соответствии с этими специфическими этическими нормами.

4.3. 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 Робертом Мертоном (1910—2003 гг.), выдающимся социологом XX столетия, основателем социологии. По его мнению, науки — это совокупность четырех основных ценностей:

— *универсализм*, т. е. истинность научных утверждений, должна 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. 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.

4.4. Этика научных публикаций

В 1997 г. был создан Комитет по публикационной этике (*Committee on Publication Ethics — COPE*). Российская Федерация присоединилась к этому процессу через 15 лет [4.5]. Редакционные коллегии научных журналов

обязаны руководствоваться в своей работе международными этическими правилами научных публикаций, включающими правила порядочности, конфиденциальности, надзора за публикациями, учета возможных конфликтов интересов и проч.

Стандартный «набор» правил, касающихся этики научных публикаций, включает в себя правила для авторов, редакции и рецензентов.

4.4.1. Обязанности авторов

Достоверность. Авторы обязаны представлять достоверные результаты проделанной работы, а также объективное обсуждение значимости исследования. Положенные в основу исследований данные должны быть четко изложены в письменном виде. Статья должна содержать достаточное количество информации для проверки и повторения экспериментов другими исследователями. Мошеннические или заведомо неправдивые заявления приравниваются к неэтичному поведению и являются неприемлемыми.

Доступ к данным и их хранение. Авторы могут попросить предоставить исходные данные для редакционного обзора. Они должны быть готовы предоставить открытый доступ к таким данным, если это представляется возможным, и в любом случае должны быть готовы сохранять исходные материалы в течение разумного периода времени, прошедшего после их публикации.

Оригинальность и плагиат. Авторы должны предоставлять только оригинальные работы. При использовании текстовой или графической информации, полученной из работ других лиц, необходимы ссылки на соответствующие публикации или письменное разрешение автора. Любого рода плагиат расценивается как неэтичное поведение и является неприемлемым.

Множественные, повторные и конкурирующие публикации. Авторы должны указать, что их работа публикуется впервые. Если элементы рукописи ранее были опубликованы в другой статье, авторы обязаны сослаться на более раннюю работу и указать, в чем существенное отличие новой работы от предыдущей. Дословное копирование собственных работ и их перефразирование неприемлемы, они могут быть использованы только как основа для новых выводов. Подача статьи в более чем один журнал одновременно расценивается как неэтичное поведение и является неприемлемой.

Подтверждение источников. Авторы обязаны признавать вклад других лиц, оказавших влияние на характер представленного исследования. Обязательно наличие библиографических ссылок на использованные работы. Информация, полученная в частном порядке, путем разговора, переписки или обсуждения с третьими лицами, не должна использоваться без получения открытого письменного разрешения от их источника.

Авторство работы. Авторство должно быть ограничено теми, кто внес значительный вклад в концепцию, дизайн, исполнение или интерпре-

тацию заявленного исследования. Все те, кто внес значительный вклад, должны быть перечислены в качестве соавторов. Те, кто принимал участие в некоторых существенных аспектах исследовательского проекта, должны быть отображены в списке участников проекта. Автор должен гарантировать, что имена всех соавторов и участников проекта помещены в списки соавторов и участников, и что все соавторы ознакомились с окончательным вариантом научной работы и одобрили ее, а также дали свое согласие на ее публикацию.

Раскрытие информации и конфликт интересов. Все авторы должны раскрывать в своих работах информацию о любых финансовых и других значительных конфликтах интересов, которые могут повлиять на результаты исследования или их интерпретацию. Все источники финансовой поддержки проекта должны быть раскрыты.

Существенные ошибки в опубликованных работах. Если автор обнаруживает существенную ошибку или неточность в своей опубликованной работе, он обязан незамедлительно уведомить об этом редактора или издателя журнала и оказать им помощь в устранении или исправлении ошибки. Если редактор или издатель узнает от третьего лица, что опубликованная работа содержит существенные ошибки, автор обязан незамедлительно убрать или исправить их, или же представить редакции доказательства правильности исходной статьи.

4.4.2. Обязанности редакции

Решение о публикации статьи. Представление статьи на рассмотрение подразумевает, что она содержит полученные авторами новые нетривиальные научные результаты, которые ранее нигде не публиковались. Каждая статья рецензируется. Рецензирование проходит по «слепой» схеме, когда рецензенты знают автора, но автор не знает рецензента. Эксперты имеют все возможности свободно высказать мотивированные критические замечания относительно уровня и ясности изложения представленного материала, его соответствия профилю журнала, новизны и достоверности результатов. Рекомендации рецензентов являются основанием для принятия окончательного решения о публикации статьи. Ответственность за решение о публикации полностью лежит на редакции журнала. Редакция принимает решение о публикации, руководствуясь политикой журнала, с учетом действующего законодательства в области авторского права. Редакция оценивает рукописи исключительно по их научному содержанию, безотносительно расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных убеждений, этнической принадлежности, гражданства и политических взглядов авторов. Статья, в случае принятия к опубликованию, размещается в открытом доступе; авторские права сохраняются за авторами.

Конфиденциальность. Редактор и все сотрудники редакции не имеют права раскрывать информацию о предоставленных работах никому, кроме

соответствующих авторов, рецензентов, других редакционных консультантов и, при необходимости, издателя. Редактор и сотрудники редакции не имеют права использовать неопубликованные материалы, использованные в предоставленной рукописи, в собственных исследованиях без письменного согласия автора.

Конфликт интересов и разрешение этических конфликтов. В случае конфликта интересов в результате конкурентных отношений, сотрудничества или других отношений и связей с одним из авторов, компаний, или учреждений, связанных с представленными рукописями, редактор передает рукопись для рассмотрения другому члену редколлегии. Редакторы должны запрашивать от всех участников процесса раскрытия существующих конкурирующих интересов. Если конкуренция интересов была выявлена после публикации статьи, редакция обязана обеспечить публикацию поправок. При подаче этической жалобы относительно предоставленной рукописи или опубликованной статьи редактор должен предпринимать разумные ответные меры, во взаимодействии с издателем (или обществом). Каждое сообщение о факте незтичного поведения должно быть рассмотрено, даже если оно поступило спустя годы после публикации статьи. Если жалоба поддерживается, следует публикация соответствующих исправлений, опровержений или извинений.

4.4.3. Обязанности рецензентов

Вклад в редакционные решения. Экспертная оценка помогает редактору в принятии редакционных решений и посредством сотрудничества редактора и автора может помочь автору в улучшении его работы.

Оперативность. Рецензент, который считает, что его квалификации недостаточно для рассмотрения исследования, представленного в научной работе, или знает, что скорость ее рассмотрения будет слишком низкой, должен уведомить об этом редактора и отказаться от процесса рассмотрения.

Конфиденциальность. Любая рукопись, поданная на экспертизу, должна рассматриваться как конфиденциальный документ. Недопустимо показывать ее другим рецензентам или обсуждать с иными экспертами без предварительного разрешения главного редактора.

Стандарты объективности. Отзывы о научных работах должны быть объективными. Личная критика автора неуместна. Рецензенты обязаны выражать свои взгляды четко и аргументированно.

Подтверждение источников. Рецензенты должны выявлять соответствующие опубликованные работы в рецензируемом материале, которые не были процитированы авторами. Любые заявления, выводы или аргументы, которые уже использовались ранее в каких-либо публикациях, должны быть соответствующим образом оформлены как цитаты. Рецен-

зент также обязан обращать внимание редактора на существенное или частичное сходство с какой-либо иной работой, с которой рецензент непосредственно знаком.

Раскрытие информации и конфликт интересов. Неопубликованные материалы, использованные в предоставленной рукописи, не должны использоваться в собственных исследованиях рецензента без письменного согласия автора. Закрытая информация или идеи, полученные во время рецензирования, должны оставаться конфиденциальными и не использоваться для личной выгоды. Рецензенты не должны принимать участие в рассмотрении и оценке рукописей, в которых они лично заинтересованы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 4.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 4.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 4.3. Ермолов, П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2018. — Т. 1. — № 1. — С. 121—135.
- 4.4. Ермолов, П. П. Энциклопедия «Радиотехника» (изд. дом «Додэка-XXI», 2002) как источник терминов-эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий / П. П. Ермолов // 27-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМи-Ко'2017) : материалы конф. в 9 т. (Севастополь, 10—16 сент. 2017). — Севастополь, 2017. — Т. 8. — С. 1845—1854.
- 4.5. Абрамов, Е. Г. Публикационная этика в научно-исследовательском процессе / Е. Г. Абрамов, О. В. Кириллова // Научная периодика : проблемы и решения. — 2012. — № 5 (11). — С. 4—8.

5. ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОСТАНОВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ И ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

5.1. Методы выбора и цели направления научного исследования

В научно-исследовательской работе различают такие понятия, как научное направление, проблема и тема.

Научное направление — это сфера исследований научного коллектива, посвященных решению крупных фундаментальных теоретических и экспериментальных задач в определенной отрасли науки.

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 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 отдельные 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.

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 по-

знания, 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 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. 5.1).



Рис. 5.1 — 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 создаваемого прибора или конструкции.

В результате проведения фундаментальных и прикладных исследований происходит накопление новой научно-технической информации и преобразование ее в форму, пригодную для освоения в промышленности, 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 научно-исследовательских организаций.

В зависимости от источников финансирования научные работы также подразделяются:

- на госбюджетные, финансируемые из средств государственного бюджета;
- на хоздоговорные, финансируемые организациями-заказчиками на основе хозяйственных договоров;
- на нефинансируемые, выполняемые по договорам о 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 исследований: техническое, математическое, биологическое, историческое и др. Исследования в области инфокоммуникаций и радиотехнологий относятся к техническому направлению исследований, но и среди них есть отрасли, которые могут быть отнесены к физико-математическому направлению, например, электродинамика, исследование низкоразмерных объектов (наноструктур) и проч.

Структурными единицами научного направления являются комплексные проблемы, темы и научные вопросы (рис. 5.2).

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.



Рис. 5.2 — Структурные единицы научного направления

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 доступным сервисом в области инфокоммуникаций является национальной, поскольку она характерна для России. Проблема научного и технического обеспечения функционирования инфокоммуникационной структуры является отраслевой.

В зависимости от изменения экономических условий в стране проблемы отраслевого масштаба могут перерасти в государственные.

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.

5.2. 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 ее 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 из-

мерения, 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.

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

а) 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.

б) 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 заключение ставится цель и задача исследования.

в) 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.

г) 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.

д) 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.

е) 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.

5.3. 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 обозначать 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;
- 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 исследователем эмпирические данные.

В прикладном аспекте актуальность определяется следующими факторами:

- существует необходимость решения задач научного исследования для нужд общества и производства;
- научная работа по данной теме существенно повышает качество работ 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.

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 ис-

следователей 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 материала, например, в результате проведения удачного эксперимента;

— 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.

Основой для обобщающего исследования могут стать полученные новые научные результаты, которые можно представить в виде трех условных плоскостей (рис. 5.3): плоскость предметных областей, плоскость технологии, т. е. средств и методов познания, и плоскость полученных результатов.

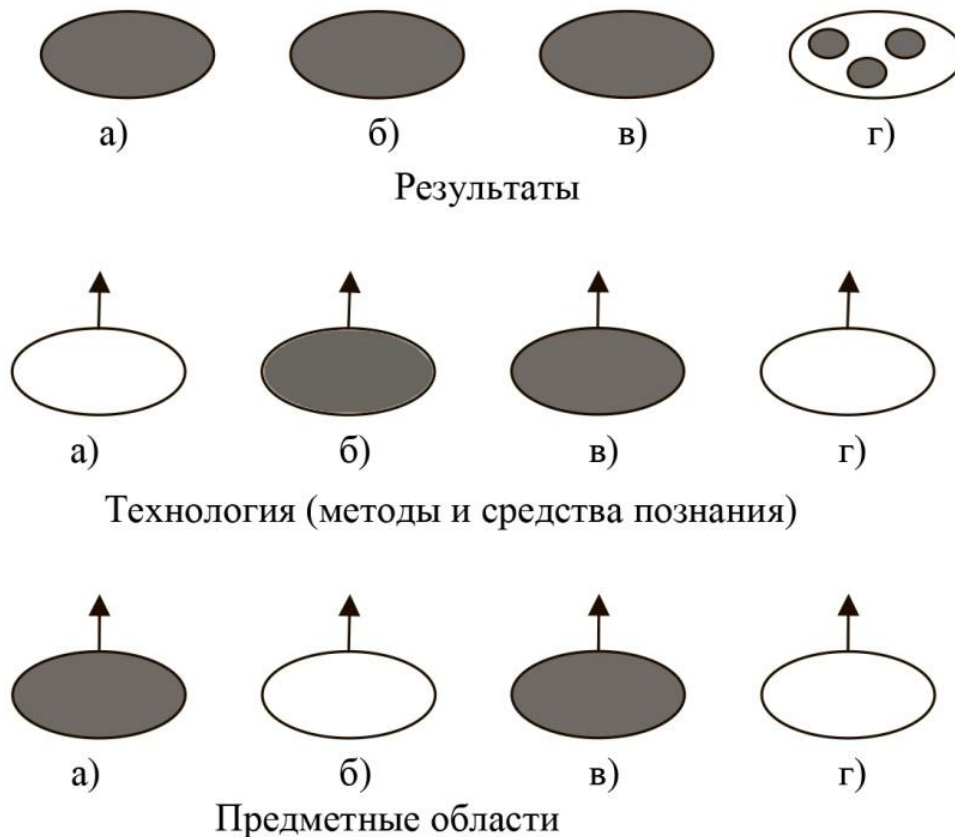


Рис. 5.3 — Варианты получения новых научных результатов

Новые научные результаты могут быть получены в следующих случаях:

а) когда исследуется совершенно новая (на рис. 5.3 «научная новизна» затемнена), ранее не изученная предметная область (а);

б) 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.;

в) когда одновременно исследуется новая предметная область с использованием новейших технологий (в).

г) 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.

5.4. Выдвижение рабочей гипотезы

Существует три способа выдвижения рабочей гипотезы.

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 предшествующем опыте и интуиции исследователя. Гипотеза используется в качестве промежуточного звена и в процессе исследования уточняется и проверяется. В случае ее 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 и условия, 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 ее 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. 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 5.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 5.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.

6. 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. 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.

6.1. Документальные источники информации

Понятие «документ». Нас окружают многочисленные документы, которые служат для фиксации социального опыта и впоследствии 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 (рис. 6.1).



Рис. 6.1 — Виды документов по конструктивной форме

Мир документов разнообразен. 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 возмож-

ность использовать ее по мере необходимости для решения научных, производственных, идентификационных, экономико-финансовых, учетно-регистрационных и других задач.

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.

Конструктивная форма документа отличается большим разнообразием (см. рис. 6.1).

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), графические, художественные и картографические изображения (рис. 6.2).



Рис. 6.2 — Виды документов по знаковой природе информации

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. 6.3).



Рис. 6.3 — Виды документов по периодичности

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. 6.4).



Рис. 6.4 — Виды документов по характеру текста

В зависимости от целевого назначения, обслуживаемой сферы деятельности документы подразделяются на научные, научно-популярные, производственные, официальные, учебные, справочные, патентные, литературно-художественные и др. (рис. 6.5).

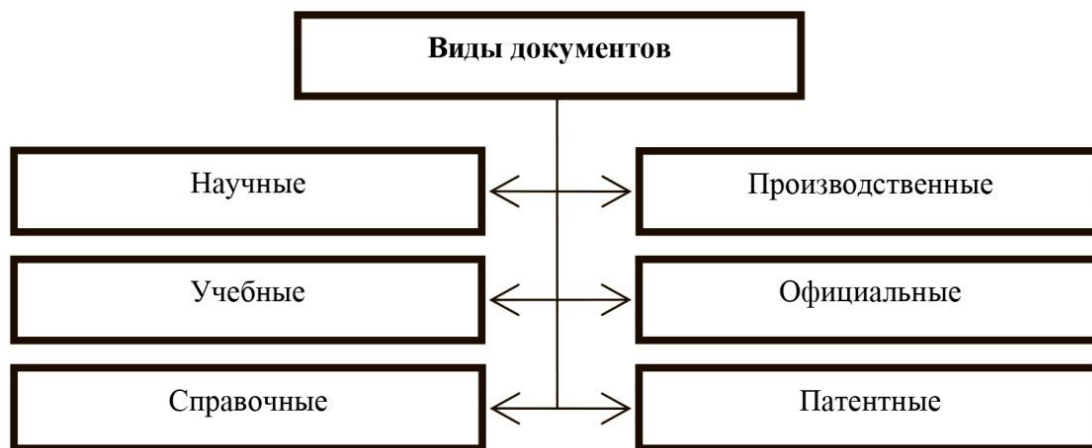


Рис. 6.5 — Виды документов по их целевому назначению

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

Большинство научных документов опубликовано, 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 ее 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 автора 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.

К неопубликованным научным документам также относятся отчеты о результатах законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских 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.

Один 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.

6.2. Анализ документов

Методы анализа документов представлены на рис. 6.6.

Информационный анализ документа предполагает формальную характеристику текста по нескольким параметрам: информационному объему, информационной емкости, физическому объему, информативности и др.

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.

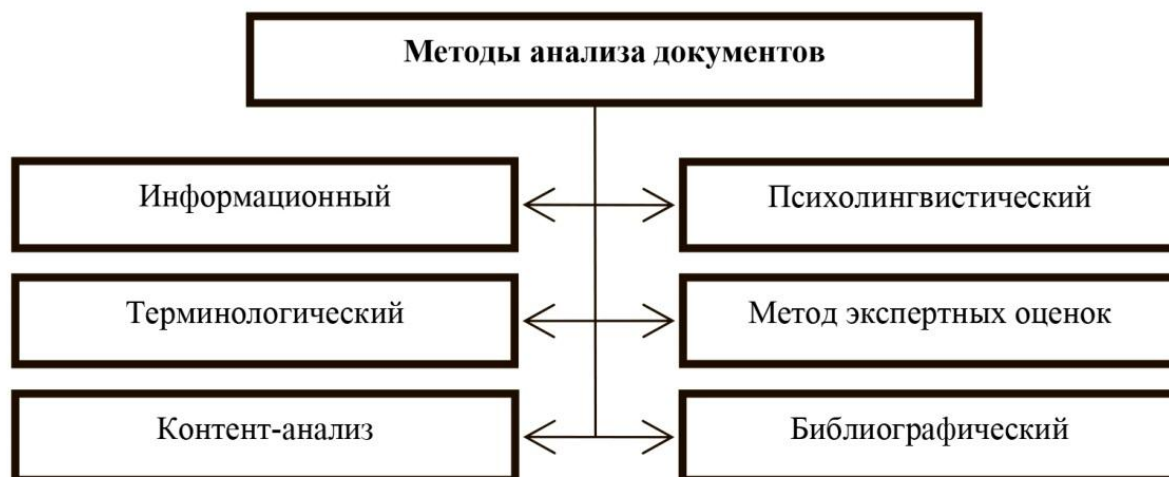


Рис. 6.6 — Методы анализа документов

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. Результаты подсчета позволяют увидеть то, что рассеяно в тексте и не видно на первый взгляд.

Психолингвистический метод — 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 применяется 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 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 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. Рассмотрим источники информации, чаще всего используемые при подготовке письменных работ. В основу приведенной ниже общей характеристики источников положен принцип разделения всех источников информации по типу носителя.

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.

Электронные источники информации. К этим источникам информации следует отнести теле- и радиовещание, Интернет и иную информацию, распространяемую в электронном виде.

6.3. 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.

Библиотечный каталог — систематизированный перечень источников, состоящих на хранении в информационном фонде и учтенных в соответствии с установленными правилами. В библиотеках чаще всего используются 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.

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 научно-справочного аппарата книги обычно располагаются на титульном листе и его обороте, а в ряде случаев — и в конце источника.

К информационным элементам относятся:

- сведения о названии источника;
- сведения об авторе (авторах) источника;
- сведения о функциональном назначении источника;
- сведения об издателях;
- краткая характеристика издания;
- выходные данные издания.

Пояснительные элементы научно-справочного аппарата книги 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.

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 является первоосновой, каркасом письменной работы, определяющим последовательность изложения материала.

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

Конспект (от лат. *conspectus* обзор, описание) весьма сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя цитаты наиболее при-

мечательных 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.

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.

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 1961 г. (до 1961 года здесь размещалось языкознание. Теперь оно объединено с литературой в разделе 8. Это сделано с целью соединения родственных знаний);

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.

Кроме УДК существует множество других классификационных систем (ББК, патентная классификация и др.).

Информационный поиск — это совокупность операций, направленных на отыскание документов, необходимых для разработки темы. Научный работник, завершив анализ НТИ по выбранной теме исследования, должен поставить цель, которой необходимо достичь в результате выпол-

нения работы, и задачи, которые необходимо решить, чтобы достигнуть этой цели. Она формулируется в теме научно-исследовательской работы.

6.4. 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.

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.

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 («полные тексты»). Библиографические базы данных содержат вторичную информацию, то есть сведения о публикациях (метаданные).

Примером фактографической (и наукометрической) базы данных условно может служить ресурс *eLIBRARY.ru* — российская научная электронная библиотека, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). По состоянию на начало 2020 года в базе данных *eLIBRARY.ru* насчитывается более 33 млн. статей. Помимо платного доступа и доступа по подписке для организаций, на портале бесплатно доступны статьи из более чем 3000 журналов с открытым доступом.

Примерами библиографической (и наукометрической) базы данных могут служить ресурсы *Web of Science* и *Scopus*.

Scopus (www.scopus.com) представляет собой поисковую платформу и реферативную базу данных, которая индексирует более 20 000 наименований журналов примерно 4000 международных издательств. Ежедневно обновляемая база данных *Scopus* включает записи вплоть до первого тома, первого выпуска журналов ведущих научных издательств. Она обеспечивает непревзойденную поддержку в поиске научных публикаций и предлагает ссылки на все вышедшие цитаты из обширного объема доступных статей.

Web of Science — база данных Филадельфийского института научной информации. Это — поисковая платформа, объединяющая реферативные

базы данных публикаций в научных журналах и патентов. *Web of Science* охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам и искусству.

6.5. Обработка научной информации, ее фиксация и хранение

При первом знакомстве с научной книгой много полезных сведений могут дать ее выходные 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.

Информация при изучении литературы по выбранной теме используется только та, которая имеет непосредственное отношение к теме исследования 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.

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 настойчивости и творческой страсти. Исследователь 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;

- 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 6.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 6.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.

7. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

7.1. 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.

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.

Математическим моделям присущи следующие недостатки:

- часто отыскать аналитические выражения, отражающие исследуемый процесс затруднительно или вообще невозможно;
- 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.

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.

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.

Системный анализ обычно складывается из следующих четырех этапов.

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

б) 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 [7.3].

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

г) Теоретические исследования. При проведении любого теоретического исследования преследуются несколько целей:

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

2) изучение объекта, недоступного непосредственному исследованию;

3) распространение результатов предшествующих исследований на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;

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

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.

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.

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.

7.2. Структура и модели теоретического исследования

Теоретическое знание — это сформулированные общие для какой-либо 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 Гей-Люссака — это эмпирические законы, а обобщение этих газовых законов на основе молекулярно-кинетической теории, модели идеального газа, уравнение Клайперона — Менделеева — это теоретическое знание.

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.

В процессе обобщения эмпирических результатов приходится 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 (с соответствующими ссылками).

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 т. д. Происходит индуктивный процесс — абстрагирование — восхождение от конкретного к абстрактному — пока все результаты не сведутся в авторскую концепцию — короткую (5 — 7 строк), но емкую формулировку, отражающую в самом общем сжатом виде всю суть теоретической работы и совокупность результатов.

Следующий этап — это дедуктивный процесс, 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. Принципы также могут развиваться в классы моделей, типы задач и т. д. Так выстраивается логическая структура научной теоретической работы (рис. 7.1).

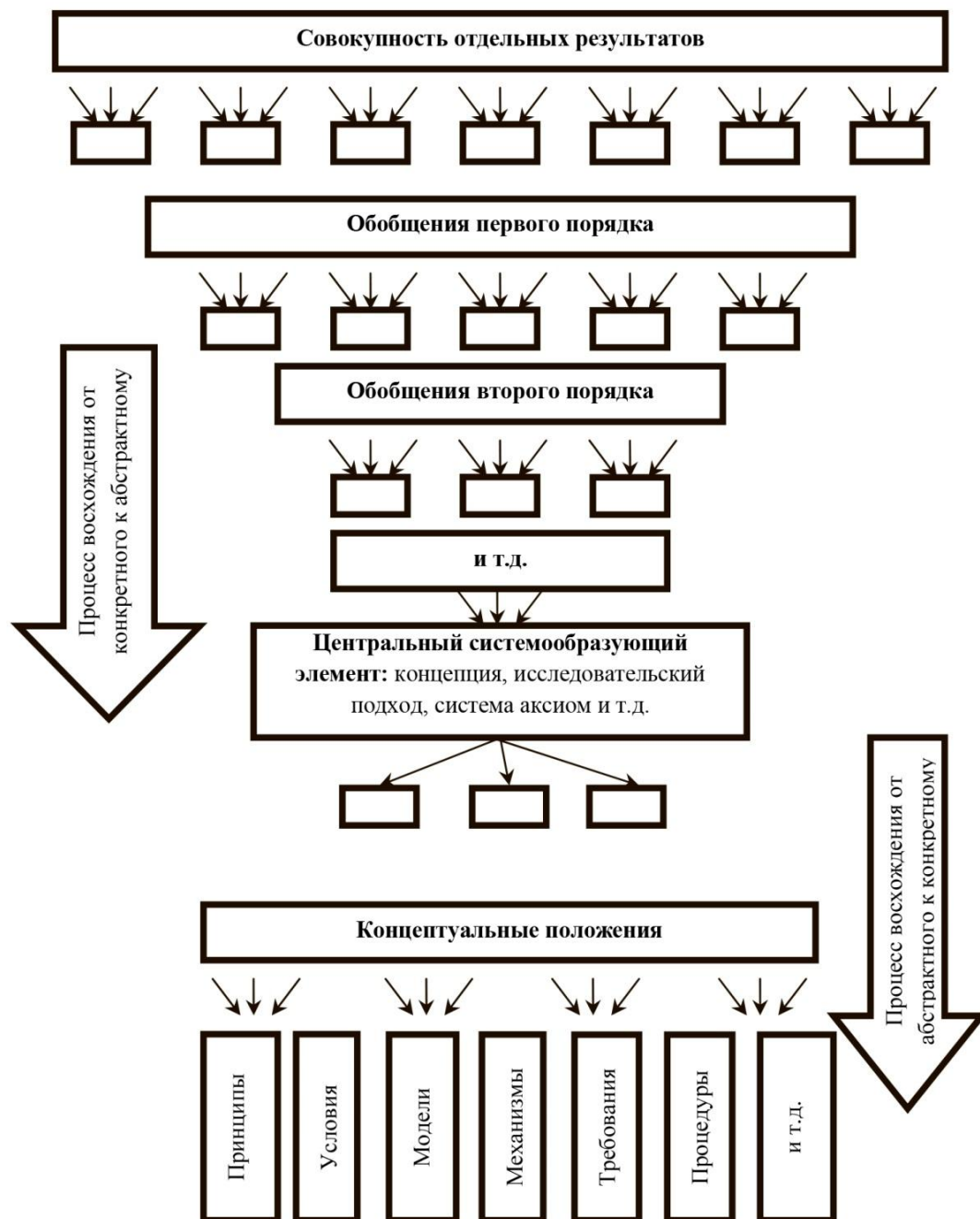


Рис. 7.1 — Построение логической структуры теоретического исследования

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.

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.

Модели могут быть физическими, математическими и натуральными.

Физические модели позволяют наглядно представить протекающие процессы и исследовать влияние отдельных параметров на их свойства. Математические модели позволяют количественно использовать явления, трудно поддающиеся изучению на физических моделях. Натуральные модели представляют собой масштабно-измененные объекты, они позволяют наиболее полно исследовать процессы, протекающие в натуральных условиях. В области СВЧ-техники этим приемом иногда пользуются в случаях, когда использование модели на более низких (или более высоких) частотах оправдано экономически.

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 входными и выходными параметрами, а получение эмпирической зависимости сопряжено с большими затратами.

Процесс моделирования на компьютере содержит пять этапов:

- а) выделение основных факторов и характеристик процессов и описание взаимосвязи между ними с помощью математических уравнений;
- б) преобразование математического описания к виду, удобному для ввода в компьютер;
- в) составление программы для компьютера;
- г) анализ полученных результатов;
- д) сопоставление этих результатов с опытными.

В настоящее время моделирование можно осуществлять с помощью большого числа специализированных компьютерных программ, некоторые из которых изучаются в университете в рамках специальных дисциплин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 7.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 7.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 7.3. Садовский, В. Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ / В. Н. Садовский. — М. : «Наука», 1974. — 277 с.

8. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

8.1. 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.

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 числу варьируемых факторов (однофакторный и многофакторный).

Для классификации экспериментов могут быть использованы и другие признаки.

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

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 особо значимых 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. В таких случаях исследуются т. н. «коэффициенты влияния» того или иного фактора на параметры исследуемого прибора или устройства [8.3].

При проведении пассивного эксперимента предусматривается изменение только показателей (переменных, параметров) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование. Например, измерение параметров многополюсника без подачи питания.

Активный эксперимент связан с выбором специальных входных сигналов (факторов) — подачи, например, питания к питающим входам того же устройства.

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 компьютеров 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.

Вычислительный эксперимент имеет, как правило, 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.

При вычислительном эксперименте точность информации определяется достоверностью модели, положенной в его основу, правильностью

программ и алгоритмов, для чего обычно проводятся предварительные «тестовые» испытания.

В случае, когда проведение натуральных экспериментов и построение физической модели оказываются невозможными или слишком дорогостоящими, вычислительный эксперимент приобретает исключительное значение. В науке и технике также известно немало областей, в которых вычислительный эксперимент оказывается единственно возможным при исследовании сложных систем.

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 (установки, приборы, и т. п.);
- обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом.

8.2. 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.

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.

Обработка данных сводится к систематизации всех полученных данных, 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. Большая часть этих процедур в современных измерительных средствах автоматизирована.

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.

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

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.

Можно выделить несколько этапов планирования эксперимента:

- сбор и анализ собранной информации;
- выбор входных и выходных переменных, области экспериментирования;
- 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.). Качественным фактором может являться, например, конструкция исследуемого устройства.

Выбор модели исследования зависит от 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.

8.3. 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 16263-70). 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 измерений. 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 измерений.

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, волнового сопротивления и др. Разработкой большинства образцовых средств измерений занимается ВНИИФТРИ (Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений).

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 [8.4]). 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.

В настоящее время работу по стандартизации и метрологии в стране возглавляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации. 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.

Измерения могут быть статическими, когда измеряемая величина не изменяется во времени и динамическими. Измерения также бывают прямые и косвенные. При прямых измерениях искомую величину устанавли-

вают непосредственно из опытов. При косвенных — функционально от других величин, определяемых прямыми измерениями, например измерение плотности тела через его массу и объем. Еще 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 по точности: *особо точные, высокоточные и технические*.

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 уравновешиванием.

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.

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, 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.

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

$$\Delta x = \pm(x_u - x_d);$$

— относительная погрешность

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

где x_u — показания прибора;

x_d — действительное значение измеряемой величины, полученное более точным методом.

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 др.

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 следующие группы:

а) влияние внешней среды: вибрация, магнитные и электрические поля, влажность и др.;

б) неправильная установка средств измерений;

в) инструментальные, например, из-за износа инструмента, и т. д.;

г) методические, которые обоснованы выбором метода измерения;

д) субъективные.

Случайные погрешности. Они могут возникнуть случайно при повторных измерениях. Эти погрешности нельзя учесть и исключить, но при многократно повторенных измерениях с помощью статистических методов их можно выявить и исключить.

Диапазон измерений прибора — это часть диапазона показаний прибора, для которой установлены его погрешности. При известных погрешностях прибора диапазон измерений и показаний прибора совпадает.

Способность отсчитывающего устройства реагировать на изменения измеряемой величины является еще одной характеристикой прибора и называется чувствительностью. *Порогом чувствительности прибора* является наименьшее значение измеренной величины, вызывающее изменение показания прибора, которое можно зафиксировать.

Еще 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.).

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.

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 определяют погрешности и устанавливается, не выходят ли они за пределы допускаемых значений.

В РФ государственные метрологические институты и лаборатории по надзору за стандартами и измерительной техникой производят государственный контроль по обеспечению единства мер. Все средства измерений поверяются каждые 1—2 года.

Средства измерения должны удовлетворять следующим требованиям:

- максимально соответствовать тематике, цели и задачам научно-исследовательской работы;
- обеспечивать при проведении экспериментальных работ высокую производительность труда;

- обеспечивать требуемое количество экспериментальных работ, то есть заданную степень точности при минимальном количестве измерений;
- обеспечивать высокую воспроизводимость и надежность, по 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;
- обеспечивать безопасность персонала и пожарную безопасность.

8.4. Организация рабочего места экспериментатора

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.;
- *условно-стационарным*, например, передвижные лаборатории, временные полигоны.

В соответствии с особенностями рабочего пространства выделяют два типа исследовательских лабораторий: стационарные и передвижные.

В стационарной лаборатории рабочее место комплектуется специальным рабочим столом. В зависимости от назначения лаборатории каждый лабораторный стол должен обеспечиваться электричеством и другими необходимыми приборами и технологическими источниками.

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.

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. Обязательным является *указание даты внесения исправлений*.

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 состоянию электрооборудования. Все электроприборы должны быть заземлены.

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 его руководителем.

8.5. 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.

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.

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

Среди погрешностей измерений важное место занимают субъективные погрешности. 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. 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.

Все 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 8.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 8.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 8.3. Зерний, Ю. В. Основы точности и управления качеством в приборостроении : учеб. пособие / Ю. В. Зерний. — М. : Моск. гос. акад. приборостроения и информатики, 2003. — 170 с.
- 8.4. ГОСТ 16263—70. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. — М. : Стандартиформ, 2008. — 90 с.

9. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

9.1. 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 дает 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 всё множество возможных значений измерений x_i или возможных значений погрешности Δx_i .

При выборочной совокупности число измерений n ограничено и в каждом случае строго определено. 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 результатов измерений 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.

9.2. 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 :

$$D = \sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad (9.1)$$

$$k_v = \sigma / \bar{x}, \quad (9.2)$$

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 $a \leq x_d \leq b$. Эта величина характеризует достоверность измерений и определяется в процентах или в долях единицы. Доверительная вероятность p_d описывается выражением

$$p_d = p[a \leq x_d \leq b] = \frac{1}{2} \left[\frac{\varphi(b - \bar{x})}{\sigma} - \frac{\varphi(a - \bar{x})}{\sigma} \right],$$

где $\varphi(t)$ — интегральная функция Лапласа, численные значения которой приведены в табл. 9.1.

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

$$t = \mu / \sigma, \quad (9.3)$$

где t — так называемый гарантийный коэффициент.

Таблица 9.1 — Значения интегральной функции 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

Если на основе определенных данных установлена доверительная вероятность p_d , чаще ее принимают равной 0,90; 0,95; 0,9973, то устанавливается точность измерений или доверительный интервал $\pm\mu$ на основе соотношения

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

тогда половина доверительного интервала будет равна

$$\mu = \sigma \arg \Phi(p_d) = \sigma t, \quad (9.4)$$

где $\arg \Phi(p_d)$ — аргумент функции Лапласа, а при $n < 30$ — функции Стьюдента (табл. 9.2).

Приведем пример: выполнено 30 измерений сопротивления участка электрической цепи при среднем значении $R = 170$ кОм и вычисленном значении среднеквадратического отклонения $\sigma = \pm 3,1$ кОм.

Требуемую точность измерений можно определить для разных уровней доверительной вероятности $p_d = 0,9011; 0,9545; 0,9973$.

Значения t принимаем по табл. 9.1.

В рассматриваемом нами примере $\mu = \pm 3,1 \times 1,65 = \pm 5,1; \pm 3,1 \times 2,0 = \pm 6,2; \pm 3,1 \times 3,0 = \pm 9,3$ кОм. Следовательно, для данного средства и метода измерений доверительный интервал возрастает примерно в два раза, если p_d увеличить только на 10 %.

Таблица 9.2 — Значения коэффициентов Стьюдента $\alpha_{ст}$

n	p_d					
	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

Если необходимо определить достоверность измерений для установленного доверительного интервала, например, $\mu = \pm 7$ кОм, то по формуле (9.3)

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

По табл. 9.1 для $t = 2,26$ определяем $p_d = 0,9764$. Это значит, что в заданный доверительный интервал не попадают только три измерения из 100.

Уровнем значимости называют значение $(1-p_d)$. При нормальном законе распределения погрешность, превышающая доверительный интервал, будет встречаться один раз из n_u измерений

$$n_u = p_d/(1-p_d). \quad (9.5)$$

По данным приведенного выше примера можно вычислить количество измерений, из которых одно измерение превышает доверительный интервал. По формуле (9.4) при $p_d = 0,9$ получим $n_u = 0,9/(1-0,9) = 9$ измерений. При $p_d = 0,95 \rightarrow n_u = 19$, а при $p_d = 0,9973 \rightarrow n_u = 367$ измерений.

Определение минимального количества измерений. Экспериментатор при проведении опытов с заданной точностью и достоверностью должен знать то количество измерений, при котором будет уверен в положитель-

ном 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, которая характеризуется ошибкой измерения A

$$A = \sigma_0 \sqrt{x}, \quad (9.6)$$

где σ_0 — среднеарифметическое значение среднеквадратичного отклонения σ ,

$$\sigma_0 = \sigma / \sqrt{n}.$$

Значение σ_0 называют средней ошибкой.

Зная t , легко определить доверительную вероятность ошибки измерений по таблице 9.1.

В 1908 году 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. 9.1).

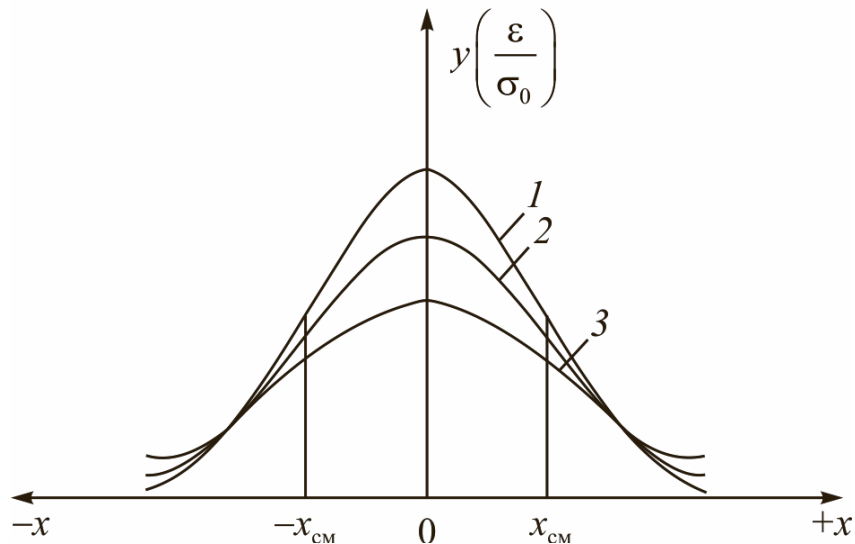


Рис. 9.1 — Кривые распределения Стьюдента: 1 — $n \rightarrow \infty$, 2 — $n = 10$, 3 — $n = 2$

В процессе обработки экспериментальных данных следует из ряда результатов измерений исключать грубые ошибки. Появление таких ошибок может быть вызвано неучтёнными факторами, а их наличие серьезно может повлиять на результат измерений. Прежде чем исключить тот или иной результат, необходимо убедиться, что это действительно грубая ошибка, а не отклонение вследствие статистического разброса.

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

$$x_{\max, \min} = \bar{x} \pm 3\sigma,$$

где $x_{\max, \min}$ — максимальное и минимальное значения результатов измерений, не противоречащие точности измерений.

Если в совокупности результатов находятся значения, превышающие расчётные пределы, то их отбрасывают как недостоверные.

9.3. 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 нарушение плавной зависимости (рис. 9.2).

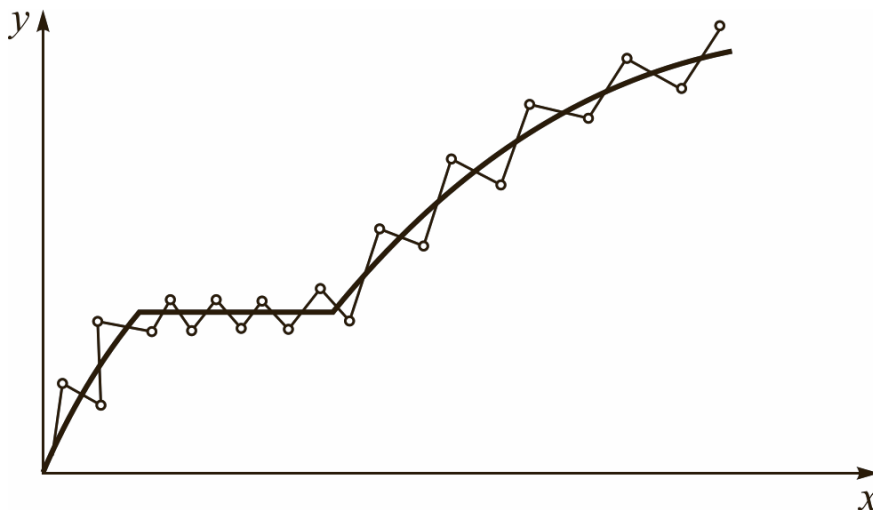


Рис. 9.2 — График функции с нарушениями плавной зависимости

В таких случаях необходимо плавно соединять точки кривой. Общее «осреднение» всех точек плавной кривой может привести к тому, что изменение функции подменяется погрешностями измерений.

Иногда исследуются явления, для которых в определенном интервале наблюдается быстрое изменение одной из координат, объясняемое сущностью процесса.

Если при построении графика появляются точки, которые резко удаляются от плавной кривой, необходимо проанализировать причину этого отклонения, а затем повторить измерения 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. 9.3), разбив диапазон измерения одного из параметров на несколько отрезков $y_1, y_2 \dots y_n$.

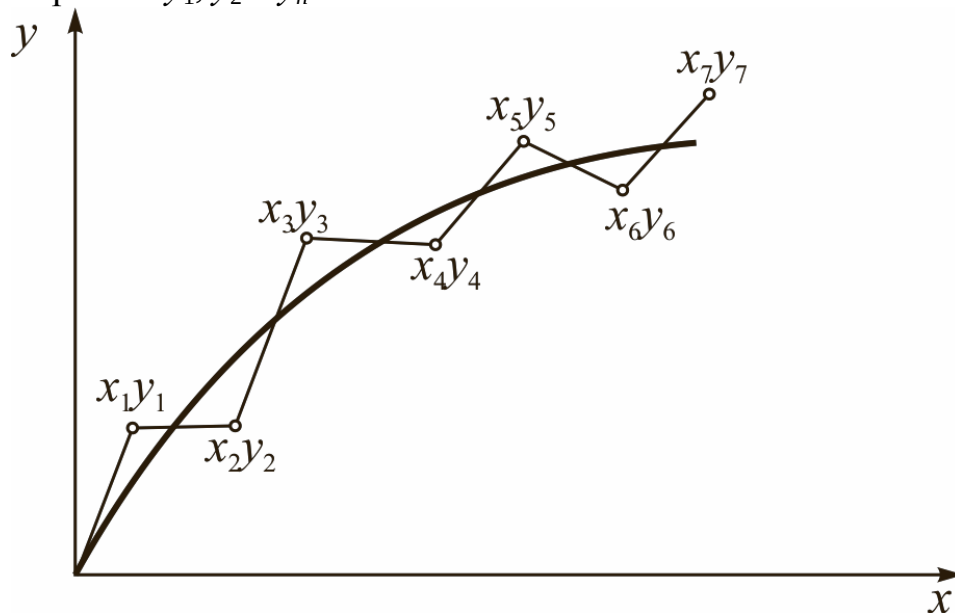


Рис. 9.3 — Разбивка диапазона измерений на несколько отрезков

Иногда при графическом изображении результатов эксперимента приходится иметь дело с тремя переменными $b = f(x, y, z)$. В таком случае применяют метод деления переменных. Одной из величин z в пределах интервала измерения $z_1 \dots z_n$ 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. 9.4).

Также при графическом изображении результатов экспериментов существенную роль играет выбор системы координат, или координатной сетки. Они бывают равномерными и неравномерными.

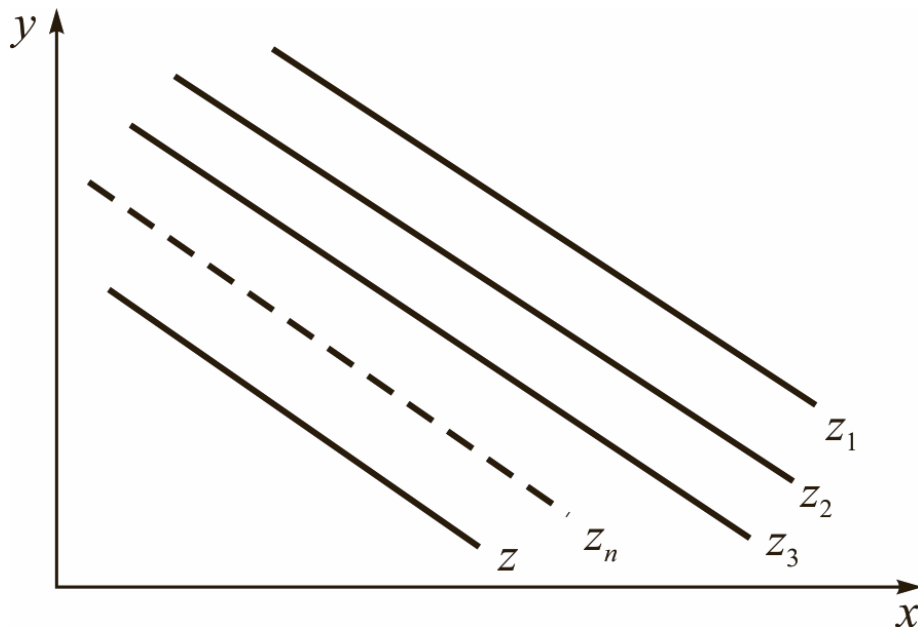


Рис. 9.4 — Пример изображения графика с разделением переменных

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. 9.5, а); логарифмическая координатная сетка имеет обе оси логарифмические (рис. 9.5, б); вероятностная координатная сетка имеет обычно равномерную ординату и вероятностную шкалу по оси абсцисс (рис. 9.5, в).

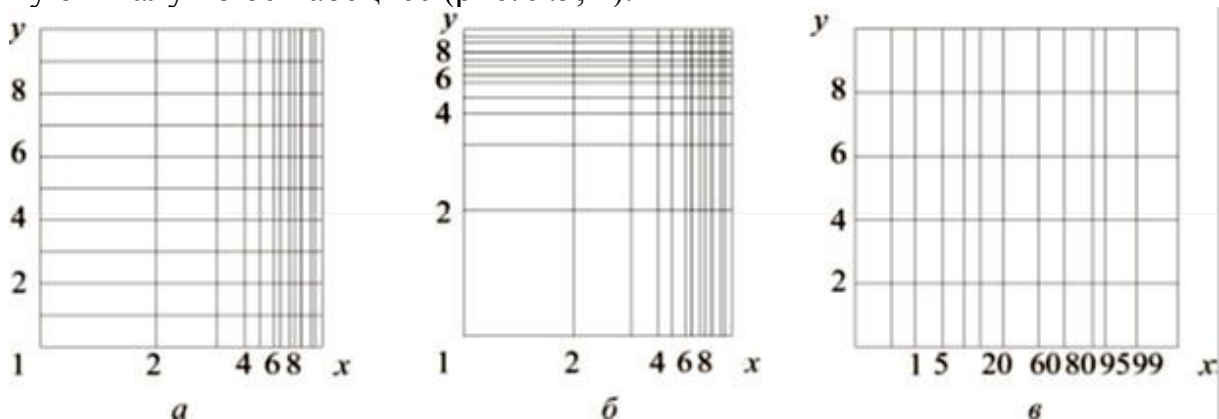


Рис. 9.5 — Виды координатных сеток: а — полулогарифмические; б — логарифмические; в — вероятностная сетка

Назначение неравномерных сеток бывает различным. В основном их применяют для наглядного изображения функций.

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 с минимумом или максимумом необходимо особенно тщательно вычерчивать в области экстремума. Поэтому здесь экспериментальные точки должны быть чаще. Ранее для систематических расчетов вместо сложных теоретических или эмпирических формул часто использовали номограммы, построенные с применением равномерных или неравномерных координатных сеток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 9.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 9.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.

10. ОФОРМЛЕНИЕ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

10.1. Оформление результатов научного исследования

Когда сформулированы выводы и обобщения, продуманы доказательства и подготовлены все иллюстрации, наступает следующий этап — оформление полученных результатов в виде отчета, статьи, доклада или презентации.

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. 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 свои публикации. 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.

Заглавие работы 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 научной работы: чем вызвано ее появление; где и когда была выполнена работа; перечисляются организации и лица, оказавшие помощь при выполнении данной работы.

Введение 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 разделов, разбитых на подразделы. Первый раздел чаще бывает посвящен истории или общетеоретическим вопросам рассматриваемой темы, а в последующих разделах 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 разяснять.

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 (заголовок) и номер или для всей работы (табл. 2), или для данного раздела, например, четвертой (табл. 4.2). 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 соответствующих стандартов [10.3—10.6].

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 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 5000 знаков (для документов большого объема).

Научная информация имеет свойство кумулятивности, 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. 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. Для обозначения такого представления информации используют термин «компендиум».

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. 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 грамматико-стилистическую сторону текста, то есть на правильность построения фраз и грамматических оборотов, на целесообразность использования тех или иных слов. При этом полезно знать основные приемы анализа рукописи, позволяющие замечать и устранять типичные ошибки языка и стиля.

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. 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 иллюст-

раций, 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.

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 было введено депонирование рукописей, то есть принятие на хранение таких материалов. Депонирование 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 [10.7].

ВИНИТИ принимает на депонирование рукописи от организаций РАН (по естественным, точным и техническим наукам), а также от учебных и научно-исследовательских институтов (по естественным и точным наукам); ИНИОН — по общественным наукам; центральные 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.

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

10.2. 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 экспертом.

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 изложения 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.

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 — еще 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 устанавливаются 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. Записывать следует резюме, выводы, а также меткие слова, выражения, образные сравнения и примеры, которые впоследствии позволят восстановить в памяти атмосферу дискуссии, помогут вспомнить ее 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.

10.3. 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.

Аргументация включает три элемента:

— тезис — положение или совокупность положений, которые требуется обосновать;

— аргументы (основания) — совокупность оснований, приводимых для подтверждения тезиса;

— демонстрация (доказательство) — способ связи аргументов между собой и тезисом.

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 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 какую-либо 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 10.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 10.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 10.3. ГОСТ 2.105—95. Общие требования к текстовым документам. — М. : Стандартиформ, 2005. — 30 с.
- 10.4. ГОСТ 7.32—2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. — М. : Стандартиформ, 2005. — 21 с.
- 10.5. ГОСТ 7.05—2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. — М. : Стандартиформ, 2008. — 19 с.
- 10.6. ГОСТ Р 7.0.11—2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. — М. : Стандартиформ, 2012. — 16 с.
- 10.7. Инструкция о порядке депонирования рукописных работ по естественным, техническим и общественным наукам. — М. : [б. и.], 1978. — 59 с.

11. ПОНЯТИЕ И СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА

Формальные требования к выпускной квалификационной работе (ВКР) магистра изложены в [11.1]. Ниже рассмотрены самые общие вопросы этой темы [11.2, 11.3].

11.1. Понятие и признаки выпускной квалификационной работы магистра

Выпускная квалификационная работа — самостоятельное научное исследование 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.

Выпускная работа 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. Она должна иметь внутреннее единство и свидетельствовать о личном вкладе ее автора в науку.

Выпускная работа, 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 выпускной работой, 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 выпускной работы не включать. И напрасно, как раз это обогащает работу, придает ей достоверность и убедительность. Кроме того, это научный долг магистранта — 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 некую новую аналитическую зависимость, пользуясь которой, синтезировать новые технические объекты, обладающие более совершенными свойствами или 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.

11.2. Структура магистерской выпускной работы

Схема основных структурных частей магистерской выпускной работы представлена на рис. 11.1.

Содержание включает введение, названия всех разделов и подразделов, заключение, список использованной литературы и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются все составляющие части выпускной работы. Содержание включают в общее количество листов документа.

Во введении обосновывается выбор темы исследования, цель и задачи выпускной работы, раскрываются актуальность темы, ее новизна, объект и предмет исследования, анализ полученных результаты и теоретическая и практическая их значимость. Во введении к работе желательно кратко сказать об этапах дальнейшего изложения материала и обосновать логику его построения.

Краткая характеристика составляющих введения.

Актуальность темы магистерской выпускной работы. Тема выпускной работы это не просто ее название. Тема — это намечаемый результат исследования, направленный на решение конкретной проблемы. Поэтому важно четко определиться с выбором, так как на ее решение магистрант собирается потратить свои силы и время.

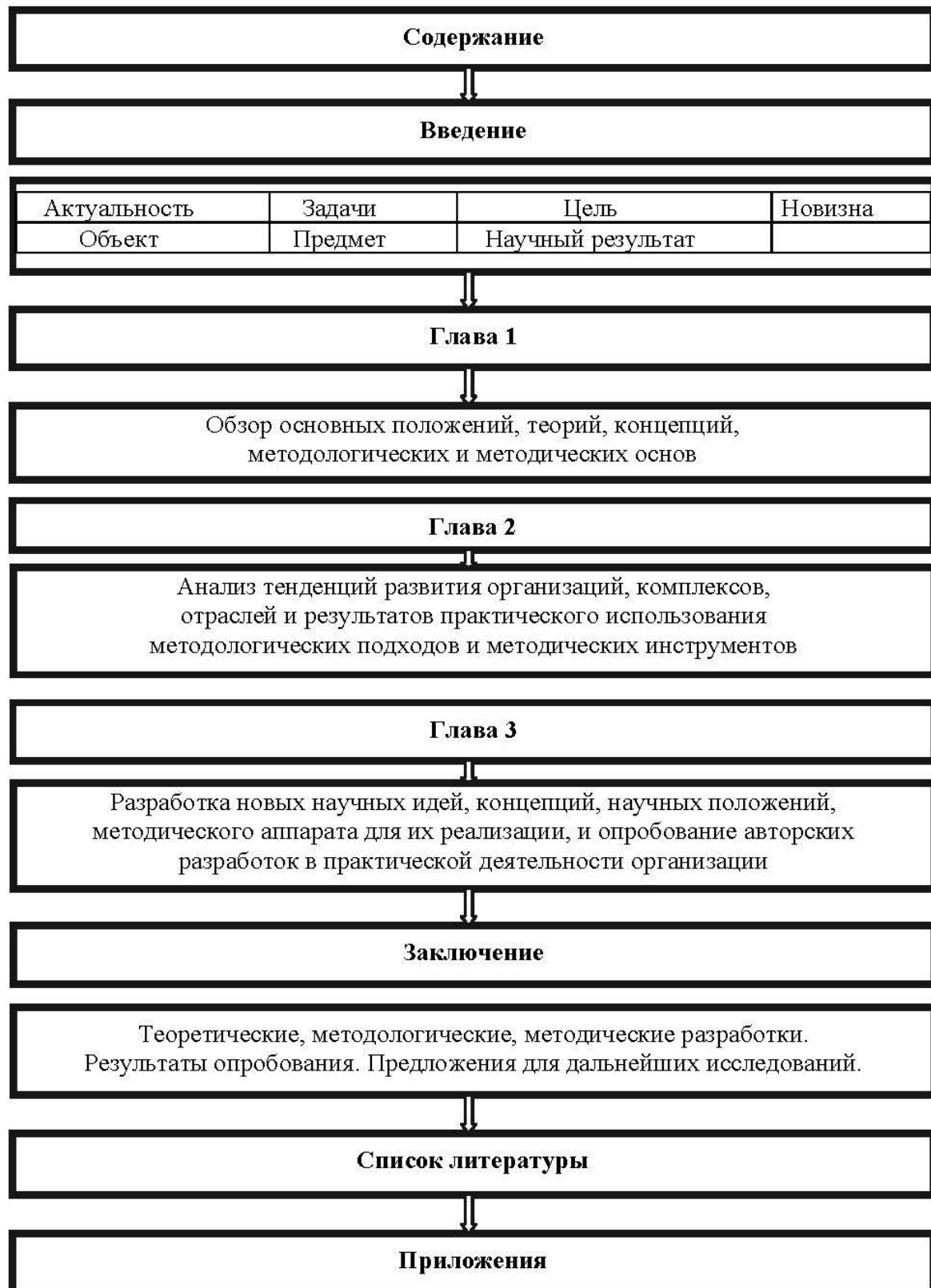


Рис. 11.1 — Структура магистерской выпускной работы

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 ее постановка это залог успеха всей работы (рис. 11.2).

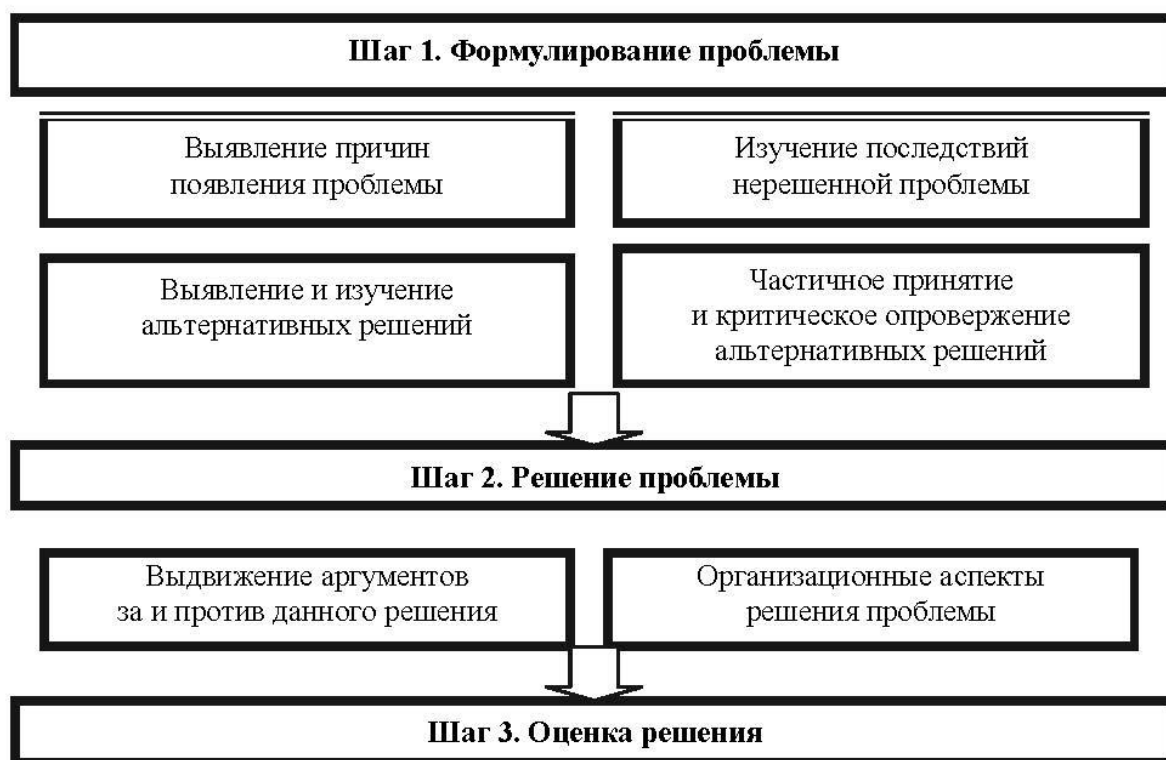


Рис. 11.2 — Укрупненная схема решения проблемы

Во введении обосновывается выбор темы исследования, цель и задачи выпускной работы, раскрываются актуальность темы, ее 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.

Одним из важных этапов для уяснения четкости проблемы является определение степени ее 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 магистрант, так как это задает

алгоритм всем последующим его действиям и определяет то, ради чего предпринято исследование.

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 выпускной 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 ВКР 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 ВКР следует учитывать определенные требования (рис. 11.3).

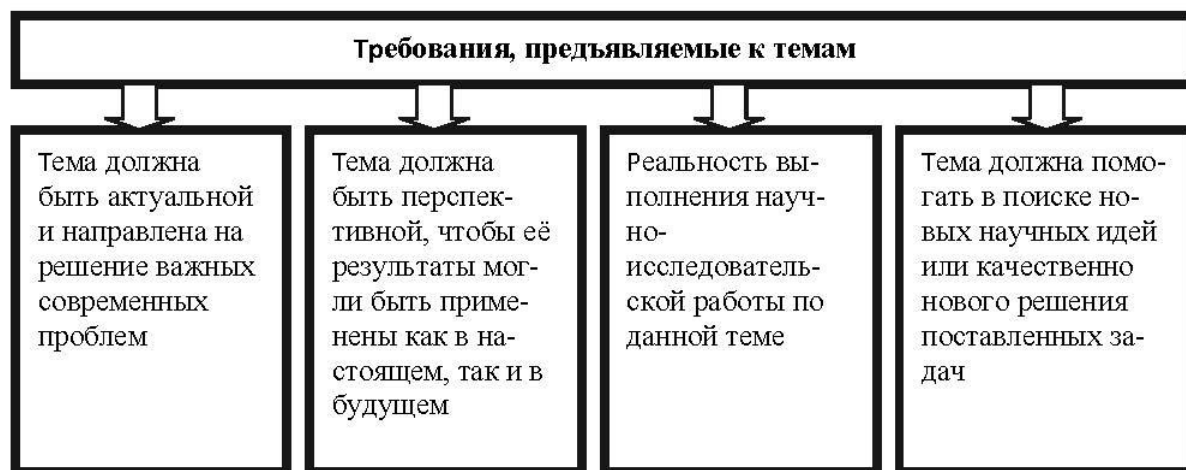


Рис. 11.3 — Требования, предъявляемые к определению темы

После обоснования актуальности темы выпускной работы можно переходить к определению цели и задач исследования.

11.3. 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 выпускной работе. Цель определяет тактику исследования, то есть последовательность конкретных исследовательских задач, посредством которых проблема может быть решена.

Вариант решения проблемы составляет само содержание выпускной работы. Первоначально он формируется в виде основной гипотезы исследования. Это пробное решение и его необходимо проверить и доказательно обосновать в тексте выпускной работы.

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 выпускной работе 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 выпускной работы, которая обозначается на титульном листе.

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

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 выпускной работы. 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 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 исследования.

Научная новизна исследования — это признак, наличие которого дает автору право на использование понятия «впервые» при характеристике полученных им результатов и проведенного исследования в целом. Это понятие 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 исследования.

Для оценки научной новизны 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 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.

Практическая значимость. Понятие «практическая значимость» отражает реализацию научной новизны и свидетельствует об оправданности, необходимости выполнения исследований, позволяющих что-то создать или улучшить, то есть получить определенный эффект. Практическая значимость свидетельствует о перспективности использования конечного результата исследования.

Если результат исследования не материален, то практическая значимость его результатов способствует расширению знаний и их применению в определенной области. Практическая значимость выпускной 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 выпускной работы (основная часть). Эта часть выпускной работы представляет собой научно обоснованный и систематизированный материал исследований, отвечающий поставленным целям и задачам.

Научный текст выпускной работы 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 выпускной работы необходимо давать ссылки на источники научной и другой информации.

Количество разделов зависит от характера магистерской выпускной работы. В выпускной работе должно быть 3 или 4 раздела.

В первом разделе 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.

Первый раздел, по сути, является теоретической частью выпускной работы и служит основой для подготовки второго — аналитического и третьего — практического раздела выпускной работы.

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

В третьем разделе приводятся разработанные методические инструменты, алгоритмы, позволяющие решить поставленные задачи и достичь цели исследования. Обосновывается внедрение в практику моделей или методических инструментов.

Между разделами выпускной работы должна быть органическая внутренняя связь, материал внутри разделов должен излагаться в логической последовательности. Каждый раздел может быть закончен краткими выводами. Эти выводы можно представить как итоговый синтез полученных результатов исследования. Выводы должны быть с конкретными данными о наиболее существенных результатах.

Заключение. Выпускная квалификационная работа завершается заключительной частью. В заключении приводятся результаты достижения поставленной цели и решения задач исследования.

Заключение включает в себя обобщение всей информации, изложенной в основной части магистерской выпускной работы, разработанные автором научные положения, выводы, рекомендации. Последовательность изложения определяется логикой построения 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 11.1. Учебно-методическое пособие по выполнению выпускной квалификационной работы магистра для обучающихся очной и заочной форм обучения направлений 11.04.01— Радиотехника и 11.04.02 — Инфокоммуникационные технологии и системы связи / СевГУ; сост. И. Л. Афонин, В. Г. Слёзкин, И. В. Лашенко, Е. А. Редькина. — Севастополь: изд-во СевГУ, 2019. — 26 с.
- 11.2. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 11.3. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.

12. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОГО ТВОРЧЕСТВА

12.1. 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.

Правом на подачу заявки и получение патента обладает автор (авторы) изобретения, работодатель или их правопреемник (далее заявитель). Рассмотрение заявок на изобретение, их экспертизу и выдачу патентов осуществляет Информационно-издательский центр «ПАТЕНТ» (АО ИНИЦ «ПАТЕНТ»).

12.2. 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, антенна Яги — Уда («волновой канал») состоит из расположенных на траверсе активного и ряда пассивных вибраторов — рефлекторов, расположенных относительно направления излучения за активным вибратором, а также директоров, расположенных перед активным вибратором.

Наличие связи между элементами. Это 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. Так, в рассматриваемой антенне Яги — Уда активный элемент, рефлекторы и директоры, кроме связи по электромагнитному полю, механически связаны траверсой.

Взаимное расположение элементов. Эти признаки характеризуют пространственное расположение отдельных элементов, узлов и деталей устройства. Например, расположение активного элемента, рефлекторов и директоров антенны Яги — Уда, а также их ориентация относительно подстилающей поверхности.

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 активного элемента антенны Яги — Уда может быть со скругленными углами, прямоугольной и т. п.).

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. В иных случаях применение нового материала считается его простым конструктивным подбором.

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, которые могут являться 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, стёкла, механические смеси любого назначения). Отличием композиции может быть введение дополнительного (дополнительных) ингредиента и его количественный состав.

К применению известных ранее устройств, способов, веществ по новому назначению как объекту изобретения относится их использование в соответствии с новым предназначением.

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, или 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.

12.3. 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 промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности. Если автор изобретения или заявитель до подачи заявки в Патентное ведомство каким-либо образом раскрыл информацию, относящуюся к изобретению, и сведения о его сущности стали общедоступными, то за ним сохраняется 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.

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.

12.4. 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.

12.5. 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.

12.6. 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. В базе данных Роспатента насчитывается около 2 млн. документов на изобретения и полезные модели.

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 правила-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:

- а) разработка задания на проведение патентного исследования;
- б) разработка регламента поиска;
- в) поиск и отбор патентной и другой научно-технической информации, в том числе конъюнктурно-экономической;
- г) систематизация и анализ отобранной информации;
- д) 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).

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. 12.1.

Таблица 12.1 — Регламент патентного 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 и 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 между-

народную и национальную патентные классификации (МПК, НПК), а для поиска научно-технической и конъюнктурно-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. 12.2).

Таблица 12.2 — 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 охранные документы. Этот поиск может быть использован как дополнительный к тематическому поиску (табл. 12.3.). По наименованию фирмы-патентообладателя, заявителя, фамилии автора изобретения определяют номера выданных патентов и их принадлежность к определенной рубрике классификации изобретений. Для проведения именного поиска пользуются алфавитно-именными указателями, фирменными указателями и другими торгово-экономическими справочниками.

Таблица 12.3 — 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. 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. 12.4).

Таблица 12.4 — 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.

12.7.Изобретение, полезная модель, промышленный образец: общее и отличия

Общее и отличия в характеристиках изобретения, полезной модели и промышленного образца представлены на рис. 12.1.



Рис. 12.1 — Общее и отличия в характеристиках изобретения, полезной модели и промышленного образца

Изобретение — это техническое решение в любой области, которое относится к продукту или способу. Объектами изобретения могут быть:

- устройство (например, машина, прибор, инструмент, механизм, деталь, конструктивный элемент детали и др.);
- способ (например, способ изготовления изделия, способ получения вещества, способ лечения, способ испытания и т. п.);
- вещество (например, сплав, раствор, химическое соединение и т. п.);
- штамм микроорганизма (например, пенициллин);
- культуры клеток растений и животных;
- применение ранее известного устройства, способа, вещества, штамма по новому назначению.

Полезная модель — это техническое решение, относящееся к устройству. Полезные модели отличаются от изобретений по четырем аспектам:

- изобретательский уровень является менее выраженным;
- максимальный срок охраны короче;
- пошлины за получение и поддержание в силе прав на полезную модель ниже;
- процедура получения охраны короче.

Правовая охрана полезной модели предоставляется только на 10 лет, а не на 20, как изобретению. Более короткий срок охраны полезных моделей по сравнению с изобретениями, обусловленный достаточно быстрым обновлением потребительского рынка в условиях конкуренции, компенсируется более простым механизмом их защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 12.1. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : Либроком, 2010. — 280 с.
- 12.2. Пономарев, А. Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. — 186 с.
- 12.3 Патентный закон Российской Федерации от 23.09.1992 N 3517-1 (ред. от 02.02.2006). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/patentnyi-zakon-rossiiskoi-federatsii-ot-23091992-n/> (дата обращения: 20.02.2020).

**МЕТОДОЛОГИЯ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ
И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ**

*Учебно-методическое пособие
по дисциплине*

Составитель: **Ермолов Павел Петрович**

Редактор: канд. техн. наук, доцент **В. Г. Слѣзкин**

Изд. № 142/2020. Объем 8,25 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»