



**Уральский  
федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

**Институт радиозлектроники  
и информационных  
технологий — РТФ**

**Ю. Н. КОЛМОГОРОВ  
А. П. СЕРГЕЕВ  
Д. А. ТАРАСОВ  
С. П. АРАПОВА**

# МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебное пособие





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Ю. Н. Колмогоров, А. П. Сергеев,  
Д. А. Тарасов, С. П. Арапова

# **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом  
Уральского федерального университета  
для студентов вуза, обучающихся  
по направлению подготовки  
29.04.03 — Технология полиграфического  
и упаковочного производства

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2017

УДК 001.891(075.8)

ББК 72ся73

М54

Авторы:

Ю. Н. Колмогоров (гл. 2, 5), А. П. Сергеев (гл. 3, 4, дополнение),  
Д. А. Тарасов (гл. 1), С. П. Арапова (гл. 6, 7)

Рецензенты:

гл. науч. сотр. лаборатории матем. моделирования в экологии и медицине ИПЭ УрО РАН д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. Вараксин;  
директор ин-та хим. переработки растительного сырья и пром. экологии Урал. гос. лесотехн. ун-та д-р техн. наук, проф. А. В. Вураско  
Научный редактор — канд. техн. наук А. Г. Тягунов

Методы и средства научных исследований: учеб. посо-  
М54 бие / Ю. Н. Колмогоров [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал.  
ун-та, 2017. — 152 с.

ISBN 978-5-7996-2256-5

Пособие предназначено для закрепления теоретических и практических навыков слушателей магистратуры по курсу дисциплин «Учебно-исследовательская работа общенаучная», «Учебно-исследовательская работа прикладная», «Методы и средства научных исследований». Представлены сведения об организации научно-исследовательской работы, этапах ее выполнения и о представлении результатов, а также рекомендации по курсовому проектированию. В дополнении даны основные сведения по измерительным шкалам. Издание представляет интерес для студентов инженерных и естественно-научных специальностей.

УДК 001.891(075.8)

ББК 72ся73

ISBN 978-5-7996-2256-5

© Уральский федеральный  
университет, 2017

---

# Оглавление

---

<b>Введение</b> .....	6
<b>1. Организация научно-исследовательской работы в России</b> .....	7
1.1. Управление в сфере науки .....	7
1.2. Ученые степени и ученые звания .....	16
1.3. Подготовка научных и научно-педагогических кадров в России.....	19
1.4. Научно-исследовательская работа студентов .....	24
<b>2. Наука и научное исследование</b> .....	28
2.1. Понятие науки.....	28
2.2. Классификация наук.....	29
2.3. Научное исследование .....	32
2.3.1. Теоретический уровень исследования .....	34
2.3.2. Эмпирический уровень исследования .....	38
2.4. Этапы научно-исследовательской работы .....	39
<b>3. Методология научных исследований</b> .....	41
3.1. Понятия метода и методологии научных исследований .....	41
3.2. Философские и общенаучные методы научного исследования.....	43
3.3. Частные и специальные методы научного исследования.....	48
<b>4. Подготовительный этап научно-исследовательской работы</b> .....	49
4.1. Выбор темы научного исследования .....	49
4.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	52

<b>5. Сбор научной информации.....</b>	<b>57</b>
5.1. Основные источники научной информации .....	57
5.1.1. Виды научных изданий .....	58
5.1.2. Виды учебных изданий.....	59
5.1.3. Справочно-информационные издания.....	60
5.1.4. Другие виды изданий .....	60
5.2. Изучение литературы .....	62
<b>6. Написание и оформление научных работ студентов .....</b>	<b>65</b>
6.1. Структура учебно-научной работы.....	66
6.2. Основные правила оформления учебно-научных работ .....	74
6.3. Оформление рисунков в пояснительной записке.....	76
Графический способ изложения иллюстративного материала.....	77
6.4. Оформление таблиц в пояснительной записке.....	79
6.5. Основные правила оформления математических формул .....	81
6.6. Оформление библиографического аппарата.....	83
6.6.1. Общие правила составления библиографического списка .....	84
6.6.2. Оформление библиографических ссылок.....	86
6.7. Язык и стиль .....	89
<b>7. Особенности подготовки, оформления и защиты студенческих работ.....</b>	<b>92</b>
7.1. Особенности подготовки рефератов и докладов.....	92
7.2. Особенности подготовки и защиты курсовых работ .....	93
7.3. Особенности подготовки и защиты дипломных работ .....	96

<b>Дополнения</b> .....	101
Дополнение 1.	
Методы обработки экспериментальных данных .....	101
Проверка статистических гипотез.....	101
Метод наименьших квадратов.....	105
Корреляционный анализ.....	107
Дисперсионный анализ .....	110
Регрессионный анализ результатов аппроксимации статистических зависимостей .....	112
Дополнение 2.	
Эксперимент и измерительные шкалы .....	116
Шкала наименований.....	118
Шкала порядковая .....	121
Порядковая шкала Черчмена и Акоффа.....	130
Шкала интервалов .....	133
Шкала отношений .....	136
Абсолютная шкала .....	139
<b>Заключение</b> .....	143
<b>Рекомендуемый библиографический список</b> .....	144

---

## Введение

---

**В** современных условиях быстрого развития технологий, наращивания материальной базы производственных предприятий и увеличения значимости информационных технологий в различных отраслях промышленности серьезное значение приобретает подготовка учебными заведениями высококвалифицированных специалистов, имеющих высокую профессиональную и теоретическую подготовку, способных к самостоятельной творческой работе. В связи с этим учебные планы вузов предусматривают выполнение студентами курсовых и выпускных квалификационных работ, а также различные формы учебно-исследовательской работы (подготовка рефератов, сообщений, докладов, проведение исследований во время производственной практики и т. д.), которые включаются в учебный процесс. Во внеучебное время студенты работают в проблемных группах, научных кружках, участвуют в работе научно-практических конференций, оказывают помощь преподавателям, выполняя научно-исследовательские работы. Все это должно помочь студентам глубоко усвоить различные дисциплины, выработать способность творчески мыслить, научиться самостоятельно выполнять хотя бы небольшие научно-исследовательские работы, анализировать и обобщать практические знания.

Знание методов и средств, используемых в научных изысканиях, существенно облегчает подготовку, проведение и обработку результатов исследований. Данное учебное пособие призвано помочь студентам и молодым ученым систематизировать свою творческую научную деятельность и указать пути встраивания результатов этой деятельности в общее научное поле нашей страны и далее — в мировую базу научных знаний.



---

# 1. Организация научно-исследовательской работы в России

---

## 1.1. Управление в сфере науки

---

Законодательную основу регулирования отношений между субъектами научной и научно-технической деятельности, органами власти и потребителями научной и научно-технической продукции образует Федеральный закон от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-технической политике» [1]. Согласно закону государственная научно-техническая политика осуществляется на основе следующих основных принципов:

- признание науки социально значимой отраслью, определяющей уровень развития производительных сил государства;
- гарантия приоритетного развития фундаментальных научных исследований;
- интеграция научной, научно-технической и образовательной деятельности на основе различных форм участия работников, аспирантов и студентов вузов в научных исследованиях и экспериментальных разработках посредством создания учебно-научных комплексов на базе вузов, научных организаций академий наук, имеющих государственный статус, а также научных организаций министерств и иных федеральных органов государственной власти;
- поддержка конкуренции и предпринимательской деятельности в области науки и техники;

- развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности посредством создания системы государственных научных центров и других структур;
- концентрация ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и техники;
- стимулирование научной, научно-технической и инновационной деятельности через систему экономических и иных льгот.

Важнейшими направлениями государственной политики в области развития науки и технологий являются:

- развитие фундаментальной науки, важнейших прикладных исследований и разработок;
- совершенствование государственного регулирования в области развития науки и технологий;
- формирование национальной инновационной системы;
- повышение эффективности использования результатов научной и научно-технической деятельности;
- сохранение и развитие кадрового потенциала научно-технического комплекса;
- интеграция науки и образования;
- развитие международного научно-технического сотрудничества.

В Российской Федерации управление научной и (или) научно-технической деятельностью осуществляется на основе сочетания принципов государственного регулирования и самоуправления. Органы государственной власти, учреждающие государственные научные организации, утверждают их уставы, осуществляют контроль над эффективным использованием и сохранностью предоставленного им имущества, осуществляют другие функции в пределах своих полномочий.

Основной правовой формой отношений между научной организацией, заказчиком и иными потребителями научной и (или) научно-технической продукции, в том числе министерствами и иными федеральными органами исполнительной власти, яв-

ляются договоры (контракты) на создание, передачу и использование научной и (или) научно-технической продукции, оказание научных, научно-технических, инженерно-консультационных и иных услуг, а также другие договоры. Правительство РФ и органы исполнительной власти субъектов РФ, учредившие государственные научные организации, вправе устанавливать для них обязательный государственный заказ на выполнение научных исследований и экспериментальных разработок.

Правительством РФ утвержден ряд программных документов о развитии науки в России, например: Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы» (с изменениями и дополнениями, «Программа фундаментальных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2013–2020 годы)» [2,3].

В ведении Правительства РФ находятся Российский фонд фундаментальных исследований и Российский гуманитарный научный фонд. В уставах этих фондов указано, что они являются некоммерческими организациями в форме федеральных учреждений. Они проводят отбор на конкурсной основе проектов научных исследований, поддерживаемых этими фондами, по изданию научных трудов, организации научных мероприятий (конференций, семинаров и т. п.), развитию экспериментальной базы научных исследований. Фонды финансируют отобранные проекты и мероприятия, контролируют использование выделенных средств, поддерживают международное сотрудничество в области научных исследований.

Федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере промышленного, оборонно-промышленного и топливно-энергетического комплексов, а также в области развития авиационной техники, технического регулирования и обеспечения единства измерений, освоения месторождений полезных ископаемых на основе соглашений о разделе продукции, науки и техники в интересах

обороны и безопасности государства, являются Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Министерство энергетики Российской Федерации (Указ Президента РФ от 12 мая 2008 года № 724).

Другим федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере правовой охраны и использования объектов интеллектуальной собственности, патентов и товарных знаков и результатов интеллектуальной деятельности, вовлекаемых в экономический и гражданско-правовой оборот, соблюдения интересов Российской Федерации, российских физических и юридических лиц при распределении прав на результаты интеллектуальной деятельности, в том числе создаваемые в рамках международного научно-технического сотрудничества, является Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) (Указ Президента РФ от 24 мая 2011 года № 673).

Важные управленческие функции в сфере вузовской науки выполняет Министерство образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) — федеральный орган исполнительной власти России, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности. Минобрнауки России также вырабатывает политику развития федеральных центров науки и высоких технологий, государственных научных центров и наукоградов, интеллектуальной собственности, а также в сфере молодежной политики, воспитания, опеки и попечительства, социальной поддержки и социальной защиты обучающихся и воспитанников образовательных учреждений.

Структурным подразделением Министерства образования и науки РФ выступает Высшая аттестационная комиссия (ВАК), которая в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 года N 836 г. Москва «Об утверждении Положения о Высшей аттестационной комис-

сии при Министерстве образования и науки Российской Федерации» осуществляет функции [4]:

- принимает рекомендации, которые представляются в Министерство образования и науки Российской Федерации;
- проводит анализ защищенных диссертаций;
- по поручению Министерства образования и науки Российской Федерации проводит экспертизу и представляет в министерство рекомендации по ее итогам в части вопросов, относящихся к ее компетенции.

Федеральные органы исполнительной власти в сферах науки и образования работают во взаимодействии с Российской академией наук, отраслевыми академиями наук, сотрудничают с образовательными учреждениями высшего профессионального образования, общественными научными объединениями.

Высшим научным учреждением страны является Российская академия наук (РАН). РАН проводит фундаментальные и прикладные научные исследования по важнейшим проблемам естественных, технических, гуманитарных и общественных наук, принимает участие в координации фундаментальных научно-исследовательских работ, выполняемых научными организациями и высшими учебными заведениями, финансируемыми из федерального бюджета. Сейчас академия построена по научно-отраслевому и территориальному принципу и включает 13 отделений РАН (по областям науки) и 3 региональных отделения РАН — Сибирское, Дальневосточное и Уральское, а также 15 региональных научных центров РАН. В состав РАН входят многочисленные институты. Высшим органом управления РАН является общее собрание, которое избирает ее руководство — президента, вице-президентов, членов Президиума. Всей деятельностью академии в период между сессиями общего собрания руководит президент РАН. Всего в академии по состоянию на начало 2015 г. насчитывалось около 550 научных учреждений, 1184 члена, в том числе 463 академика и 721 члена-корреспондента.

В 2013 г. в рамках реформы Российской академии наук было создано Федеральное агентство научных организаций (ФАНО). Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию и оказанию государственных услуг в сфере организации деятельности, осуществляемой подведомственными организациями, в том числе в области науки, образования, здравоохранения и агропромышленного комплекса, а также по управлению федеральным имуществом организаций, подведомственных агентству. Агентство осуществляет функции и полномочия учредителя и собственника федерального имущества, закрепленного за подведомственными ему организациями. Руководство деятельностью Федерального агентства научных организаций осуществляет Правительство Российской Федерации. Руководитель Федерального агентства научных организаций назначается на должность Правительством Российской Федерации по согласованию с Президентом Российской Федерации. Федеральное агентство научных организаций в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, международными договорами Российской Федерации, федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, а также Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 октября 2013 года № 959. Федеральное агентство научных организаций осуществляет свою деятельность непосредственно, через свои территориальные органы, а также через подведомственные организации во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, иными государственными органами, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская академия наук» и его региональными отделениями, общественными объединениями и иными организациями.

Помимо РАН, функционируют отраслевые академии наук: Российская академия архитектуры и строительных наук, Российская академия медицинских наук, Российская академия образования, Российская академия сельскохозяйственных наук, Российская академия художеств. Эти академии имеют государственный статус: они учреждаются федеральными органами исполнительной власти, финансируются из федерального бюджета.

Отраслевые академии наук являются самоуправляемыми организациями, проводят фундаментальные и прикладные научные исследования в соответствующих областях науки и техники и участвуют в координации этих научных исследований. Отраслевые академии наук имеют региональные научные центры.

Постановлением Правительства РФ от 11 июля 1994 года ряду НИИ присвоен статус государственного научного центра РФ и утверждены положения об условиях государственного обеспечения этих центров. На центры возложены: функции проведения в соответствии с утвержденными программами фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ; участие в разработке и реализации федеральных целевых программ; подготовка и переподготовка научных кадров; участие в выполнении обязательств, предусмотренных межгосударственными соглашениями, договорами и другими документами о научно-техническом сотрудничестве.

Большой объем научных исследований в стране выполняется высшими учебными заведениями (университетами, академиями, институтами). Согласно ст. 8 Федерального закона РФ от 22 августа 1996 года «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» [5] одной из задач вуза является развитие наук и искусств посредством научных исследований и творческой деятельности научно-педагогических работников и обучающихся, использование полученных результатов в образовательном процессе. Для реализации этой задачи в ву-

зах организуются научные подразделения — научно-исследовательские и проектные институты, лаборатории, конструкторские бюро и иные организации, деятельность которых связана с образованием.

Непосредственное руководство научными исследованиями в вузе осуществляет проректор по научной работе (заместитель начальника института, академии по научной работе), на факультете — декан или его заместитель по научной работе, на кафедре — заведующий кафедрой (начальник кафедры). Для управления НИР структурных подразделений вузов создаются специальные органы — научно-исследовательские части, сектора, отделы.

В соответствии с Федеральным законом РФ от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-технической политике» [1] научные работники вправе создавать на добровольной основе общественные объединения (в том числе научные, научно-технические и научно-просветительские общества, общественные академии наук) в порядке, предусмотренном законодательством об общественных объединениях.

В последнее пятнадцать лет в России создано около 60 общественных (негосударственных) академий наук. Задачами академии являются:

- консолидация научных кадров;
- организация взаимного сотрудничества между членами академии в научной деятельности;
- содействие в организации и проведении прикладных и фундаментальных научно-исследовательских работ;
- материальная поддержка и поощрение представителей российской науки, создание условий для развития творческих способностей молодых ученых и др.

Полномочия органов государственной власти субъектов РФ в области формирования и реализации государственной научно-технической политики определены Федеральным законом от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-тех-



нической политике» [1]. Согласно ст. 12 закона к ведению органов государственной власти субъектов РФ относится:

- участие в выработке и реализации государственной научно-технической политики;
- определение приоритетных направлений развития науки и техники в субъектах РФ;
- формирование научных и научно-технических программ и проектов субъектов РФ;
- финансирование научной и научно-технической деятельности за счет средств бюджетов субъектов РФ;
- формирование органов управления в сфере научной и научно-технической деятельности субъектов РФ и межрегиональных органов;
- управление государственными организациями регионального значения, в том числе их создание, реорганизация и ликвидация;
- контроль за деятельностью государственных научных организаций федерального значения по вопросам, относящимся к полномочиям органов государственной власти субъектов РФ;
- формирование межрегиональных и региональных фондов научного, научно-технического и технологического развития;
- осуществление иных полномочий, не отнесенных федеральными законами к ведению органов государственной власти субъектов РФ.

На уровне субъектов РФ управление в сфере науки непосредственно организуют министерства, управления и другие структурные подразделения местных органов власти.

## 1.2. Ученые степени и ученые звания

---

Субъектами научной и (или) научно-технической деятельности в Российской Федерации являются физические и юридические лица. В Федеральном законе от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-технической политике» [1] физические лица разделены на три группы: научные работники (исследователи), специалисты научной организации (инженерно-технические работники) и работники сферы научного обслуживания.

К научным работникам относятся граждане, обладающие необходимой квалификацией и профессионально занимающиеся научной и (или) научно-технической деятельностью.

Специалистами научной организации являются граждане, имеющие среднее профессиональное или высшее профессиональное образование и способствующие получению научного и (или) научно-технического результата или его реализации.

Работники сферы научного обслуживания — это граждане, обеспечивающие создание необходимых условий для научной и (или) научно-технической деятельности в научной организации.

Субъектами научной деятельности в системе высшего и послевузовского профессионального образования являются научно-технические, научные и инженерно-технические работники, докторанты, аспиранты, соискатели, а также студенты и слушатели. К научно-техническим работникам относятся лица, занимающие должности декана факультета, заведующего кафедрой, профессора, доцента, старшего преподавателя и ассистента.

Порядок присуждения ученой степени кандидата наук и ученой степени доктора наук устанавливается положением о присуждении ученых степеней от 24 сентября 2013 года [6] в соответствии с которым ученой степени доктора наук присуждается советом по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

К соисканию ученой степени доктора наук допускаются лица, имеющие ученую степень кандидата наук и подготовившие диссертацию на соискание ученой степени доктора наук на основе результатов проведенных ими научных исследований. Диссертация на соискание ученой степени доктора наук научными и педагогическими работниками может быть подготовлена в докторантуре образовательных организаций высшего образования, образовательных организаций дополнительного профессионального образования и научных организаций, в которых созданы диссертационные советы.

Ученая степень кандидата наук присуждается диссертационным советом по результатам публичной защиты диссертации соискателем ученой степени, успешно сдавшим кандидатские экзамены при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) или без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре). Кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством образования и науки Российской Федерации, по которым осуществляется подготовка диссертация. Порядок сдачи кандидатских экзаменов и их перечень утверждаются Министерством образования и науки Российской Федерации. К соисканию ученой степени кандидата наук допускаются лица:

- подготовившие диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), соответствующему научной специальности, по которой подготовлена диссертация, либо по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнкту-

- ре), не соответствующему научной специальности, по которой подготовлена диссертация;
- имеющие высшее образование, подтвержденное дипломом специалиста или магистра, подготовившие диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

К соисканию ученой степени кандидата наук допускаются лица, получившие от организации по месту выполнения диссертации положительное заключение по диссертации.

Согласно ст. 22 Федерального закона от 22 августа 1996 года «О высшем и послевузовском образовании» [5] в Российской Федерации установлены ученые звания профессора и доцента. До конца 2013 года в Российской Федерации присваивались ученые звания доцента по кафедре и профессора по кафедре в высших учебных заведениях, доцента по специальности и профессора по специальности в научно-исследовательских учреждениях. Ученые звания доцента и профессора по специальности присваивались также лицам, занимающим должности научных сотрудников в высших учебных заведениях (то есть занимающимся в основном научной, а не научно-педагогической деятельностью). Ученые звания как по кафедре, так и по специальности присваивались Министерством образования и науки России исходя из заключения Высшей аттестационной комиссии.

Ученое звание доцента присваивают, как правило, кандидатам наук, а ученое звание профессора — как правило, докторам наук. Постановлением Российской Федерации № 1139 от 10 декабря 2013 года «О порядке присвоения ученых званий» [7] введены ученые звание профессора и доцента без указания «по кафедре» или «по специальности», ранее существовавшие звания к ним приравниваются. В постановлении установлен порядок присвоения ученых званий доцента и профессора (далее — ученые звания), в том числе критерии присвоения ученых званий,

требования к лицам, претендующим на присвоение ученых званий, порядок рассмотрения аттестационных дел на присвоение ученых званий, а также основания и порядок лишения и восстановления ученых званий.

Не следует путать ученые звания доцента и профессора с должностями в вузах и НИИ, имеющими аналогичные наименования. Как правило, ученое звание присваивается после определенного времени работы на соответствующей должности и при выполнении ряда других необходимых условий, однако звание присваивается пожизненно и сохраняется за его носителем и при смене должности, места работы, после ухода на пенсию. Например, преподаватель, имеющий ученое звание доцента, может занимать должность профессора, профессор по званию может работать деканом или старшим научным сотрудником и т. п.

### 1.3. Подготовка научных и научно-педагогических кадров в России

---

В ст. 21 Федерального закона от 22 августа 1996 года «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» [5] сказано, что подготовка научно-педагогических работников осуществляется в аспирантуре и докторантуре вузов, научных учреждений или организаций, а также путем прикрепления к указанным учреждениям или организациям соискателей для подготовки и защиты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук или доктора наук либо путем перевода педагогических работников на должности научных работников для подготовки диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. Однако в настоящее время подготовка научно-педагогических кадров осуществляется еще и в магистратуре,

поскольку согласно Положению о магистерской подготовке (магистратуре) в системе многоуровневого высшего образования Российской Федерации, утвержденному постановлением Госкомвуза от 10 августа 1993 года, подготовка магистров ориентирована на научно-исследовательскую и научно-педагогическую деятельность.

Основная образовательная программа подготовки магистра предусматривает научно-исследовательскую работу студента, в том числе научно-исследовательскую практику, научно-педагогическую практику, подготовку магистерской диссертации.

Программа магистерской подготовки состоит из двух частей: образовательной и научно-исследовательской. К научно-исследовательской части программы предъявляются следующие требования:

- магистр должен уметь определять проблему, формулировать гипотезы и задачи исследования;
- разрабатывать план исследования;
- выбирать необходимые и наиболее оптимальные методы исследования;
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся научных исследований;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги научного исследования в виде отчетов, рефератов, научных статей.

В завершающем семестре магистратуры предусматривается сдача выпускных экзаменов и защита магистерской диссертации, являющейся самостоятельным научным исследованием. Результаты выпускных магистерских экзаменов могут быть засчитаны вузом в качестве результатов вступительных экзаменов в аспирантуру. Студентам, обучающимся по магистерской программе, может быть разрешена сдача экзаменов кандидатского минимума.

В аспирантуру вузов, научных учреждений или организаций на конкурсной основе принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование.

Согласно Положению о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации, утвержденному приказом Минобрнауки России от 27 марта 1998 года, поступающие в аспирантуру сдают конкурсные вступительные экзамены по специальной дисциплине, философии, иностранному языку, определяемому вузом или научной организацией и необходимому аспиранту для выполнения диссертационного исследования.

Лица, сдавшие полностью или частично кандидатские экзамены, при поступлении в аспирантуру освобождаются от соответствующих вступительных экзаменов.

Приемная комиссия по результатам вступительных экзаменов принимает решение по каждому претенденту, обеспечивая зачисление на конкурсной основе лиц, наиболее подготовленных к научной и педагогической работе. Зачисление в аспирантуру производится приказом руководителя вуза (научного учреждения, организации).

Обучение в аспирантуре может осуществляться по очной форме не более трех лет, по заочной форме — четырех лет.

За время обучения аспирант обязан: полностью выполнить индивидуальный план; сдать кандидатские экзамены по философии, иностранному языку и специальной дисциплине; завершить работу над диссертацией и представить ее на кафедру (в совет, отдел, лабораторию, сектор).

Научно-исследовательская часть программы подготовки аспиранта должна:

- соответствовать основной проблематике научной специальности, по которой защищается кандидатская диссертация;
- обладать актуальностью, научной новизной, практической значимостью;

- использовать современные теоретические, методические и технологические достижения отечественной и зарубежной науки и практики;
- использовать современную методику научных исследований;
- использовать современные методы обработки и интерпретации исходных данных с применением компьютерных технологий;
- содержать теоретические (методические, практические) разделы, согласованные с научными положениями, защищаемыми в кандидатской диссертации.

Каждому аспиранту утверждается тема диссертации и научный руководитель из числа докторов наук или профессоров. В отдельных случаях по решению ученого совета вуза или научно-технического совета научного учреждения, организации научным руководителем может быть назначен кандидат наук, как правило, имеющий ученое звание доцента (старшего научного сотрудника).

Аспиранты, обучающиеся в очной аспирантуре за счет средств бюджета, обеспечиваются государственной стипендией. Иногородним предоставляется общежитие. Аспиранты очного обучения пользуются ежегодно каникулами продолжительностью два месяца. Аспиранты, обучающиеся по заочной форме, имеют право на ежегодные дополнительные отпуска по месту работы продолжительностью 30 календарных дней с сохранением среднего заработка, а также на один свободный от работы день в неделю с оплатой его в размере 50 % получаемой зарплаты.

Аспиранты пользуются бесплатно оборудованием, лабораториями, учебно-методическими кабинетами, библиотеками, а также имеют право на командировки.

Специалисты могут сдать кандидатские экзамены и подготовить диссертацию вне аспирантуры на правах соискателя. Для этого соискатель прикрепляется к вузу (научному учреж-



дению, организации), имеющему аспирантуру по соответствующей специальности. Прикрепление для подготовки и сдачи кандидатских экзаменов может проводиться на срок не более двух лет, а для подготовки кандидатской диссертации — на срок не более трех лет. Порядок подготовки кандидатских диссертаций в форме соискательства установлен Положением о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации.

Лица, имеющие ученую степень кандидата наук, для подготовки докторских диссертаций могут поступить в докторантуру, перевестись на должность научного сотрудника либо прикрепиться к вузу (научному учреждению, организации), имеющему докторантуру по соответствующей научной специальности.

Подготовка докторантов осуществляется по очной форме. В срок до трех лет докторант обязан выполнить план подготовки диссертации и представить ее на кафедру (в отдел, лабораторию, сектор, совет) для получения соответствующего заключения. В целях оказания помощи в проведении исследований ему может быть назначен научный консультант из числа докторов наук.

Сотрудники вузов могут переводиться на должности научных сотрудников сроком до двух лет. В период пребывания в этой должности научный сотрудник обязан завершить работу над докторской диссертацией и представить ее на кафедру. По истечении года он должен предъявить ученому совету вуза отчет о работе над диссертацией, по результатам которого совет принимает решение с рекомендацией о продлении его пребывания в должности научного сотрудника на следующий годичный срок или о возвращении на прежнее место работы.

Прикрепление соискателей для подготовки докторской диссертации может проводиться на срок не более четырех лет. Соискатели представляют на утверждение кафедры (отдела, сектора, лаборатории) согласованный с научным консультантом

план подготовки диссертации. Они периодически отчитываются и ежегодно аттестуются кафедрой вуза или отделом (сектором, лабораторией) научного учреждения.

#### 1.4. Научно-исследовательская работа студентов

---

В ст. 16 Федерального закона от 22 августа 1996 года «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» [5] закреплены многочисленные права студентов вузов, в том числе и право принимать участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, симпозиумах, а также представлять свои работы для публикации, в частности, в изданиях высшего учебного заведения. Здесь же записано, что студенты вузов обязаны овладеть знаниями, выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренные учебным планом и образовательными программами высшего профессионального образования. В законе не предусмотрена обязанность студентов заниматься научно-исследовательской работой. Тем не менее они должны выполнять те виды заданий, которые содержат элементы научного исследования и включены в учебный план или планы занятий по дисциплине. К их числу относятся реферат, доклад, курсовая работа, дипломная работа, магистерская диссертация.

В соответствии с Типовым положением об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении) Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства РФ от 5 апреля 2001 года, учебные занятия проводятся как в виде лекций, семинаров, практических занятия, консультаций, так и в виде научно-исследовательской работы, курсовой работы, квалификационной работы (дипломного проекта или дипломной работы, магистерской диссертации).

Чтобы выполнить вышеперечисленные работы, студенту необходимо уметь:

- выбрать тему и разработать план исследования;
- определить оптимальные методы исследования;
- отыскать научную информацию и работать с литературой;
- собрать, проанализировать и обобщить научные факты, практический материал;
- теоретически проработать исследуемую тему, аргументировать выводы, обосновать предложения и рекомендации;
- оформить результаты научной работы.

Понятие «научно-исследовательская работа студентов» (НИРС) включает в себя два элемента: 1) обучение студентов элементам исследовательского труда, привитие им навыков этого труда; 2) собственно научные исследования, проводимые студентами под руководством профессоров и преподавателей [8].

Целями научной работы студентов выступают переход от усвоения готовых знаний к овладению методами получения новых знаний, приобретение навыков самостоятельного анализа явлений (природных, экономических, социальных и др.) с использованием научных методик.

Основные задачи научной работы студентов:

- развитие творческого и аналитического мышления, расширение научного кругозора;
- привитие устойчивых навыков самостоятельной научно-исследовательской работы;
- повышение качества усвоения изучаемых дисциплин;
- выработка умения применять теоретические знания и современные методы научных исследований в профессиональной деятельности.

Научная работа студентов подразделяется на учебно-исследовательскую, включаемую в учебный процесс и проводимую в учебное время (УИРС), и научно-исследовательскую, выполняемую во внеучебное время (НИРС).

Учебно-исследовательская работа выполняется студентами по учебным планам под руководством профессоров и преподавателей. Формы этой работы:

- реферирование научных изданий, подготовка обзоров по новинкам литературы;
- выступление с научными докладами и сообщениями на семинарах;
- написание курсовых работ, содержащих элементы научного исследования;
- проведение научных исследований при выполнении дипломных работ;
- выполнение научно-исследовательских работ в период учебной практики и стажировки.

Научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеучебное время, включает:

- работу в научных кружках и проблемных группах, создаваемых при кафедрах;
- участие в научно-исследовательских работах по кафедральным темам;
- выступления с докладами и сообщениями на научно-теоретических и научно-практических конференциях, проводимых в вузе;
- участие во внутривузовских, межвузовских, региональных и республиканских олимпиадах и конкурсах на лучшую научную работу;
- подготовку публикаций по результатам проведенных исследований;
- разработку и изготовление схем, таблиц, слайдов, фильмов, наглядных пособий для учебного процесса;
- изучение и обобщение передового практического опыта;
- переводы текстов (монографий, статей и др.).

Формами реализации УИРС и НИРС выступают: реферат, доклад, сообщение на конференции или заседании научного кружка, конкурсная работа, публикация, наглядные пособия

для учебного процесса, курсовая работа, дипломная работа, магистерская диссертация и др.

Основная форма организации НИРС — студенческий научный кружок при кафедре. Главным содержанием деятельности кружка является выполнение во внеучебное время научных исследований по определенной кафедрами тематике. Научным руководителем кружка назначается преподаватель кафедры. Он руководит исследовательской работой студентов, обеспечивает подготовку ими научных докладов и сообщений, организует их заслушивание и обсуждение на заседании кружка, представление лучших студенческих работ на конкурсы и конференции, привлекает к работе со студентами профессоров и преподавателей кафедры, организует встречи членов кружка с практическими работниками. На первом заседании кружка избирается староста, а в некоторых вузах еще и секретарь кружка, которые организуют его заседания и ведут документацию. Работа кружка учитывается в журнале, который имеет следующие разделы: список членов кружка, учет посещаемости заседаний, план работы на учебный год, протоколы заседаний.

Другая форма организации НИРС — проблемно-исследовательские группы из 3–5 студентов, которыми руководят профессора, доценты и другие работники кафедры. Все они работают по одной и той же теме. Это дает возможность объединенными усилиями в короткий срок эффективнее выполнить трудоемкое исследование.

---

## 2. Наука и научное исследование

---

### 2.1. Понятие науки

---

**П**онятие «наука» имеет несколько основных значений. Во-первых, под наукой понимается сфера человеческой деятельности, направленной на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира. Во втором значении наука выступает как результат этой деятельности — система полученных научных знаний. В-третьих, наука понимается как одна из форм общественного сознания, социальный институт. В последнем значении она представляет собой систему взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также включает системы научной информации, норм и ценностей науки и т. п. [9], [10].

Непосредственные цели науки — получение знаний об объективном и о субъективном мире, постижение объективной истины. Задачи науки:

- сбор, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- прогнозирование событий, явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Структура (система) науки может быть представлена по-разному в зависимости от оснований деления составляющих ее элементов. Так, В. П. Кохановский [9] по одному из оснований деления различает:

- науку, которая наряду с истинным включает неистинные результаты (религиозные, магические представления, определенные противоречия и парадоксы, личные пристрастия, антипатии, ошибки и т. д.);
- твердое ядро науки — достоверный, истинный пласт знаний;
- историю науки;
- социологию науки.

Науку можно рассматривать как систему, состоящую:

- из теории;
- методологии, методики и техники исследований;
- практики внедрения полученных результатов.

Если науку рассматривать с точки зрения взаимодействия субъекта и объекта познания, то она включает в себя следующие элементы:

- объект (предмет) — то, что изучает конкретная наука, на что направлено научное познание;
- субъект — конкретный исследователь, научный работник, специалист научной организации, организация;
- научную деятельность субъектов, применяющих определенные приемы, операции, методы для постижения объективной истины и обнаружения законов действительности.

## 2.2. Классификация наук

---

Наибольшую известность получила классификация наук, данная Ф. Энгельсом в «Диалектике природы». Исходя из развития движущейся материи от низшего к высшему, он выде-

лил механику, физику, химию, биологию, социальные науки. На этом же принципе субординации форм движения материи основана классификация наук Б. М. Кедрова [11]. Он различал шесть основных форм движения материи: субатомно-физическую, химическую, молекулярно-физическую, геологическую, биологическую и социальную.

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

- о природе — естественные;
- об обществе — гуманитарные и социальные;
- о мышлении и познании — логика, гносеология, эпистемология и др.

В Классификаторе направлений и специальностей высшего профессионального образования с перечнем магистерских программ (специализаций), разработанных научно-методическими советами — отделениями УМО по направлениям образования, выделены:

- естественные науки и математика (механика, физика, химия, биология, почвоведение, география, гидрометеорология, геология, экология и др.);
- гуманитарные и социально-экономические науки (культурология, теология, филология, философия, лингвистика, журналистика, книговедение, история, политология, психология, социальная работа, социология, регионоведение, менеджмент, экономика, искусство, физическая культура, коммерция, агроэкономика, статистика, искусство, юриспруденция и др.);
- технические науки (строительство, полиграфия, телекоммуникации, металлургия, горное дело, электроника и микроэлектроника, геодезия, радиотехника, архитектура и др.);
- сельскохозяйственные науки (агрономия, зоотехника, ветеринария, агроинженерия, лесное дело, рыболовство и др.).



В этом Классификаторе технические и сельскохозяйственные науки выделены в отдельные группы, а математика не отнесена к естественным наукам.

Философия также является наукой, обладающей своими предметом и методами исследования всеобщих законов и характеристик всего бесконечного в пространстве и времени объективного материального мира [12].

В Номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Министерством науки и технологий РФ 25 января 2000 года, указаны следующие отрасли науки: физико-математические, химические, биологические, геолого-минералогические, технические, сельскохозяйственные, исторические, экономические, философские, филологические, географические, юридические, педагогические, медицинские, фармацевтические, ветеринарные, искусствоведение, архитектура, психологические, социологические, политические, культурология и науки о земле. Каждая из названных групп наук может быть подвергнута дальнейшему членению.

Существуют и другие классификации наук. Например, в зависимости от связи с практикой науки делят на фундаментальные (теоретические), которые выясняют основные законы объективного и субъективного мира и прямо не ориентированы на практику, и прикладные, которые направлены на решение технических, производственных, социально-технических проблем.

Оригинальную классификацию наук предложил Л. Г. Джая [12]. Разделив науки о природе, обществе и познании на теоретические и прикладные, он внутри этой классификации выделил философию, основные науки и отпочковавшиеся от них частные науки. Кроме того, он дал классификацию так называемых «стыковых» наук:

- промежуточные науки, возникшие на границе двух соседствующих наук, (например, математическая логика, физическая химия);

- скрещенные науки, которые образовались путем соединения принципов и методов двух отдаленных друг от друга наук, (например, геофизика, экономическая география);
- комплексные науки, которые образовались путем скрещивания ряда теоретических наук, (например, океанология, кибернетика, науковедение).

В статистических сборниках обычно выделяют следующие секторы науки: академический, отраслевой, вузовский и заводской.

### 2.3. Научное исследование

---

Формой существования и развития науки является научное исследование. В ст. 2 Федерального закона РФ от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-технической политике» [1] дано следующее понятие: научная (научно-исследовательская) деятельность — это деятельность, направленная на получение и применение новых знаний. Научное исследование — это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом — структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т. д.

Научные исследования классифицируются по различным основаниям. По источнику финансирования различают научные исследования бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые. Бюджетные исследования финансируются из средств бюджета РФ или бюджетов субъектов РФ. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками по хозяйственным договорам. Нефинансируемые исследования могут

выполняться по инициативе ученого, индивидуальному плану преподавателя.

В нормативных правовых актах о науке научные исследования делят по целевому назначению на фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки. В Федеральном законе от 23 августа 1996 года «О науке и государственной научно-технической политике» [1] даны понятия фундаментальных и прикладных научных исследований.

Фундаментальные научные исследования — это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды.

Прикладные научные исследования — это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Иными словами, они направлены на решение проблем использования научных знаний, полученных в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности людей.

Поисковыми называют научные исследования, направленные на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.

Разработкой называют исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований.

По длительности научные исследования можно разделить на долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования.

В зависимости от форм и методов исследования некоторые авторы выделяют экспериментальное, методическое, описательное, экспериментально-аналитическое, историко-биографическое исследование и исследования смешанного типа.

В теории познания выделяют два уровня исследования: теоретический и эмпирический.

### 2.3.1. Теоретический уровень исследования

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления. Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются; постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным. Структурными компонентами теоретического познания являются проблема, гипотеза и теория.

Проблема — сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. Различают проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые. Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- они возникли на базе определенной теории, концепции;
- это трудные, нестандартные задачи;
- их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- пути решения проблемы неизвестны. Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Гипотеза — требующее проверки и доказывания предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов. Научная гипотеза должна отвечать следующим требованиям [13]:

- релевантности, т. е. относимости к фактам, на которые она опирается;
- проверяемости опытным путем, сопоставляемости с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);

- совместимости с существующим научным знанием;
- обладания объяснительной силой, т. е. из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большой объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов;
- простоты, т. е. она не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений [13].

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные. Описательная гипотеза — это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта. Объяснительная гипотеза — это предположение о причинно-следственных зависимостях. Прогнозная гипотеза — это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Концепция — это определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет и др., руководящая идея для их систематического освещения. Концепция в переводе с латинского — понимание, единый замысел, ведущая мысль. Концепция — это система взглядов, выражающая определенный способ видения («точку зрения»), система понимания, трактовки каких-либо предметов, явлений, процессов, ведущая идея или (и) конструктивный принцип, реализующий определенный замысел в той или иной сфере. Концепции исследования — это система основополагающих взглядов, идей и принципов исследования, общий его замысел, т. е. сюда включается комплекс методологических положений, определяющих подход к исследовательской работе и организации ее проведения, способствующих разрешению проблем.

Теория — это логически организованное знание, концептуальная система знаний, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности. Она обладает следующими свойствами:

- теория представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности;
- теория — это целостная система достоверных знаний;
- теория не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, т. е. выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости и т. д.;
- все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируются по предмету исследования. По этому основанию различают социальные, математические, физические, химические, психологические, этические и прочие теории. Существуют и другие классификации теорий.

В современной методологии науки выделяют следующие структурные элементы теории:

- исходные основания (понятия, законы, аксиомы, принципы и т. д.);
- идеализированный объект, т. е. теоретическую модель какой-то части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;
- логику теории — совокупность определенных правил и способов доказывания;
- философские установки и социальные ценности;
- совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Структуру теории образуют понятия, суждения, законы, научные положения, учения, идеи и другие элементы.

Понятие — это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Категория — общее, фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства и отношения предметов и явлений. Категории бывают философскими, общенаучными и относящимися к отдельной отрасли науки.

Научный термин — это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке.

Совокупность понятий (терминов), которые используются в определенной науке, образует ее понятийный аппарат.

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

Принцип — это руководящая идея, основное исходное положение теории.

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

Закон — это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами. Законы могут быть классифицированы по различным основаниям. Так, по основным сферам реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия — всеобщие, общие и частные.

Закономерность — это:

- совокупность действия многих законов;
- система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон.

Положение — научное утверждение, сформулированная мысль.

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

Идея — это:

- новое интуитивное объяснение события или явления;
- определяющее стержневое положение в теории.

Концепция — это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей (научными идеями).

### 2.3.2. Эмпирический уровень исследования

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

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

- совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы;
- факты могут подтверждать теорию или опровергать ее;
- научный факт всегда пронизан теорией, поскольку он не может быть сформулирован без системы понятий, истолкован без теоретических представлений;
- эмпирическое исследование в современной науке предопределяется, направляется теорией.

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

Понятие «факт» употребляется в нескольких значениях:

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

Эмпирическое обобщение — это система определенных научных фактов.

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



## 2.4. Этапы научно-исследовательской работы

---

Для успеха научного исследования его необходимо правильно организовать, спланировать и выполнить в определенной последовательности. Эти планы и последовательность действий зависят от вида, объекта и целей научного исследования. Так, если оно проводится на технические темы, то вначале разрабатывается основной предплановый документ — технико-экономическое обоснование, а затем осуществляются теоретические и экспериментальные исследования, составляется научно-технический отчет и результаты работы внедряются в производство.

Применительно к работам студентов можно наметить следующие последовательные этапы выполнения исследовательских работ:

- подготовительный;
- проведение теоретических и эмпирических исследований;
- работа над рукописью и ее оформление;
- внедрение результатов научного исследования.

Представляется необходимым сначала дать общую характеристику каждому этапу научно-исследовательской работы, а затем более подробно рассмотреть те из них, которые наиболее важны для выполнения научных исследований студентами.

Подготовительный этап включает: формулировку проблематики, выбор темы; обоснование необходимости проведения исследования по ней; определение гипотез, целей и задач исследования, концепции проведения исследования; разработку плана или программы научного исследования; подготовку средств исследования (инструментария).

Вначале формулируется тема научного исследования и обосновываются причины ее разработки. Путем предварительного ознакомления с литературой и материалами ранее проведенных исследований выясняется, в какой мере вопросы темы изуче-

ны и каковы полученные результаты. Особое внимание уделяется вопросам, на которые ответов вообще нет либо они недостаточны. Составляется список литературных источников и их аннотации. Разрабатывается методика исследования. Подготавливаются средства НИР в виде анкет, вопросников, бланков интервью, программ наблюдения и др. Для проверки их годности могут проводиться пилотажные исследования.

Исследовательский этап состоит из систематического изучения литературы по теме, статистических сведений и архивных материалов; проведения теоретических и эмпирических исследований, обработки, обобщения и анализа полученных данных; объяснения новых научных фактов, аргументирования и формулирования положений, выводов и практических рекомендаций и предложений.

Следующий этап включает: определение композиции (построения, внутренней структуры) работы; уточнение заглавия, названий глав и параграфов; подготовку черновой рукописи и ее редактирование; оформление текста, в том числе списка использованной литературы и приложений.

Последний этап состоит из внедрения результатов исследования в практику и авторского сопровождения внедряемых разработок. Однако научные исследования не всегда завершаются данным этапом, но иногда научные работы студентов (например, дипломные работы) рекомендуются для внедрения в практическую деятельность и учебный процесс.

---

## 3. Методология научных исследований

---

### 3.1. Понятия метода и методологии научных исследований

---

**М**етод научного исследования — это способ познания объективной действительности. Способ представляет собой определенную последовательность действий, приемов, операций.

В зависимости от содержания изучаемых объектов различают методы естествознания и методы социально-гуманитарного исследования. Методы исследования классифицируют по отраслям науки: математические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т. д.

В зависимости от уровня познания выделяют методы эмпирического, теоретического и метатеоретического уровней.

К методам эмпирического уровня относят наблюдение, описание, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тестирование, эксперимент, моделирование и т. д.

К методам теоретического уровня причисляют аксиоматический, гипотетический (гипотетико-дедуктивный), формализацию, абстрагирование, общелогические методы (анализ, синтез, индукцию, дедукцию, аналогию) и др.

Методами метатеоретического уровня являются диалектический, метафизический, герменевтический и др. Некоторые ученые к этому уровню относят метод системного анализа, а другие его включают в число общелогических методов.

В зависимости от сферы применения и степени общности различают методы:

- всеобщие (философские), действующие во всех науках и на всех этапах познания;
- общенаучные, которые могут применяться в гуманитарных, естественных и технических науках;
- частные — для родственных наук;
- специальные — для конкретной науки, области научного познания.

От рассматриваемого понятия метода следует отграничивать понятия техники, процедуры и методики научного исследования. Под техникой исследования понимают совокупность специальных приемов для использования того или иного метода, а под процедурой исследования — определенную последовательность действий, способ организации исследования.

Методика — это совокупность способов и приемов познания.

Любое научное исследование осуществляется определенными приемами и способами, по определенным правилам. Учение о системе этих приемов, способов и правил называют методологией. Понятие «методология» в литературе употребляется в двух значениях:

- совокупность методов, применяемых в какой-либо сфере деятельности (науке, политике и т. д.);
- учение о научном методе познания.

Существуют следующие уровни методологии:

- всеобщая методология, которая является универсальной по отношению ко всем наукам и в содержание которой входят философские и общенаучные методы познания;
- частная методология научных исследований для группы родственных наук, которую образуют философские, общенаучные и частные методы познания;
- методология научных исследований конкретной науки, в содержание которой включаются философские, общенаучные, частные и специальные методы познания.

## 3.2. Философские и общенаучные методы научного исследования

---

Среди всеобщих (философских) методов наиболее известными являются диалектический и метафизический. При изучении предметов и явлений в диалектике рекомендуется исходить из следующих принципов:

- рассматривать изучаемые объекты в свете диалектических законов:
  - единства и борьбы противоположностей;
  - перехода количественных изменений в качественные;
  - отрицания отрицания;
- описывать, объяснять и прогнозировать изучаемые явления и процессы, опираясь на философские категории: общего, особенного и единичного; содержания и формы; сущности и явления; возможности и действительности; необходимого и случайного; причины и следствия;
- относиться к объекту исследования как к объективной реальности;
- рассматривать исследуемые предметы и явления:
  - всесторонне;
  - во всеобщей связи и взаимозависимости;
  - в непрерывном изменении, развитии;
  - конкретно-исторически;
- проверять полученные знания на практике.

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

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

Анализ — это расчленение, разложение объекта исследования на составные части. Он лежит в основе аналитического ме-

тогда исследования. Разновидностями анализа являются классификация и периодизация.

Синтез — это соединение отдельных сторон, частей объекта исследования в единое целое.

Индукция — это движение мысли (познания) от фактов, отдельных случаев к общему положению. Индуктивные умозаключения «наводят» на мысль, на общее.

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

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

К методам теоретического уровня причисляют аксиоматический, гипотетический, формализацию, абстрагирование, обобщение, восхождение от абстрактного к конкретному, исторический, метод системного анализа.

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

Гипотетический метод — способ исследования с помощью научной гипотезы, т. е. предположения о причине, которая вызывает данное следствие, или о существовании некоторого явления или предмета. Разновидностью этого метода является гипотетико-дедуктивный способ исследования, сущность которого состоит в создании системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых выводятся утверждения об эмпирических фактах. В структуру гипотетико-дедуктивного метода входит:

- выдвижение догадки (предположения) о причинах и закономерностях изучаемых явлений и предметов;

- отбор из множества догадок наиболее вероятной, правдоподобной;
- выведение из отобранного предположения (посылки) следствия (заключения) с помощью дедукции;
- экспериментальная проверка выведенных из гипотезы следствий.

Формализация — отображение явления или предмета в знаковой форме какого-либо искусственного языка (например, логики, математики, химии) и изучение этого явления или предмета путем операций с соответствующими знаками. Использование искусственного формализованного языка в научном исследовании позволяет устранить такие недостатки естественного языка, как многозначность, неточность, неопределенность. При формализации вместо рассуждений об объектах исследования оперируют со знаками (формулами). Путем операций с формулами искусственных языков можно получать новые формулы, доказывать истинность какого-либо положения.

Абстрагирование — мысленное отвлечение от некоторых свойств и отношений изучаемого предмета и выделение интересующих исследователя свойств и отношений. Обычно при абстрагировании второстепенные свойства и связи исследуемого объекта отделяются от существенных свойств и связей. Виды абстрагирования: отождествление, т. е. выделение общих свойств и отношений изучаемых предметов, установление тождественного в них, абстрагирование от различий между ними, объединение предметов в особый класс; изолирование, т. е. выделение некоторых свойств и отношений, которые рассматриваются как самостоятельные предметы исследования.

Обобщение — установление общих свойств и отношений предметов и явлений; определение общего понятия, в котором отражены существенные, основные признаки предметов или явлений данного класса. Вместе с тем обобщение может выражаться в выделении не существенных, а любых признаков пред-

мета или явления. Этот метод научного исследования опирается на философские категории общего, особенного и единичного.

Исторический метод заключается в выявлении исторических фактов и на этой основе в таком мысленном воссоздании исторического процесса, при котором раскрывается логика его движения. Он предполагает изучение возникновения и развития объектов исследования в хронологической последовательности.

Восхождение от абстрактного к конкретному как метод научного познания состоит в том, что исследователь вначале находит главную связь изучаемого предмета (явления), затем, прослеживая, как она видоизменяется в различных условиях, открывает новые связи и таким путем отображает во всей полноте его сущность.

Системный метод заключается в исследовании системы (т. е. определенной совокупности материальных или идеальных объектов), связей ее компонентов и их связей с внешней средой. При этом выясняется, что эти взаимосвязи и взаимодействия приводят к возникновению новых свойств системы, которые отсутствуют у составляющих ее объектов [13].

К методам эмпирического уровня относятся: наблюдение, описание, счет, измерение, сравнение, эксперимент, моделирование.

Наблюдение — это способ познания, основанный на непосредственном восприятии свойств предметов и явлений при помощи органов чувств. В результате наблюдения исследователь получает знания о внешних свойствах и отношениях предметов и явлений. В зависимости от положения исследователя по отношению к объекту изучения различают простое и включенное наблюдение. Первое состоит в наблюдении со стороны, когда исследователь — постороннее по отношению к объекту лицо, не являющееся участником деятельности наблюдаемых. Второе характеризуется тем, что исследователь открыто или инкогнито включается в группу, ее деятельность в качестве участника. Например, в первом случае он со стороны наблюдает за соблюдением пешеходами правил дорожного движения при переходе



улицы, а во втором случае сам включается в число участников движения, в отдельных моментах провоцируя их на нарушения. Если наблюдение проводилось в естественной обстановке, то его называют полевым, а если условия окружающей среды, ситуация были специально созданы исследователем, то оно будет считаться лабораторным. Результаты наблюдения могут фиксироваться в протоколах, дневниках, карточках, на киноплёнках и другими способами.

Описание — это фиксация признаков исследуемого объекта, которые устанавливаются, например, путем наблюдения или измерения. Описание бывает:

- непосредственным, когда исследователь непосредственно воспринимает и указывает признаки объекта;
- опосредованным, когда исследователь отмечает признаки объекта, которые воспринимались другими лицами (например, характеристики НЛО).

Счет — это определение количественных соотношений объектов исследования или параметров, характеризующих их свойства.

Измерение — это определение численного значения некоторой величины путем сравнения ее с эталоном.

Сравнение — это сопоставление признаков, присущих двум или нескольким объектам, установление различия между ними или нахождение в них общего.

Метод контрольной группы основан на сравнении результатов изучения основной (экспериментальной) и контрольной групп, которые уравнены по всем признакам, кроме изучаемого.

Эксперимент — это искусственное воспроизведение явления, процесса в заданных условиях, в ходе которого проверяется выдвигаемая гипотеза. Эксперименты могут быть классифицированы по различным основаниям:

- по отраслям научных исследований — физические, биологические, химические, социальные и т. д.;
- по характеру взаимодействия средства исследования с объектом — обычные (экспериментальные) средства

непосредственно взаимодействуют с исследуемым объектом) и модельные (модель замещает объект исследования). Последние делятся на мысленные (умственные, воображаемые) и материальные (реальные). Приведенная классификация не является исчерпывающей.

Моделирование — это получение знаний об объекте исследования с помощью его заменителей — аналога, модели. Под моделью понимается мысленно представляемый или материально существующий аналог объекта.

На основании сходства модели и моделируемого объекта выводы о ней по аналогии переносятся на этот объект.

В теории моделирования различают:

- идеальные (мысленные, символические) модели, например, в виде рисунков, записей, знаков, математической интерпретации;
- материальные (натурные, вещественные) модели, например, макеты, муляжи, предметы-аналоги для опытов при экспертизах.

### 3.3. Частные и специальные методы научного исследования

---

В науках помимо общенаучных методов применяются частные методы исследования явлений. Они называются частными потому, что используются в родственных науках, обладают специфическими особенностями, зависящими от объекта и условий познания.

Только в одной отрасли научного знания используются специальные методы исследования. Кроме того, применение специальных методов ограничивается несколькими узкими областями знания.

---

## 4. Подготовительный этап научно-исследовательской работы

---

### 4.1. Выбор темы научного исследования

---

**Т**ема научно-исследовательской работы может быть отнесена к определенному научному направлению или к научной проблеме. Под научным направлением понимается наука, комплекс наук или научных проблем, в области которых ведутся исследования.

Научная проблема — это совокупность новых, диалектически возникающих сложных теоретических или практических вопросов, противоречащих существующим знаниям или прикладным методикам в данной науке, требующая решения путем научных исследований [14]; совокупность тем научно-исследовательской работы. Проблема может быть отраслевой, межотраслевой, глобальной.

Научная тема — это сложная, требующая решения задача. Темы могут быть теоретическими, практическими и смешанными.

Считается, что правильный выбор темы работы наполовину обеспечивает успешное ее выполнение.

Для начинающего исследователя выбор темы научной работы представляет довольно сложную задачу. Однако этот выбор значительно облегчается, если исследователь имеет практический опыт в той области, в которой предполагается проводить исследования, участвует в работах различных научных конференций и совещаний, обращает внимание на вопросы, требу-

ющие разрешения, знакомится с тематическими планами отраслевых научно-исследовательских институтов, где могут быть указаны темы или вопросы, пригодные для изучения в его научной работе. Тему для своей работы исследователь может найти также в списках тем, которые предлагаются различными хозяйственными (министерства, управления, комбинаты, предприятия) и общественными (научно-техническое общество и др.) организациями для выполнения по конкурсу.

При выборе темы научной работы необходимо учитывать следующие соображения, которые в большей степени определяют успех работы:

- склонности, подготовку и знания исследователя. Исследователю, имеющему большую склонность к теоретическим исследованиям, целесообразнее выбирать тему теоретической работ. Если же исследователь проявляет большой интерес и склонность к конструированию и изобретению, то лучше выбирать тему поисковой работы;
- материальные возможности (наличие оборудования, приборов, сырья, подготовленных кадров и объем финансирования) для проведения исследовательской работы и сроки ее выполнения;
- актуальность темы, т. е. ее соответствие направлению развития науки, техники и технологии текстильной промышленности, а также современным запросам промышленности;
- необходимость поручения больших по объему и сложных тем научной работы более опытным исследователям.

Темы курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломные сочинения, магистерские диссертации) определяются кафедрами. Тематика должна соответствовать программам курсов учебных дисциплин и учебным планам. При ее составлении целесообразно учитывать сложившиеся на кафедрах научные направления и возможность обеспечения студентов квалифицированным научным руководством. Желательно добиваться

того, чтобы темы обладали актуальностью, новизной, практической и теоретической значимостью.

Темы выпускных квалификационных работ должны доводиться до сведения студентов в начале последнего года обучения, но не позднее, чем за полгода до начала итоговой аттестации. Студентам предоставляется право выбора темы вплоть до предложения своей с необходимым обоснованием ее разработки. При выборе темы рекомендуется учитывать: ее актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость, соответствие профилю работы после окончания вуза, наличие или отсутствие литературы и практических материалов, наработки самого студента по теме в виде курсовых работ и научных докладов, а также интерес студента к выбранной теме, его субъективные возможности провести необходимые исследования. Выбор темы могут облегчить консультации с преподавателями и профессорами, ознакомление с литературой по избранной специальности, пересмотр уже известных науке положений и выводов под новым углом зрения.

Выбрав тему письменной работы, студенту необходимо встретиться с предполагаемым научным руководителем и получить его согласие на руководство ее выполнением. Для закрепления за ним выбранной темы дипломной работы (магистерской диссертации) студент должен написать заявление по установленной вузом форме. Эта тема, а также научный руководитель утверждаются приказом ректора учебного заведения. По отдельным частям работы, если, например, в ней будут рассматриваться междисциплинарные вопросы, относящиеся к различным отраслям права, дипломнику могут быть назначены научные консультанты. Научными руководителями (консультантами) назначаются, как правило, профессора и преподаватели, имеющие ученую степень или ученое звание.

Научный руководитель:

- выдает студенту задание на выполнение дипломной работы;

- помогает студенту составить план работы;
- рекомендует основную литературу, справочные и архивные материалы;
- консультирует относительно выбора методов исследования, сбора, обобщения и анализа материалов практики, оформления работы;
- контролирует выполнение задания;
- проверяет выполненную работу, составляет на нее отзыв.

## 4.2. Планирование научно-исследовательской работы

---

Планирование научно-исследовательской работы имеет важное значение для ее рациональной организации. Научно-исследовательские организации и образовательные учреждения разрабатывают планы работы на год на основе целевых комплексных программ, долгосрочных научных и научно-технических программ, хозяйственных договоров и заявок на исследования, представленных заказчиками. Научная работа кафедр учебных заведений организуется и проводится в соответствии с планами работы на учебный год. Профессора, преподаватели и аспиранты выполняют научно-исследовательские работы по индивидуальным планам.

Планируется и научно-исследовательская работа студентов. Планы работы учебных заведений и кафедр могут содержать соответствующий раздел о НИРСе. По планам работают студенческие научные кружки и проблемные группы.

В научно-исследовательских и образовательных учреждениях по темам научно-исследовательских работ составляются рабочие программы и планы-графики их выполнения. При подготовке монографий, учебников, учебных пособий и лекций разрабатываются планы-проспекты этих работ.

Рабочая программа — это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и гипотезами. Она состоит, как правило, из двух разделов: методологического и процедурного.

Методологический раздел включает:

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

Формулировка проблемы (темы) — это определение задачи, которая требует решения. Проблемы бывают социальные и научные.

При определении объекта и предмета исследования выделяют объект исследования — это то явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию. Предмет исследования — это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства, стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению.

Следующим определяют цели и задач исследования. Цель исследования — это общая его направленность на конечный результат. Задачи исследования — это то, что требует решения в процессе исследования; вопросы, на которые должен быть получен ответ.

Интерпретация основных понятий — это истолкование, разъяснение значения основных понятий. Существуют теоретическая и эмпирическая интерпретация понятий. Теоретическое истолкование представляет собой логический анализ существенных свойств и отношений интерпретируемых понятий путем раскрытия их связей с другими понятиями. Эмпирическая интерпретация — это определение эмпирических значений основных теоретических понятий, перевод их на язык наблюдаемых фактов. Эмпирически интерпретировать понятие — это значит найти такой показатель (индикатор, референт), который

отражал бы определенный важный признак содержания понятия и который можно было бы измерить.

Далее выполняется формулировка рабочих гипотез. Гипотеза, как научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо фактов, явлений и процессов, является важным инструментом успешного решения исследовательских задач. Программа исследования может быть ориентирована на одну или несколько гипотез. Различают гипотезы: описательные, объяснительные и прогнозные, основные и неосновные, первичные и вторичные, гипотезы-основания и гипотезы-следствия.

Процедурный раздел рабочей программы включает:

- принципиальный план исследования;
- изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала.

Конкретное научное исследование осуществляется по принципиальному плану, который строится в зависимости от количества информации об объекте исследования. Планы бывают разведывательные, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Разведывательный план применяется, если об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу. Цель составления такого плана — уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы. Обычно он применяется, когда по теме отсутствует литература или ее очень мало.

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

Экспериментальный план включает проведение эксперимента. Он применяется тогда, когда сформулированы научная проблема и объяснительная гипотеза. Цель плана — определение причинно-следственных связей в исследуемом объекте.



В процедурной части программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования. При выборе того или иного метода следует учитывать, что он должен быть:

- эффективным, т. е. обеспечивающим достижение поставленной цели и необходимую степень точности исследования;
- экономичным, т. е. позволяющим экономить время, силы и средства исследователя;
- простым, т. е. доступным исследователю соответствующей квалификации;
- безопасным для здоровья и жизни людей;
- допустимым с точки зрения морали и норм права;
- научным, т. е. имеющим прочную научную основу.

Студенты вузов не разрабатывают рабочие программы научных исследований, но они обязаны составлять планы подготовки учебных работ.

План магистерской диссертации, дипломной или курсовой работы должен содержать введение, основную часть, разбитую на главы и параграфы (вопросы), и заключение. Он может быть простым или сложным. Простой план содержит перечень основных вопросов. В сложном плане каждая глава разбивается на параграфы. Иногда составляют комбинированный план, где одни главы разбиваются на параграфы, а другие оставляют без дополнительной рубрикации.

При составлении плана следует стремиться, чтобы:

- вопросы соответствовали выбранной теме и не выходили за ее пределы;
- вопросы темы располагались в логической последовательности;
- в него обязательно были включены вопросы темы, отражающие основные аспекты исследования;
- тема была исследована всесторонне.

План не является окончательным и в процессе исследования может меняться, т. к. могут быть найдены новые аспекты изучения объекта и решения научной задачи.

Чтобы упорядочить основные этапы научно-исследовательской работы в соответствии с планом (программой) исследования, календарными сроками, материальными затратами, составляется рабочий план (план-график) выполнения работ.

Студент должен уметь так выстроить логическую очередность выполнения работ, чтобы она в установленные сроки привела к достижению поставленной цели и решению научной задачи. В работе необходимо выделить главное, на чем следует сосредоточить внимание в данный момент, но вместе с тем нельзя упускать из поля зрения детали.

---

## 5. Сбор научной информации

---

### 5.1. Основные источники научной информации

---

**П**од источником информации понимается документ, содержащий какие-либо сведения [15]. К документам относят различного рода издания, являющиеся основным источником научной информации. Издание — это документ, предназначенный для распространения содержащейся в нем информации, прошедший редакционно-издательскую обработку, полученный печатанием или тиснением, полиграфически самостоятельно оформленный, имеющий выходные сведения [16].

Источниками научной информации служат неопубликованные документы: диссертации, депонированные рукописи, отчеты о научно-исследовательских работах и опытно-конструкторских разработках, научные переводы, обзорно-аналитические материалы. В отличие от изданий, эти документы не предполагают широкое и многократное использование, находятся в виде рукописей либо тиражируются в небольшом количестве.

Все документальные источники научной информации делятся на первичные и вторичные. Первичные документы содержат исходную информацию, непосредственные результаты научных исследований (монографии, сборники научных трудов, авторефераты диссертаций и т. д.), а вторичные документы являются результатом аналитической и логической переработки первичных документов (справочные, информационные, библиографические и другие тому подобные издания).

Издания классифицируют по различным основаниям: по целевому назначению (официальное, научное, учебное, справочное и др.); степени аналитико-синтетической переработки информации (информационное, библиографическое, реферативное, обзорное); материальной конструкции (книжное, журнальное, листовое, газетное и т. д.); знаковой природе информации (текстовое, нотное, картографическое, изоиздание); объему (книга, брошюра, листовка); периодичности (непериодическое, сериальное, периодическое, продолжающееся); составу основного текста (моноиздание, сборник); структуре (серия, однотомное, многотомное, собрание сочинений, избранные сочинения).

### 5.1.1. Виды научных изданий

Научным считается издание, содержащее результаты теоретических и (или) экспериментальных исследований, а также научно подготовленные к публикации памятники культуры и исторические документы. Научные издания делятся на следующие виды: монография, автореферат диссертации, препринт, сборник научных трудов, материалы научной конференции, тезисы докладов научной конференции, научно-популярное издание.

Монография — научное или научно-популярное книжное издание, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам.

Автореферат диссертации — научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Препринт — научное издание, содержащее материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены.

Сборник научных трудов — сборник, содержащий исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ.

Материалы научной конференции — научный неперIODический сборник, содержащий итоги научной конференции (программы, доклады, рекомендации, решения).

Тезисы докладов (сообщений) научной конференции — научный неперIODический сборник, содержащий опубликованные до начала конференции материалы предварительного характера (аннотации, рефераты докладов и (или) сообщений).

Научно-популярное издание — издание, содержащее сведения о теоретических и (или) экспериментальных исследованиях в области науки, культуры и техники, изложенные в форме, доступной читателю-неспециалисту.

### 5.1.2. Виды учебных изданий

Учебное издание — это издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и изучения, и рассчитанное на учащихся разного возраста и степени обучения. Виды учебных изданий: учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие и др.

Учебник — учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины (ее раздела, части), соответствующее учебной программе и официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Учебное пособие — учебное издание, дополняющее или частично (полностью) заменяющее учебник, официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Учебно-методическое пособие — учебное издание, содержащее материалы по методике преподавания учебной дисциплины (ее раздела, части) или по методике воспитания.

### **5.1.3. Справочно-информационные издания**

Справочное издание — издание, содержащее краткие сведения научного или прикладного характера, расположенные в порядке, удобном для их быстрого отыскания, не предназначенное для сплошного чтения. Это словари, энциклопедии, справочники специалиста и др.

Информационное издание — издание, содержащее систематизированные сведения о документах (опубликованных, неопубликованных, непубликуемых) либо результат анализа и обобщения сведений, представленных в первоисточниках, выпускаемое организацией, осуществляющей научно-информационную деятельность, в том числе органами НТИ. Эти издания могут быть библиографическими, реферативными, обзорными.

Библиографическое издание — это информационное издание, содержащее упорядоченную совокупность библиографических записей (описаний).

Обзорное издание — это информационное издание, содержащее публикацию одного или нескольких обзоров, включающих результаты анализа и обобщения представленных в источниках сведений.

### **5.1.4. Другие виды изданий**

Издания могут быть непериодическими, периодическими и продолжающимися.

Непериодическое издание выходит однократно, и его продолжение заранее не предусмотрено. Это книги, брошюры, листовки. Книга — книжное издание объемом свыше 48 страниц. Брошюра — книжное издание объемом свыше четырех, но не более 48 страниц. Текстовое листовое издание объемом от одной до четырех страниц называется листовкой.

Периодические издания выходят через определенные промежутки времени, постоянным для каждого года числом номеров (выпусков), не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными, нумерованными и (или) датированными выпусками, имеющими одинаковое заглавие. Это газеты, журналы, бюллетени, вестники.

Газета — периодическое газетное издание, выходящее через краткие промежутки времени, содержащее официальные материалы, оперативную информацию и статьи по актуальным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, а также литературные произведения и рекламу.

Журнал — это периодическое текстовое издание, содержащее статьи или рефераты по различным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, литературно-художественные произведения, имеющие постоянную рубрику, официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Бюллетени и вестники могут быть периодическими или продолжающимися изданиями.

Продолжающиеся издания выходят через неопределенные промежутки времени, по мере накопления материала, не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными и (или) датированными выпусками, имеющими общее заглавие.

Бюллетень (вестник) — это периодическое или продолжающееся издание, выпускаемое оперативно, содержащее краткие официальные материалы по вопросам, входящим в круг ведения выпускающей его организации.

Также существуют небумажные, нетрадиционные источники: кинофильмы, видеофильмы, микрофильмы, магнитные и оптические диски и др.

## 5.2. Изучение литературы

---

Изучение литературы начинается с подбора и составления списка (картотеки) изданий: учебников, учебных пособий, монографий, журнальных и газетных статей и др. Необходимо просмотреть в библиотеках систематические, алфавитные и предметные каталоги, каталоги авторефератов диссертаций, журнальных и газетных статей [17].

В алфавитном каталоге названия книг (карточки) расположены в алфавитном порядке, который определяется по первому слову библиографического описания издания (фамилии автора или названию издания, автор которого не указан).

В систематическом каталоге карточки расположены по отдельным отраслям знаний в порядке, определяемом библиографической классификацией. Разновидностью такого каталога является каталог новых поступлений, в котором содержатся названия книг, поступивших в библиотеку в течение последних месяцев.

В предметном каталоге названия книг размещены по определенным предметам (темам) исследования, отраженным в рубриках. Сами рубрики и названия книг в этом каталоге следуют друг за другом в алфавитном порядке.

Для подбора литературы полезно воспользоваться библиографическими и реферативными изданиями. Можно изучить постраничные ссылки на использованную литературу в монографиях, учебных пособиях и журнальных статьях. Нельзя упускать из вида сборники научных трудов вузов и научно-исследовательских учреждений, тезисы и материалы научно-практических конференций. Ценную информацию, особенно при изучении спорных вопросов темы, студент может получить из рецензий на работы ученых и преподавателей.

Изучение специальной литературы (монографий, учебников, учебных пособий, сборников научных трудов и др.) рекоменду-



ется проводить в определенной последовательности. Сначала следует ознакомиться с книгой в общих чертах. Необходимость данного этапа определяется тем, что вовсе не обязательно тратить время на прочтение каждой книги, возможно, вам понадобится лишь отдельная ее часть. В этих целях может оказаться достаточным прочитать справочный аппарат издания, который включает: выходные сведения (заглавие, автор, издающая организация, год издания, аннотация, выпускные данные и т. д.); оглавление или содержание; библиографические ссылки и списки; предисловие, вступительную статью, послесловие или заключение. Такое ознакомление с книгой поможет установить, целесообразно ли дальнейшее ее изучение.

Существует два способа чтения книги: беглый просмотр ее содержания и тщательная проработка текста [18].

Путем беглого просмотра можно ознакомиться с книгой в общих чертах. В результате такого «поискового» чтения может оказаться, что в ней содержится нужная информация и требуется скрупулезно ее изучить.

Тщательная проработка текста заключается не только в полном его прочтении, но и в усвоении, осмыслении, детальном анализе прочитанного.

При чтении литературы важно уточнить все те понятия и термины, которые могут быть неправильно или неоднозначно истолкованы. Для этого необходимо обратиться к словарям, справочникам, в которых может быть дано их толкование. Вместе с тем в тексте следует выделить основные положения и выводы автора и доказательства, их обосновывающие.

Если изучается нужная, интересная публикация и требуется тщательная проработка текста, то при отсутствии возможности его скопировать составляется конспект. Он представляет собой сжатое изложение существенных положений и выводов автора без излишних подробностей.

Кратко и точно записываются определения, новые сведения, точки зрения автора публикации по спорным вопросам,

приведенные им аргументы, цифровые данные, а также все то, что может быть использовано для научной работы. При этом рекомендуется в конспекте указывать номера страниц издания, на которых содержится необходимая вам информация, чтобы впоследствии при написании курсовой и дипломной работы, доклада или статьи можно было сделать ссылку на использованный источник.

Чтобы на конспектирование затратить меньше времени, прибегают к различного рода сокращениям: стандартным (гос., ж. д., обл. и т. д.), аббревиатурам (например, АСУ, УПК и пр.), знакам-символам (например, к математическим: =, >, <, +), указывают начальную букву слова (энциклопедический метод) либо вводят свои знаки.

Если нет необходимости в тщательной проработке публикации, то можно составить ее план или реферат. Планом книги является ее оглавление. При реферировании в малом по объему тексте кратко излагаются основные положения и выводы, содержащиеся в публикации.

Одним из способов сбора информации являются вырезки из газет и журналов. На каждой вырезке необходимо указать источник (название газеты или журнала, год, номер, дату выпуска), чтобы впоследствии можно было сделать ссылку на использованную публикацию. Для систематизации вырезок можно составить картотеку, список или просто разложить их по тематическим папкам.

---

## 6. Написание и оформление научных работ студентов

---

**У**мение правильно сформулировать и представить в печатном или другом презентационном виде результаты научно-исследовательской деятельности должно формироваться со студенческих работ.

В книге «Русский язык и культура речи» под ред. О. Я. Гойхмана [36] дано следующее описание понятия «научный стиль». Научный стиль принадлежит к числу книжных стилей литературного языка, которым присущ ряд общих условий функционирования и языковых особенностей: предварительное обдумывание высказывания, монологический характер, строгий отбор языковых средств, нормированность речи.

Основная функция научного стиля не только передача логической информации, но и доказательство ее истинности, а часто — новизны и ценности. Функция доказательности проявляется в формальной структуре стиля. В образах некоторых разновидностей научного стиля, например, математической, аргументация нередко прямо именуется доказательством.

Вторичная функция научного стиля, связанная с его основной функцией, — активизация логического мышления читателя (слушателя). В научно-учебном подстиле научного стиля эта функция приобретает первостепенное значение. Задача научно-популярного подстиля иная: заинтересовать неспециалиста научной информацией.

Удобная для студентов классификация представлена на сайте «Видеотьютор по русскому языку» [37], который, опираясь на информацию из учебника для вузов «Культура русской речи»

под ред. проф. Л. К. Граудиной и проф. Е. Н. Ширяева [38], выделил следующие разновидности научного стиля.

Собственно научный стиль — монография, статья, доклад, курсовая работа, дипломная работа, диссертационная работа.

Научно-информативный — реферат, аннотация, конспект, тезисы, патентное описание.

Научно-справочный — словарь, справочник, каталог.

Научно-учебный — учебник, словарь, методическое пособие, лекция, конспект, аннотация, устный ответ, объяснение.

Научно-популярный — очерк, книга, лекция, статья.

Данная классификация служит подтверждением необходимости приблизить стиль написания докладов, рефератов, курсовых, дипломных и диссертационных работ к требованиям оформления научных статей и отчетов.

## 6.1. Структура учебно-научной работы

---

Оформление учебно-научной работы студентов регламентируется следующими стандартами.

ГОСТ 7.32–2001 «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [41].

ГОСТ Р 7.0.7–2009 «СИБИД. Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление» [39].

ГОСТ 7.9–95 «СИБИД. Реферат и аннотация. Общие требования» [40].

ГОСТ Р 7.0.11–2011 «СИБИД. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» [42].

ГОСТ 8.417–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин» [45].

Научные тексты различных жанров строятся по единой логической схеме. В основании этой схемы находится главный тезис — утверждение, требующее обоснования; тезис включа-

ет в себя предмет речи (то, о чем говорится в тексте) и главный анализируемый признак (то, что говорится об этом предмете). Доказательствами главного тезиса являются аргументы (доводы, основания, приводимые в доказательство), количество которых зависит от жанра и объема научного текста. Для более полной аргументации тезиса необходимы также иллюстрации — примеры, подтверждающие выдвинутые теоретические положения.

Текст научного стиля завершается выводом (резюме), в котором содержится аналитическая оценка проведенного исследования, намечаются перспективы дальнейших изысканий.

В общем случае в научных текстах выделяют следующие структурно-смысловые компоненты:

- название (заголовок);
- введение;
- основная часть;
- заключение.

Название (заголовок) научного текста — важнейшая информативная единица, отражающая тему данного произведения и соответствующая содержанию текста. Существует несколько типов заголовков: название общего характера; название, конкретизирующее разрабатываемые автором вопросы научной теории и практики; названия, отражающие особенности авторской постановки вопроса.

Введение (вводная часть) должно быть кратким и точным. В нем обосновывается выбор темы исследования, описываются методы исследования, формулируются цели и задачи работы.

Основная часть научного текста делится на главы в соответствии с задачами и объемом работы. В научной статье главы не выделяются, но каждое новое научное положение оформляется с абзаца.

Заключение содержит выводы по данному исследованию или имеет форму краткого резюме.

Минобрнауки России были разработаны и опубликованы 31 января 2017 года «Краткие рекомендации по подготов-

ке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных» под общ. ред. О. В. Кирилловой [33]. В издании детально представлен публикационный процесс, процедуры рецензирования и опубликования, а также общепринятые требования к структуре научной статьи. Рекомендации содержат сведения, полезные студентам при оформлении результатов исследовательских работ.

Структуру учебно-научных работ, как правило, разрабатывают учебные заведения, кафедры в соответствии с направлениями и объемом исследований. В большинстве методических разработок вузов студенческие квалификационные работы состоят из следующих элементов:

- титульного листа;
- оглавления (содержания);
- реферата, аннотации (при необходимости);
- перечня используемых условных обозначений, сокращений, терминов (при необходимости);
- введения;
- основной части работы;
- заключения;
- списка использованных источников;
- спецификации чертежей, схем (при их наличии);
- приложений (при их наличии).

Объем и глубина проработки рассматриваемых вопросов зависят от уровня образовательной программы (бакалавр, магистр). Для пояснительных записок небольшого объема (доклады, курсовые работы, рефераты), как правило, используются только основные элементы из перечисленных. Подробное и понятное описание элементов структуры изданий представлено в рекомендованной специальной литературе, см. например «Справочник издателя и автора» А. Э. Мильчина, Л. К. Чельцовой [34].

Титульный лист — это первая страница рукописи, на которой указаны надзаголовочные данные, сведения об авторе, заглавие, подзаголовочные данные, сведения о научном руково-

дителе, место и год выполнения работы. Как правило, образцы задания и титульного листа для курсовых работ и ВКР публикуются на сайте учебного заведения.

Оглавление и содержание играют важную информативную роль в издании, позволяя читателю быстро уяснить его логическую структуру и основное содержание. Оглавление представляет собой последовательный перечень рубрик отдельно изданного произведения. Содержание раскрывает состав издания (какие произведения оно содержит). Оглавление и содержание — обязательные элементы аппарата каждого издания. Исключение составляют издания малого объема, а также словарные издания с большим количеством разделов.

Оглавление и содержание выполняют следующие задачи:

- справочно-поисковые — упростить и убыстрить розыск составных частей издания (глав, разделов, статей, рассказов, примечаний и т. д.);
- информационно-пояснительные — дать читателю общее представление о тематическом содержании издания, структуре одного или ряда произведений, что важно для восприятия текста, выборочного его изучения, а также для того, чтобы помочь читателю быстро восстановить в памяти прочитанное, если чтение было прервано.

В оглавлении указывают наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование) и номера страниц, на которых размещается начало материалов разделов, подразделов, пунктов. В оглавлении также перечисляются наименование всех приложений с указанием их номеров и страниц. Как правило, в студенческих работах перечисляются заголовки 1–3 уровней.

Заголовки в оглавлении (содержании) должны точно повторять заголовки в тексте. Не допускается сокращать или давать заголовки в другой формулировке. Последнее слово заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце содержания.

В зависимости от вида учебно-научной работы частью документа могут стать реферат и аннотация. Необходимость этих разделов определяется рекомендациями и правилами оформления учебного заведения или издательства при публикации.

Согласно ГОСТ 7.9–95 «СИБИД. Реферат и аннотация. Общие требования» [40] реферат в общем случае включает следующие аспекты содержания исходного документа:

- предмет, тему, цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов;
- выводы;
- дополнительную информацию.

Оптимальная последовательность аспектов содержания зависит от назначения реферата. Например, для потребителя, заинтересованного в получении новых научных знаний, наиболее удобным является изложение результатов работы и выводов в начале текста реферата. Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия документа. Текст реферата не должен содержать интерпретацию содержания документа, критические замечания и точку зрения автора реферата, а также информацию, которой нет в исходном документе. Текст реферата должен отличаться лаконичностью, четкостью, убедительностью формулировок, отсутствием второстепенной информации.

Текст реферата начинают фразой, в которой сформулирована главная тема документа. Сведения, содержащиеся в заглавии и библиографическом описании, не должны повторяться в тексте реферата. Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в реферате не приводятся.

В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических до-



кументов, избегать сложных грамматических конструкций. В тексте реферата следует применять стандартизованную терминологию. Следует избегать употребления малораспространенных терминов или разъяснять их при первом упоминании в тексте. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах реферата.

В студенческих работах в реферате, как правило, приводят:

- тему исследования;
- количество страниц пояснительной записки, а также количество рисунков, таблиц и библиографических наименований;
- ключевые слова (для информационно-поисковых систем);
- задачи и цель проекта;
- методику проектирования, новшества и усовершенствования, внесенные в проект;
- результаты работы, выводы, области возможного применения результатов работы, перспективы ее развития.

Ориентировочный объем реферата — 2000 знаков (примерно 0,5 листа формата А4), не более 1 страницы.

Аннотация включает в себя: актуальность темы исследования, постановку проблемы, цели исследования, методы исследования, результаты и ключевые выводы. В аннотации указывают, что нового несет в себе данный документ в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению. Рекомендуемый средний объем текста — 150–250 слов.

Перечень условных обозначений, символов, терминов и сокращений составляется при необходимости. В перечень включают специфические, малораспространенные сокращения, новые символы, условные обозначения и т. п., введенные автором для удобства работы с пояснительной запиской. В перечень не включают сокращения и условные обозначения, повторяющиеся в тексте менее трех раз; их расшифровывают в тексте при первом упоминании.

Сокращение русских слов и словосочетаний должно соответствовать установленным стандартам (ГОСТ Р 7.0.12–2011 «СИБИД. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила» [46]).

Перечень располагают столбцом: слева в алфавитном порядке приводят сокращения, условные обозначения, а справа — их расшифровку и размерность.

Во введении определяются: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановка проблемы исследования, цели и задач исследования, квалификационные характеристики работы.

В диссертационных исследованиях введение включает в себя следующие основные структурные элементы:

- актуальность выбранной темы исследования;
- степень разработанности темы исследования;
- цели и задачи исследования;
- научную новизну исследования;
- теоретическую и практическую значимость диссертации;
- методологию и методы исследования;
- положения, выносимые на защиту;
- степень достоверности и апробацию результатов исследования.

Обычно объем введения не превышает 5–7 % объема основного текста.

Основной текст должен быть разделен на главы и параграфы (или разделы и подразделы). Количество глав (разделов) зависит от постановки проблемы, предлагаемого пути ее решения, результатов решения проблемы и от отрасли науки. В зависимости от вида и объема работы основная часть содержит:

- обзор литературы и литературных источников;
- описание методов и схем экспериментов, материалов, приборов, оборудования и других условий проведения наблюдений;

- представление фактических результатов исследований в виде текста, таблиц, графиков, диаграмм, уравнений, изображений.
- интерпретацию полученных результатов исследований, включая:
  - соответствие полученных результатов гипотезе исследования;
  - ограничения исследования и обобщения его результатов;
  - предложения по практическому применению;
  - предложения по направлению будущих исследований.

Заключение — последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. В структурном элементе текста «Заключение» необходимо:

- подтвердить обоснованность научных положений результатами своих исследований;
- привести основные результаты исследования и рекомендации по их использованию в теоретической и практической областях науки.

В заключении не допускается повторение содержания введения и основной части, в частности, выводов, сделанных по главам. Объем заключения не должен превышать 5–7 % объема основного текста.

В список литературы включаются только те литературные источники, которые были использованы при написании работы и упомянуты в тексте или сносках. Список составляется по разделам с учетом требований государственных стандартов.

В приложения включаются извлечения из отдельных нормативных актов, копии подлинных документов, выдержки из справок, отчетов, обобщений, образцы анкет, таблицы, графики и другие вспомогательные или дополнительные материа-

лы, которые загромаждают основную часть работы и увеличивают ее объем. При подсчете объема научной работы приложения не учитываются.

## 6.2. Основные правила оформления учебно-научных работ

---

Оформление студенческих работ, как правило, регламентируется внутренним документом учебного заведения, который основывается на действующих государственных стандартах. Варианты шаблонов пояснительных работ могут незначительно различаться, но в общем случае они выглядят следующим образом.

Пояснительную записку выполняют с использованием компьютерной техники на листах белой бумаги формата А4 (210×297 мм), через полтора интервала с оставлением полей (корешковое — 30 мм, верхнее и нижнее — 20 мм, внешнее — 15 мм).

При оформлении текстовой части следует использовать шрифт *Times New Roman*, кегль 14 pt, полужирный шрифт не применяется. Для текста основного набора курсивное начертание не применяется.

На протяжении всего текста соблюдается равномерная плотность, контрастность и четкость изображения. Цвет шрифта должен быть черным. В тексте должны быть четкие линии, буквы, цифры и знаки.

Все страницы пояснительной записки нумеруются, и номера проставляются в правом нижнем углу листа без точки, расстояние до колонтитула 10 мм. Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета, гарнитура и кегль шрифта — основного текста. Нумерация страниц пояснительной записки начинается с титульного листа, но на самом титульном листе номер страницы

не ставится. Не нумеруются также страницы с содержанием, полосными иллюстрациями и таблицами.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки, допускается исправлять подчистой или закрашиванием белой краской поверх ошибки (буквы, слова, строки или ее части) и нанесении на том же месте исправленного текста. Допускается применение специальных корректирующих средств. Необходимо, чтобы число исправлений на странице было минимальным.

Количество строк на странице должно быть ориентировочно 28–32, примерное количество знаков на странице — 1500.

Основная часть пояснительной записки набирается в соответствии с правилами набора и законами удобочитаемости (55–60 знаков в строке, межстрочный интервал — 150 %): гарнитура — *Times New Roman*, кегль — 14 pt.

Обозначения на латинице (кроме устойчивых сокращений и математических операторов, таких как СМΥК или min, lg) набираются курсивом, греческие буквы — прямого начертания.

Разделы основной части пояснительной записки разбивают на подразделы и пункты. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей основной части, подразделы — в пределах раздела, пункты — в пределах подраздела.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки, четко и кратко отражающие их содержание. Заголовок раздела размещается на той же странице, что и текст, и отделяется от текста дополнительным межстрочным интервалом. Заголовки разделов пишутся на отдельной строке прописными буквами (СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ и т. д.), заголовки разделов, подразделов — строчными с прописной буквы, без точки в конце, без подчеркивания.

Каждый раздел начинается с новой страницы; это же правило относится к другим основным структурным частям работы (введению, заключению, списку использованных источников, приложениям и т. д.).

Не допускается размещать заголовки подразделов и названия пунктов на одной странице, а относящийся к ним текст — на следующей. Допускается выделение полужирным шрифтом заголовков глав и параграфов ВКР. Перенос слов в заголовке разделов не допускается, точка в конце заголовка не ставится.

Слова «глава», «параграф», «раздел» и другие перед заголовком не пишутся.

Подразделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждой главы. Номер подраздела включает номер главы и порядковый номер подраздела, например, 1.1; 1.2; 1.3 и т. д.

В конце номеров пункта точка не ставится. Например, 1; 2 (разделы), 1.1; 1.2 (подразделы), 1.1.1; 1.1.2; 1.2.1 и т. д.

На странице, где приводится заголовок главы, раздела или подраздела, должно быть не менее двух строк последующего текста. Каждый абзац должен содержать законченную мысль и состоять, как правило, из 4–5 предложений.

### 6.3. Оформление рисунков в пояснительной записке

---

Все иллюстрирующие материалы пояснительной записки (ПЗ) (рисунки, чертежи, схемы, графики, фотографии и пр.) называются рисунками. Их следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки размещаются так, чтобы их можно было воспринимать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке. Рисунки могут цветными.

Рисунки нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами, например, «рисунок 3.1» (первый рисунок третьего раздела) или имеют сквозную нумерацию в пределах всего документа. Рисунки введения и приложения также могут иметь сквозную нумерацию в пределах ПЗ или нумероваться «рисунок В.1» и «рисунок П. 1» соответственно. На все рисунки

в ПЗ должна быть ссылка в тексте. Два рисунка, следующие один за другим, должны быть разделены не менее чем двумя строчками текста.

При необходимости размещения полосного рисунка в альбомной ориентации, он должен быть вместе с названием, подрисуночной подписью и легендой повернут на  $90^\circ$  против часовой стрелки, независимо от четности

Название рисунка может быть отдельным абзацем, расположенным над рисунком без указания номера. Если некоторые рисунки требуют дополнительных пояснений, возможно использование легенды (дополнительные поясняющие сведения, оформленные особым образом). Необходимо учесть, что в этом случае все рисунки пояснительной записки должны быть в едином стиле, т. е. иметь легенду. В другом случае пояснения должны входить в основной текст.

Рисунки располагают после первой ссылки на них в тексте. Ссылки приводят с указанием порядкового номера рисунка, например, «... на рисунок 3.1» или ссылка — (рисунок 3.1); в случае, когда рисунок не заверстан сразу после абзаца, — со ссылкой на него — (см. рисунок 3.1). При ссылке в тексте слово «рисунок» пишется со строчной буквы, в подрисуночной подписи — с прописной буквы. Название рисунка в подрисуночной подписи также пишется с прописной буквы.

### **Графический способ изложения иллюстративного материала**

В качестве иллюстративного материала в курсовых и дипломных работах иногда используются графики, диаграммы и схемы. В структуре пояснительной записки эти элементы оформляются как рисунки (подгл. 6.3).

График — это условное изображение соотношения величин в их динамике при помощи геометрических фигур, линий и точек. График содержит следующие элементы:

- заголовок;
- словесные пояснения условных знаков и смысла отдельных элементов графического образа;
- оси абсцисс и ординат, шкалу с масштабами и числовые сетки;
- числовые данные, дополняющие или уточняющие величины нанесенных на график показателей.

Основа графика — его геометрические фигуры, линии и точки, с помощью которых изображают величины. Оси абсцисс и ординат вычерчивают сплошными линиями без стрелок на концах. По осям координат указывают условные обозначения, а на самих осях — числовые значения. График может быть снабжен координатной сеткой. Часто вместо сетки масштаб наносят короткими штрихами (рисками) на осях. Числовые значения штрихов масштаба пишут левее оси ординат и ниже оси абсцисс. Для экономии места числовые значения можно начинать не с нуля, а ограничивать их теми значениями, в пределах которых показывается соотношение величин. В зависимости от целей, количественной базы и применяемых геометрических знаков графики могут быть линейными, столбиковыми, половыми, секторными (круговыми) и т. д. Если для построения графиков используются такие геометрические фигуры, как прямоугольники и круги, то их называют диаграммами.

Схема — это изложение, описание, изображение чего-нибудь в главных чертах. Обычно выполняется без соблюдения масштаба с помощью условных обозначений. Встречаются учебные пособия, в которых основные сведения по дисциплине представлены в виде схем.

Все содержащиеся в научной работе графики, диаграммы, схемы, рисунки и другие иллюстрации должны быть пронумерованы. Нумерация может быть по главам или сквозной (через всю работу). Если в работе содержится одна иллюстрация, то она не нумеруется. В тексте делают ссылки на графики, диаграммы и т. д. В том месте, где читателя нужно отослать к ним,



делают ссылку в виде выражения типа «Диаграмма на рисунке 2 наглядно показывает...» или «(рисунок 3)».

Каждую иллюстрацию сопровождают подрисуночной подписью, которая включает в себя: порядковый номер, заголовок, экспликацию (истолкование, объяснение), которая строится следующим образом — элементы диаграммы, рисунка, графика обозначают цифрами или другими условными знаками, последние выносят за пределы иллюстрации и снабжают объясняющим текстом.

### 6.4. Оформление таблиц в пояснительной записке

---

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Информация в таблице размещается по принципу: одна ячейка — одно сообщение. Не допускается, например, размещать в одной ячейке порядковый номер и название объекта и пр.

Таблицы во всем тексте пояснительной записки должны быть выполнены единообразно. Текст в ячейках набирается без абзацного отступа, межстрочный интервал — одинарный. Допускается уменьшение кегля текста шрифта.

Таблицу следует располагать в ПЗ непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. При необходимости полосную таблицу вместе с названием можно разместить в альбомной ориентации, повернув ее на 90° против часовой стрелки независимо от четности полосы.

На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово «таблица 2» или «см. таблицу 3.1» со строчной буквы. Нумерацию в виде «Таблица 1» располагают над таблицей слева. Наименование таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Располагают его над таблицей слева.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» («Окончание») и указывают номер таблицы, например, «Продолжение таблицы 1» («Окончание таблицы 1»).

В случае переноса на следующую страницу, таблицу следует начинать со строки продолжения, т. е. со строки, содержащей только номера столбцов без названия столбцов. При этом в первой части перенесенной таблицы под строкой с названиями столбцов помещается строка продолжения (номера столбцов). Если вся таблица размещается на одной полосе, строка продолжения не делается.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Таблицы введения и приложений нумеруются «Таблица В.1» и «Таблица П. 1» соответственно.

Заголовки граф (столбцов) и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Допускается полужирное прямое начертание шрифта заголовков граф и строк таблицы. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф, но это снижает удобочитаемость текста.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак

«длинное тире». Если цифры, математические знаки повторяются, проставляют повторные их значения, заменять их кавычками или комбинацией кавычек и тире не допускается.

## 6.5. Основные правила оформления математических формул

---

В научных и научно-исследовательских работах математические формулы принято набирать в специальных программах — формульных редакторах. В них уже заложены основные правила набора знаков. Кроме того, подобные программы позволяют корректно использовать сложные многоуровневые символы, обозначения матриц, векторов и пр.

Общие принципы размещения формул в соответствии с ГОСТ 7.32–2001 «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» [41] таковы.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения ( $\times$ ), деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « $\times$ ».

Группа формул с однотипной левой или правой частью выравнивается по знаку соотношения, при этом сначала набирается самая длинная формула и выключается в красную строку, остальные выравниваются по ней.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например: (3.1).

Порядок изложения в отчете математических уравнений такой же, как и формул.

При наборе математического текста необходимо соблюдать следующие основные правила.

Набирать цифры в формулах прямым шрифтом: 2 ах, 3у. Сокращенные тригонометрические и математические термины, например, sin, cos, tg, ctg, arcsin, lg, lim и т. д., набирать шрифтом латинского алфавита прямого светлого начертания.

Сокращенные знаки или слова в индексе набирать русским шрифтом прямого начертания на нижнюю линию. Сокращенные наименования физических, метрических и технических единиц измерения, обозначенные буквами русского алфавита, набирать в тексте прямым шрифтом без точек, например, 127 В, 20 кВт. Эти же наименования, обозначенные буквами латинского алфавита, набирать также прямым шрифтом без точек, например, 120 V, 20 kW, если нет в оригинале других указаний. Правила набора единиц измерения регламентируются ГОСТ 8.417–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин» [45].

## 6.6. Оформление библиографического аппарата

---

Библиографический список использованных источников является одной из существенных частей научной работы. По этому списку можно судить о глубине и всесторонности исследования, об осведомленности исследователя в литературе по теме.

Оформление библиографического аппарата включает:

- библиографическое описание использованных источников;
- группировку источников различными способами, в зависимости от характера работы и ее назначения.

Библиографическое описание — это совокупность библиографических сведений о документе, его составной части или группе документов, приведенных по определенным правилам, необходимых и достаточных для общей характеристики и идентификации документа.

На сегодняшний день в России действуют следующие ГОСТы, регулирующие порядок создания библиографических описаний:

- ГОСТ 7.1–2003 «СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» [43];
- ГОСТ Р 7.0.5–2008 «СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» [44].

Раздел пояснительной записки студенческих работ чаще всего носит название «Список использованной литературы» или «Библиографический список». Методические рекомендации учебного заведения строго регламентируют принцип составления списка — библиографического описания или ссылки, которые оформляются по соответствующему ГОСТу.

Практика показывает, что библиографическое описание, составленное по ГОСТ 7.1–2003 [43], слишком громоздкое для списка литературы даже научного издания, не говоря уже о курсовых и дипломных работах, содержит много лишних сведений

(даже если брать только обязательные элементы, опуская факультативные). Тем не менее в большинстве вузов именно этот ГОСТ принят в качестве основного при выполнении выпускных квалификационных работ.

В научных отчетах, статьях, монографиях, как правило, используют ГОСТ Р 7.0.5–2008 [44].

Некоторую определенность в оформлении списка литературы внес стандарт ГОСТ Р 7.0.11–2011 [46], касающийся оформления библиографических записей в списке литературы для диссертаций и авторефератов диссертаций. Взяв за основу ГОСТ 7.1–2003, он создал самый оптимальный вариант библиографической записи в списке литературы, который выражает принцип разумной достаточности. Его и следовало бы применять при составлении библиографических списков других научных, а также учебных работ.

### **6.6.1. Общие правила составления библиографического списка**

При составлении списка литературы возможны различные способы расположения библиографических описаний:

- алфавитное;
- хронологическое;
- тематическое;
- в порядке первого упоминания в тексте;
- по видам изданий;
- по языку библиографического описания;
- списки смешанного построения.

Нумерация всей использованной литературы сплошная от первого до последнего источника. Электронные ресурсы помещаются в общий библиографический список в соответствии с указанным порядком.

Оформление списка использованной литературы по принципу алфавитного именованного указателя (в общем алфавите авторов и заглавий) делают в следующей последовательности:

- литература на русском языке;
- литература на языках народов, пользующихся кириллицей;
- литература на языках народов, пользующихся латиницей;
- литература на языках народов, пользующихся особой графикой.

Описание источников, включенных в список, выполняется в соответствии с существующими библиографическими правилами, установленными в ГОСТ 7.1–2003.

Библиографический список может включать:

- библиографическое описание отдельного издания (книги, сборника, автореферата, диссертации, электронного ресурса и т. п.);
- библиографическое описание составной части документа — аналитическое библиографическое описание (статьи из сборника, журнала, главы из книги, структурной части электронного ресурса).

Общая схема библиографического описания для различных типов носителей информации может быть представлена следующим образом.

Документ на бумажном носителе.

1. Заголовок описания, например, фамилия автора или первого автора (если их не более трех) с прописной буквы и инициалы или название книги, подготовленной авторским коллективом.

2. Основное заглавие: подзаголовочные данные: дополнительные сведения, относящиеся к заглавию или сведения об ответственности.

3. Сведения об издании, например: 2-е изд., доп.

4. Место издания: издательство или издающая организация, дата издания.

5. Объем (в страницах текста издания).

Электронный документ.

1. Заголовок описания, например, фамилия автора или первого автора (если их не более трех) с прописной буквы и инициалы или название текстового документа, сайта, базы, полученное с экрана.

2. Основное заглавие документа, тип ресурса:

[Электронный ресурс]/сведения об ответственности.

3. Сведения об издании (в аналитическом описании статьи из периодического издания, полученной с сайта издающей организации, в качестве сведений об издании, как правило, помещают его название в том виде, в каком оно существует на бумажном носителе).

4. Место издания: издательство или издающая организация, дата издания.

5. Режим доступа: в случае библиографического описания ресурса удаленного доступа — свободный с указанием URL. Это правило распространяется и на документы, полученные из электронных баз данных. Для документа локального доступа указывается тип носителя — CD/DVD-ROM; floppy-disk 3.5.

### 6.6.2. Оформление библиографических ссылок

Библиографическая ссылка — это совокупность библиографических сведений о цитируемом, рассматриваемом или упоминаемом в тексте документа другом документе, необходимых и достаточных для его общей характеристики, идентификации и поиска. Такие ссылки рекомендуются:

- при цитировании;
- заимствовании положений, выводов, предложений и цифровых данных;
- анализе опубликованных работ;
- необходимости отослать читателя к источнику, в котором вопрос освещен более подробно, чем в данной работе.



В ГОСТ Р 7.0.5–2008 «СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» [44] введены следующие определения.

Библиографическая ссылка является частью справочного аппарата документа и служит источником библиографической информации о документах — объектах ссылки.

Библиографическая ссылка содержит библиографические сведения о цитируемом, рассматриваемом или упоминаемом в тексте документа другом документе (его составной части или группе документов), необходимые и достаточные для его идентификации, поиска и общей характеристики.

Объектами составления библиографической ссылки являются все виды опубликованных и неопубликованных документов на любых носителях (в том числе электронные ресурсы локального и удаленного доступа), а также составные части документов.

По месту расположения в документе различают библиографические ссылки:

- внутритекстовые, помещенные в текст документа;
- подстрочные, вынесенные из текста вниз полосы документа (в сноску);
- затекстовые, вынесенные за текст документа или его части (в выноску).

Внутритекстовая ссылка используется, когда значительная ее часть вошла в основной текст таким образом, что изъять ее оттуда нельзя, а также в случае, если читателю она необходима по ходу чтения. Такая ссылка включается в текст путем указания в скобках выходных данных и номера страницы.

Подстрочные ссылки применяются чаще, чем внутритекстовые, поскольку они не загромождают основной текст и дают возможность читателю сразу же установить использованный источник. Для связи текста с подстрочной ссылкой, расположенной в конце страницы, используются знаки сноски в виде цифры, звездочки и др. В студенческих работах, как правило,

применяются цифровые знаки. Знак сноски ставится там, где по смыслу необходима сноска, преимущественно после законченного предложения.

Нумерацию ссылок можно делать для каждой страницы свою или сквозную (сплошную) по каждой главе либо всему произведению в зависимости от количества ссылок. Слово «См.» употребляется, когда из текста нельзя совершить плавный логический переход к ссылке, ибо неясна логическая связь между ними.

Затекстовые ссылки используются в тех случаях, когда автор сделал большое количество ссылок, которые большинству читателей не нужны по ходу чтения, но могут быть полезны в дальнейшей работе. Связь основного текста и затекстовой ссылки осуществляется при помощи цифрового порядкового номера на верхней линии строки или в квадратных скобках в строке.

По форме описания различают ссылки первичные и повторные.

При повторе ссылок на один и тот же объект бывают библиографические ссылки: первичные, в которых библиографические сведения приводятся впервые в данном документе; повторные, в которых ранее указанные библиографические сведения повторяют в сокращенной форме. Повторные ссылки могут быть внутритекстовыми, подстрочными, затекстовыми.

При повторных ссылках на источник его полное описание дается только при первой ссылке. Если повторная ссылка располагается на той же странице, что и первая, то она оформляется при помощи слов «Там же» и при необходимости проставляется номер страницы. Если повторная ссылка располагается на другой странице (при условии, что в работе упоминается только одно произведение автора), то она оформляется при помощи словосочетания «Указ. соч.». Если делаются повторные ссылки на несколько работ автора, то указываются его фамилия, заглавие источника и номер страницы.

Если объектов ссылок несколько, то их объединяют в одну комплексную библиографическую ссылку. Комплексные ссы-

ки могут быть внутритекстовыми, подстрочными и затекстовыми. Они могут включать как первичные, так и повторные ссылки.

Если текст цитируется не по первоисточнику, а по другому документу, то в начале ссылки приводят слова «Цит. по:» (цитируется по), «Приводится по:» с указанием источника заимствования.

Отсылки в тексте документа заключают в квадратные скобки. При необходимости отсылки могут содержать определенные идентифицирующие сведения: имя автора (авторов), название документа, год издания, обозначение и номер тома, указание страниц.

Рекомендуется источники в перечне располагать по алфавиту независимо от порядка их упоминания в тексте, что дает возможность избежать повторов, унифицировать библиографическое описание.

## 6.7. Язык и стиль

Особенностью языка научной речи является подчеркнутая логичность. Эта логичность должна проявляться как во всем тексте, так и в его частях и отдельных абзацах. Она характеризуется последовательным переходом от одной мысли к другой. В качестве средства связи между ними используются:

- вводные слова и предложения (как уже говорилось, как было отмечено и т. д.);
- местоимения, прилагательные и причастия (этот, такой, названные, указанные и другие);
- специальные функционально-синтаксические средства, указывающие на последовательность развития мысли (прежде всего, затем, во-первых, во-вторых, значит, итак),

противительные отношения (однако, между тем, в то время как, тем не менее), причинно-следственные отношения (следовательно, поэтому, благодаря этому, вследствие этого, кроме того), переход от одной мысли к другой (рассмотрим, рассмотрим, остановимся на..., перейдем к..., обратимся к...), итог, вывод (итак, таким образом, значит, подводя итог, как видим, в заключение отметим).

Научный текст характеризуется точностью и однозначностью выражений, которые обусловлены спецификой языка права. Такой язык отличается краткостью, логичностью, точностью и стремлением к исключению многозначности толкования слов. Этому способствует использование специальных терминов.

Научный язык характеризуется стремлением к объективности изложения материала. Объективность изложения обусловлена спецификой научного познания, направленного на установление истины. Для подтверждения объективности в тексте делается ссылка на то, кем высказана та или иная мысль, в каком источнике содержится использованная информация. При этом в тексте используются вводные слова и словосочетания, указывающие на авторство (по мнению, по данным, по словам, по сообщению, по сведениям и др.). Позиция самого автора проявляется в словах: «по нашему мнению», «нам представляется», «мы придерживаемся точки зрения» и др. Тем самым он выражает свое мнение как точку зрения группы ученых, относящихся к определенной научной школе или научному направлению. Поэтому употребление местоимения «мы» вместо «я» придает изложению некоторую объективность.

Однако использование автором в тексте местоимения «мы» может произвести неблагоприятное впечатление на читателя. В связи с этим в последние годы авторы стали излагать свое мнение от первого лица единственного числа (я полагаю, по моему мнению) или от имени третьего лица (автор считает, по мнению автора, с точки зрения автора). Чтобы и вовсе избежать употребления местоимения, можно использовать неопределенно-лич-

ные предложения (например: «... При ... устанавливают точное соответствие между...») либо предложения со страдательным залогом (например: «В дипломной работе предложен проект...»).

Ради объективности в тексте научного произведения личные пристрастия, эмоциональные моменты не отражаются. В рукописи следует избегать канцеляризмов, штампов, избыточных словосочетаний. Не украшают речь повторения, растянутые фразы с нагромождением придаточных предложений и вводных слов. Нужно писать понятно для других, без наукообразности и по возможности кратко. Краткости можно добиться, прибегая к общепринятым сокращениям слов и словосочетаний, замене часто употребляемых понятий аббревиатурами.

---

## 7. Особенности подготовки, оформления и защиты студенческих работ

---

### 7.1. Особенности подготовки рефератов и докладов

---

**Р**еферат — это научно-исследовательская работа, представляющая собой краткое изложение в письменном виде содержания научных трудов (монографий, учебных пособий, научных статей) по заданной теме. В реферате студент излагает основные положения (идеи, решения, предложения и т. д.), содержащиеся в нескольких источниках, приводит различные точки зрения, обосновывает свое мнение по ним. Работа над выбранной (заданной) темой проходит следующие этапы:

- поиск и изучение источников и составление библиографии;
- разработка плана;
- написание реферата.

Реферат состоит из титульного листа, оглавления (соответствует плану), введения, основной части и списка использованной литературы. Объем реферата — не менее 5 и не более 15 страниц, отпечатанных через 2 интервала (11 страниц, отпечатанных через полтора интервала). В реферате следует делать ссылки на использованные источники. Они должны быть оформлены в соответствии с установленным стандартом. Готовый реферат представляется преподавателю для проверки. Оценивая реферат, он учитывает умение студента работать с научной литературой, анализировать различные точки зрения

по спорным вопросам, аргументировать свое мнение, навыки оформления ссылок, списка использованной литературы.

Доклад — это запись устного сообщения на определенную тему. Он предназначен для прочтения на семинарском занятии, научной конференции. При подготовке доклада необходимо учесть время, отводимое на выступление. Поэтому написанный доклад следует не торопясь прочесть вслух. Если вы не уложились в установленное время, то придется доклад сократить, избавляясь от второстепенных положений и оставляя только самое главное, в первую очередь выводы. Текст доклада может быть написан полностью либо в виде тезисов. В последнем случае в логической последовательности записываются только основные мысли. Студенческие доклады, как правило, состоят из трех частей: вводной, основной и заключительной. В первой части обосновываются актуальность, теоретическая и практическая ценность темы, во второй излагаются основные научные положения, в третьей — выводы и предложения.

## 7.2. Особенности подготовки и защиты курсовых работ

---

Курсовая работа — это предусмотренная учебным планом письменная работа студента на определенную тему, содержащая элементы научного исследования. В целях упорядочения основных этапов работы полезно составить рабочий план с указанием сроков их выполнения. Например, в него можно включить следующие этапы:

- выбор темы;
- изучение нормативных актов и специальной литературы;
- составление плана курсовой работы;
- консультация у научного руководителя;
- изучение практики;

- написание первого (чернового) варианта работы;
- представление работы научному руководителю и консультация у него;
- устранение недостатков, редактирование и представление на кафедру окончательного варианта работы;
- подготовка доклада и защита работы.

Структура курсовой работы:

- титульный лист;
- оглавление (план);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы, в том числе нормативных актов и материалов практики;
- приложения (факультативно).

Объем курсовой работы должен составлять примерно 20–25 страниц текста, исполненного на стандартной писчей бумаге формата А4, не считая приложений. При использовании в тексте работы положений, выводов, предложений, заимствованных из различных источников, ссылки на них обязательны.

Теоретические положения и выводы рекомендуется иллюстрировать материалами опубликованной и неопубликованной практики. При этом необходимо сделать ссылку на источник, откуда они взяты. Это требование не относится к работам теоретического характера, не имеющим выхода в практику.

Не допускаются к защите работы:

- выполненные только на основе учебника, без использования и анализа специальной литературы, материалов практики или содержащие примеры, взятые из учебников, учебных пособий, монографий и журнальных статей;
- выполненные не самостоятельно, а путем списывания, без ссылок на автора и источник, или являющиеся конспектом учебника, учебного пособия или монографии;



- не раскрывающие содержания темы и имеющие грубые ошибки;
- имеющие большое число грамматических и стилистических ошибок, а также небрежно и неправильно оформленные.

Такие работы возвращаются для устранения недостатков.

При защите курсовой работы перед руководителем студенту нет необходимости делать доклад, он лишь дает пояснения по содержащимся в отзыве замечаниям и отвечает на его вопросы. На комиссионной защите курсовой работы студент кратко излагает основные положения, выводы и результаты исследования, а также поясняет, какие из указанных в отзыве руководителя недостатков устранены и какие замечания считает спорными. Затем он отвечает на вопросы членов комиссии.

Курсовая работа оценивается по балльной системе, с учетом ее содержания и оформления, а также уровня защиты. Критериями оценки являются:

- научность, самостоятельный и творческий подход к исследованию;
- объем и качество выполненной работы, в том числе количество изученной литературы, материалов практики; стиль и грамотность написания текста;
- умение защитить результаты исследования.

Курсовые работы, отличающиеся актуальностью и новизной темы, теоретической и практической значимостью разработанных вопросов, самостоятельностью и глубиной исследования, могут быть представлены на конкурсы студенческих научных работ либо использованы в учебном процессе.

### 7.3. Особенности подготовки и защиты дипломных работ

Дипломная работа — это выпускная квалификационная работа, представляющая собой теоретическое или экспериментальное исследование одной из актуальных тем в области полиграфии, в которой выпускник демонстрирует уровень овладения необходимыми теоретическими знаниями и практическими умениями и навыками, позволяющими ему самостоятельно решать профессиональные задачи.

Дипломная работа — самостоятельное, творческое исследование. В результате ее выполнения студент должен: показать знание основных теоретических положений и научных проблем по теме, уровень освоения методов научного анализа сложных социальных явлений, умение делать теоретические обобщения и практические выводы; свободно ориентироваться в литературе; изучить как положительный, так и отрицательный практический опыт.

Выполнение дипломной работы проходит следующие этапы:

- выбор темы;
- изучение литературы;
- составление плана;
- определение методов исследования;
- изучение практики;
- работа над текстом и оформление.

Далее следуют подготовка к защите и защита работы.

Дипломная работа по своей структуре состоит из следующих элементов:

- титульного листа;
- оглавления;
- введения;
- основной части;
- заключения;
- списка использованной литературы;
- приложений (если они необходимы).

Выпускная квалификационная работа специалиста кафедры полиграфии и веб-дизайна оформляется в виде текста с приложением графиков, таблиц, чертежей, карт, схем и других материалов, иллюстрирующих содержание работы. Согласно ГОСТ высшего профессионального образования оптимальный объем выпускной квалификационной работы — 2–2,5 печ.л. (50–60 страниц машинописного текста, отпечатанного через 2 интервала).

Готовая дипломная работа подписывается ее исполнителем и сдается научному руководителю в срок, установленный заданием и планом-графиком. После ее прочтения руководитель составляет на нее письменный отзыв. В отзыве следует отразить положительные и отрицательные стороны дипломного сочинения примерно по следующей схеме:

- актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость проведенного исследования; правильность построения плана;
- полнота освещения вопросов темы, использования литературы и практического материала (опубликованной и (или) неопубликованной практики);
- степень самостоятельности автора в раскрытии темы; обоснованность выводов, логичность аргументов; наличие предложений и рекомендаций по совершенствованию законодательства и практики его применения;
- практическая значимость полученных результатов, возможность их внедрения в учебный процесс или практическую работу;
- соответствие оформления работы установленным правилам;
- неточности, ошибки, спорные положения, замечания по содержанию работы и ее оформлению (с указанием страниц, на которых они содержатся), соответствие работы предъявляемым требованиям и заключение о допуске работы к защите.

Научный руководитель может дать предварительную оценку дипломного сочинения в общем виде (например, «работа заслу-

живает высокой (положительной) оценки»), поскольку окончательную оценку дает комиссия, учитывающая результаты защиты.

Далее дипломная работа вместе с отзывом научного руководителя представляется заведующему кафедрой, который решает вопрос о допуске студента к защите, ставя на титульном листе свою подпись. Дипломная работа не может быть допущена к защите при следующих обстоятельствах:

- она представляет собой плагиат или компиляцию;
- выполнена только на основе учебников, одной монографии или одного учебного пособия без использования другой специальной литературы;
- в ней отсутствуют материалы практики либо примеры из практики заимствованы из учебника, учебного пособия, монографии или научной статьи;
- ее содержание не соответствует теме либо тема в основном не раскрыта;
- она содержит множество опечаток, грамматических ошибок, ссылки на источники и список использованной литературы оформлены неправильно.

Дипломная работа, допущенная кафедрой к защите, направляется на рецензирование. Рецензия пишется по той же схеме, что и отзыв научного руководителя. Иногда рецензенты дают рецензии не более чем на одну страницу, где называется тема, в нескольких предложениях излагается, о чем говорится в каждой главе (цитируется оглавление работы), и высказывается мнение о положительной оценке работы. При этом содержание работы не анализируется, недостатки, спорные моменты не затрагиваются.

Выпускающая кафедра знакомит дипломника с отзывом руководителя и рецензией, чтобы он смог учесть содержащиеся в них замечания при подготовке к защите. Затем первый экземпляр дипломной работы с этими документами передается в государственную аттестационную комиссию (ГАК).

К защите дипломных работ допускаются выпускники, представившие их в установленный деканатом срок, имеющие на них

положительные отзыв и рецензию, успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания. При отрицательном отзыве и (или) рецензии решение о допуске к защите принимает деканат по представлению выпускающей кафедры. Деканат извещает студентов и преподавателей о месте и времени защиты.

При подготовке к защите дипломной работы студенту целесообразно подготовить текст выступления. В нем необходимо обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость проведенного исследования, сформулировать его цели и задачи, указать методы их решения, кратко изложить основные положения, выводы и полученные результаты, особо выделив новые данные, предложения.

Если в процессе выступления дипломнику необходимо показать иллюстративный материал (схемы, таблицы, слайды и т. д.), то его следует заранее оформить и продумать процедуру демонстрации.

После ознакомления с отзывом научного руководителя и рецензией целесообразно подготовить письменные ответы на содержащиеся в них замечания и вопросы, чтобы на защите правильно и уверенно высказать свое мнение по ним.

Защита дипломной работы проходит на открытом заседании ГАК с участием не менее двух третей ее состава при обязательном присутствии ее председателя или его заместителя. На этом заседании желательно присутствие научного руководителя. Защита начинается с доклада дипломника. Чтобы произвести лучшее впечатление на членов комиссии, не рекомендуется читать текст, не отрываясь от бумаги.

По окончании доклада члены комиссии и присутствующие могут задать дипломнику вопросы по теме дипломной работы. Вопросы можно записать, обдумать и высказать ответы на каждый из них. Ответы должны быть по существу заданных вопросов, краткими и аргументированными.

Затем зачитывается отзыв руководителя и рецензия (замечания и основные выводы из них) или предоставляется слово

руководителю и рецензенту, которые сообщают свое мнение о дипломной работе. Дипломнику дается возможность в корректной форме ответить на замечания, защитить те положения, которые встретили возражения. Вместе с тем со справедливыми замечаниями следует согласиться.

Решения комиссии об оценке дипломных работ и итогах защиты принимаются на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протокола заседания комиссии.

При определении оценки по результатам защиты учитываются: актуальность и новизна темы, качество и объем выполненной работы, самостоятельность исследования, теоретическая и практическая значимость его результатов, использование материалов практики, научный аппарат и оформление работы, ответы на вопросы, защита содержащихся в работе положений, выводов и предложений, оценки, предлагаемые научным руководителем и рецензентом. Поощряется самостоятельное проведение студентами научных исследований, использование литературы на иностранных языках, компьютерной техники, внедрение результатов в практику, подтвержденное справкой (актом) о внедрении.

По итогам защиты ГАК может рекомендовать лучшие дипломные работы для использования в учебном процессе, а их авторов — для обучения в аспирантуре.

Если студент не удовлетворен полученной оценкой, то он вправе в день защиты подать апелляцию. ГАК рассматривает апелляцию и сообщает свое решение в день ее поступления.

В случае неявки дипломника на защиту работы по уважительной причине председатель ГАК вправе назначить защиту в другое время, но не позже даты окончания работы комиссии. В случае неявки на заседание ГАК по неуважительной причине дипломнику выставляется оценка «неудовлетворительно».

### Дополнение 1

#### Методы обработки экспериментальных данных

---

Процесс выполнения исследовательской работы, связанный с выполнением экспериментальных измерений, включает в себя выполнение расчетов по результатам измерений, их анализ и объяснение. Для выполнения обработки данных используется ряд методов, часть из которых приведена ниже.

#### **Проверка статистических гипотез**

Статистическая гипотеза.

Нулевая и конкурирующая, простая и сложная гипотезы

Часто при выполнении научных исследований необходимо знать закон распределения генеральной совокупности (например, бесконечное множество всех возможных наблюдаемых значений) некой величины. Если закон распределения неизвестен, но имеются основания предположить, что он имеет определенный вид (назовем его  $A$ ), выдвигают гипотезу: генеральная совокупность распределена по закону  $A$ . Таким образом, в этой гипотезе речь идет о виде предполагаемого распределения.

Возможен случай, когда закон распределения известен, а его параметры неизвестны. Если есть основания предположить, что неизвестный параметр  $\Theta$  равен определенному значению  $\Theta_0$ , выдвигают гипотезу:  $\Theta = \Theta_0$ . Таким образом, в этой гипотезе

зе речь идет о предполагаемой величине параметра одного известного распределения.

Возможны и другие гипотезы: о равенстве параметров двух или нескольких распределений, о независимости выборок и многие другие.

Статистической называют гипотезу о виде неизвестного распределения или о параметрах известных распределений. Например, статистическими являются гипотезы:

- генеральная совокупность распределена по закону Пуассона;
- дисперсии двух нормальных совокупностей равны между собой.

В первой гипотезе сделано предположение о виде неизвестного распределения, во второй — о параметрах двух известных распределений. Однако такая гипотеза как «на Марсе есть жизнь» не является статистической, поскольку в ней не идет речь ни о виде, ни о параметрах распределения.

Наряду с выдвинутой гипотезой, рассматривают и противоречащую ей гипотезу. Если выдвинутая гипотеза будет отвергнута, то, согласно закону исключения третьего, имеет место противоречащая гипотеза. По этой причине эти гипотезы целесообразно различать. Нулевой (основной) называют выдвинутую гипотезу  $H_0$ .

Конкурирующей (альтернативной) называют гипотезу  $H_1$ , которая противоречит нулевой.

Например, если нулевая гипотеза состоит в предположении, что математическое ожидание  $a$  нормального распределения равно 10, то конкурирующая гипотеза, в частности, может состоять в предположении, что  $a \neq 10$ . Коротко это записывают так:

$$H_0: a = 10; H_1: a \neq 10.$$

Различают гипотезы, которые содержат только одно и более одного предположений.



Простой называют гипотезу, содержащую только одно предположение. Например, если  $\lambda$  — параметр показательного распределения, то гипотеза  $H_0: \lambda = 5$  — простая. Гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание нормального распределения равно 3 (дисперсия известна) — простая.

Сложной называют гипотезу, которая состоит из конечного или бесконечного числа простых гипотез. Например, сложная гипотеза  $H_0: \lambda > 5$  состоит из бесчисленного множества простых вида  $H_0: \lambda = b_i$ , где  $b_i$  — любое число большее 5. Гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание нормального распределения равно 3 (дисперсия неизвестна) — сложная.

### Ошибки первого и второго рода

Выдвинутая гипотеза может быть правильной или неправильной, поэтому возникает необходимость ее проверки. Поскольку проверку производят статистическими методами, ее называют статистической. В итоге статистической проверки гипотезы в двух случаях может быть принято неправильное решение, т. е. могут быть допущены ошибки двух родов.

Ошибка первого рода состоит в том, что будет отвергнута правильная гипотеза. Ошибка второго рода состоит в том, что будет принята неправильная гипотеза. Последствия этих ошибок могут оказаться весьма различными. Например, если отвергнуто правильное решение «продолжать печать тиража», то эта ошибка первого рода повлечет потери времени; если же принято неправильное решение «продолжать печать» несмотря на наличие брака, то эта ошибка второго рода повлечет материальные и финансовые потери. Можно привести примеры, когда ошибка первого рода влечет более тяжелые последствия, чем ошибка второго рода.

Правильное решение может быть принято также в двух случаях:

- гипотеза принимается, причем в действительности она правильная;

— гипотеза отвергается, причем в действительности она неверна.

Вероятность совершить ошибку первого рода принято обозначать через  $\alpha$ ; ее называют уровнем значимости. Наиболее часто уровень значимости принимают равным 0,05 или 0,01. Если, например, принят уровень значимости равный 0,05, то это означает, что в пяти случаях из ста имеется риск допустить ошибку первого рода (отвергнуть правильную гипотезу).

Статистический критерий проверки нулевой гипотезы.

Наблюдаемое значение критерия

Для проверки нулевой гипотезы используют специально подобранную случайную величину, точное или приближенное распределение которой известно. Эту величину обозначают через  $U$  или  $Z$ , если она распределена нормально,  $F$  или  $\nu^2$  — по закону Фишера—Снедекора,  $T$  — по закону Стьюдента,  $\chi^2$  — по закону «хи-квадрат». Обозначим эту величину в целях общности через  $K$ .

Статистическим критерием (или просто критерием) называют случайную величину  $K$ , которая служит для проверки нулевой гипотезы.

Наблюдаемым значением  $K_{\text{набл}}$  называют значение критерия, вычисленное по выборкам.

Критическая область. Область принятия гипотезы.

Критические точки

После выбора определенного критерия множество всех его возможных значений разбивают на два непересекающихся подмножества: одно из них содержит значения критерия, при которых нулевая гипотеза отвергается, а другое — при которых она принимается.

Критической областью называют совокупность значений критерия, при которых нулевую гипотезу отвергают.

Областью принятия гипотезы (областью допустимых значений) называют совокупность значений критерия, при которых гипотезу принимают.

Основной принцип проверки статистических гипотез можно сформулировать так: если наблюдаемое значение критерия принадлежит критической области, гипотезу отвергают; если наблюдаемое значение критерия принадлежит области принятия гипотезы, гипотезу принимают.

Поскольку критерий  $K$  — одномерная случайная величина, все ее возможные значения принадлежат некоторому интервалу. Поэтому критическая область и область принятия гипотезы также являются интервалами, и, следовательно, существуют точки, которые их разделяют.

Критическими точками (границами)  $k_{кр}$  называют точки, отделяющие критическую область от области принятия гипотезы.

Различают одностороннюю (правостороннюю или левостороннюю) и двустороннюю критические области.

Правосторонней называют критическую область, определяемую неравенством  $K > k_{кр}$ , где  $k_{кр}$  — положительное число.

Левосторонней называют критическую область, определяемую неравенством  $K < k_{кр}$ , где  $k_{кр}$  — отрицательное число.

Двусторонней называют критическую область, определяемую неравенствами  $K < k_1$ ,  $K > k_2$ , где  $k_2 > k_1$ .

В частности, если критические точки симметричны относительно нуля, двусторонняя критическая область определяется неравенством  $|K| > k_{кр}$  (в предположении, что  $k_{кр} > 0$ ).

## **Метод наименьших квадратов**

При проведении экспериментальных измерений, целью которых является определение зависимости одной физической

величины  $Y$  от другой  $X$ , неизбежны погрешности измерения. Поэтому возникает задача: по имеющимся экспериментальным точкам  $(x_i; y_i)$  наилучшим образом воспроизвести искомую зависимость  $Y(X)$ . Если по каким-либо соображениям (физическим, техническим, экономическим и т. д.) зависимость априори неизвестна, то чаще всего применяют метод наименьших квадратов (МНК). Метод наименьших квадратов подразумевает использование в качестве аппроксимирующей зависимости либо полиномы, либо функции, сводящиеся к ним (например, экспонента). В случае зависимости другого вида МНК оказывается неэффективным, т. к. получающиеся при этом уравнения, как правило, аналитически не разрешимы.

При использовании метода МНК требование наилучшего (в смысле наиболее вероятного) согласования зависимости  $Y(X)$  с данными эксперимента сводится к тому, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от сглаживающей кривой обращалась в минимум:

$$\sum_{i=1}^N [y_i - \varphi(x_i)]^2 = \min, \quad (Д1.1)$$

где  $x_i, y_i$  — экспериментальные значения переменных в  $i$ -м опыте;  $N$  — число опытов;  $\varphi(x)$  — искомая зависимость  $Y$  от  $X$ .

В общем случае выражение (Д1.1) следует записать в виде

$$\sum_{i=1}^N [y_i - \varphi(x_i, a_0, a_1, \dots, a_j, \dots, a_s)]^2 = \min, \quad (Д1.2)$$

где  $a_j, j = \overline{0, s}$  — численные коэффициенты, входящие в аппроксимирующую зависимость,  $s+1$  — число таких коэффициентов. В случае если в качестве  $\varphi(x)$  используется полином, то  $s$  — степень полинома. Для отыскания численных коэффициентов необходимо взять частные производные от выражения (Д1.2) по всем  $a_j$ . Правая часть функционала (Д1.2) при этой процедуре обращается в ноль:

$$\sum_{i=1}^N \left[ y_i - \varphi(x_i, a_0, a_1, \dots, a_j, \dots, a_s) \right] \frac{\partial \varphi}{\partial a_j} = 0, \quad j = \overline{0, s}. \quad (Д1.3)$$

После некоторых преобразований получим систему  $s+1$  уравнений относительно  $a_j$

$$\begin{cases} a_0 \sum_i x_i^0 + a_1 \sum_i x_i^1 + a_2 \sum_i x_i^2 + \dots + a_s \sum_i x_i^s = \sum_i x_i^0 y_i, \\ a_0 \sum_i x_i^1 + a_1 \sum_i x_i^2 + a_2 \sum_i x_i^3 + \dots + a_s \sum_i x_i^{s+1} = \sum_i x_i^1 y_i, \\ \dots \\ a_0 \sum_i x_i^s + a_1 \sum_i x_i^{s+1} + a_2 \sum_i x_i^{s+2} + \dots + a_s \sum_i x_i^{2s} = \sum_i x_i^s y_i, \end{cases} \quad (Д1.4)$$

решая которую (рекомендуется матричный способ), находят искомые коэффициенты и получают зависимость  $\varphi(x)$  в явном виде

$$\varphi(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_s x^s. \quad (Д1.5)$$

При использовании МНК для аппроксимации зависимостей экспоненциального вида необходимо представить ось ординат в логарифмическом виде, т. е. осуществить переход  $v_i = \ln y_i$ , и далее использовать выражения (Д1.1)–(Д1.5).

## Корреляционный анализ

Во многих задачах требуется не только установить зависимость изучаемой случайной величины  $Y$  от одной или нескольких других случайных величин, но и оценить тесноту этой зависимости. Известно, что две случайные величины  $X$  и  $Y$  могут быть связаны функциональной или статистической зависимостями. В последнем случае изменение одной из величин влечет изменение распределения другой. В частности, если статистическая зависимость проявляется в том, что при изменении одной из величин изменяется среднее значение другой, то та-

кая зависимость называется корреляционной (от лат. «взаимосвязь», «взаимозависимость»).

Рассмотрим зависимость одной физической величины ( $Y$ ) от другой ( $X$ ). В результате  $N$  независимых опытов получено  $N$  пар чисел  $(x_i, y_i)$ . Эти данные позволяют оценить тесноту линейной связи между величинами  $X$  и  $Y$ .

Для описания случайных величин  $X$  и  $Y$  имеют место следующие определения:

$$\text{математических ожиданий } m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad m_y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i;$$

$$\text{дисперсий } D_x = m_{x^2} - m_x^2, \quad D_y = m_{y^2} - m_y^2;$$

$$\text{среднеквадратичных отклонений } \sigma_x = \sqrt{D_x}, \quad \sigma_y = \sqrt{D_y};$$

$$\text{корреляционного момента } k_{yx} = \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)(y_i - m_y).$$

Приближенная зависимость  $y = f(x)$  может быть представлена в виде

$$y = m_y + r_{yx} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - m_x) = a_0 + a_1 x, \quad (\text{Д1.6})$$

где  $r_{yx}$  — коэффициент корреляции,

$$r_{yx} = \frac{k_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}.$$

При  $r_{yx} = \pm 1$  существует функциональная линейная зависимость между  $Y$  и  $X$ , при  $r_{yx} = 0$  линейная связь между случайными величинами  $Y$  и  $X$  отсутствует. Таким образом, величина коэффициента корреляции  $r_{yx}$ , лежащая в пределах  $-1 < r_{yx} < +1$ , может служить характеристикой тесноты линейной связи между  $Y$  и  $X$ : чем ближе величина  $r_{yx}$  по абсолютному значению к единице, тем эта связь теснее.

Коэффициенты  $a_0$  и  $a_1$  уравнения (Д1.6), найденные по способу наименьших квадратов, могут также использоваться для оценки тесноты линейной связи, так как

$$a_1 = r_{yx} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}.$$

Заметим, что коэффициент  $a_1$  иногда называют коэффициентом регрессии, а прямую (Д1.6) — прямой среднеквадратической регрессии  $Y$  на  $X$ .

В случае необходимости определения тесноты нелинейной связи между случайными величинами  $X$  и  $Y$  вводится новая характеристика, называемая корреляционным отношением  $\eta_{yx}$ , под которым понимают отношение межгруппового среднего квадратического отклонения  $\sigma_{y_i}$  к общему среднему квадратическому отклонению  $\sigma_y$  случайной величины  $Y$ . Заметим, что под группой могут пониматься и результаты параллельных опытов при  $x_i = \text{const}$ . Таким образом, корреляционное отношение  $Y$  к  $X$

$$\eta_{yx} = \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_y}.$$

Если  $\eta_{yx} = 0$ , то  $\sigma_{y_i} = 0$  и средние значения  $Y$  при любых  $X$  сохраняют постоянное значение, равное общему среднему. Следовательно, величины  $X$  и  $Y$  корреляционной зависимостью не связаны. Если  $\eta_{yx} = 1$ , то  $\sigma_{y_i} = \sigma_y$ , и, следовательно, величины  $X$  и  $Y$  связаны функциональной зависимостью. Таким образом, корреляционное отношение удовлетворяет неравенству  $0 \leq \eta_{yx} \leq 1$ .

Средние квадратичные отклонения рассчитывают по формулам:

общего среднеквадратического отклонения

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_j N_{y_j} (y_j - \bar{y})^2}{N}},$$

группового среднеквадратичного отклонения

$$\sigma_{y_j} = \sqrt{\frac{\sum_i N_{x_i} (\bar{y}_{x_i} - \bar{y})^2}{N}},$$

где  $\bar{y}$  — общее среднее,  $\bar{y} = \sum_j y_j \cdot N_{y_j} / N$ ;  $\bar{y}_{x_i}$  — групповое среднее результатов параллельных опытов,  $\bar{y}_{x_i} = \sum_j y_j \cdot N_{ij} / N_{x_i}$ .

Следует отметить, что  $\eta_{yx}$  всегда больше или равно величине коэффициента корреляции  $r_{yx}$ . При  $\eta_{yx} = |r_{yx}|$  имеет место линейная корреляционная зависимость.

### Дисперсионный анализ

Если нужно установить, оказывает ли существенное влияние некоторый фактор  $X$  на исследуемую величину  $Y$ , эффективным оказывается дисперсионный анализ. Основная идея этого метода состоит в сравнении факторной дисперсии, порождаемой воздействием фактора  $X$ , и остаточной дисперсии, обусловленной случайными причинами. Если различие между этими дисперсиями значимо, то фактор  $X$  существенно влияет на  $Y$ , и в этом случае средние значения  $Y$ , наблюдаемые при различных значениях  $X$ , отличаются также значимо.

Введем следующие соотношения.

1. Общая сумма квадратов отклонений величины  $Y$  от общей средней  $\bar{y}$

$$S_y = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y})^2,$$

где  $N$  — число различных значений фактора  $X$ ;  $m$  — число повторений опыта при данном уровне фактора.



Эта сумма характеризует рассеяние всех ( $m N$ ) опытных значений величины  $Y$  вокруг общего среднего этой величины  $\bar{y}$ .

2. Факторная сумма квадратов отклонений средних значений  $Y$  в каждом опыте  $\bar{y}_i$  от общей средней  $\bar{y}$

$$S_{yф} = m \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \bar{y})^2.$$

Эта сумма характеризует рассеяние групповых средних во всех  $N$  опытах (межгрупповое рассеяние).

3. Остаточная сумма квадратов отклонений величины  $Y$  от ее среднего значения в каждом опыте

$$S_{yо} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2.$$

Эта сумма характеризует рассеяние величины  $Y$  внутри опыта (внутригрупповое рассеяние).

Можно показать, что  $S_y = S_{yф} + S_{yо}$ , т. е. любую из трех сумм можно вычислить по известным двум другим.

Общая, факторная и остаточная дисперсии вычисляются соответственно по формулам:

$$D_y = \frac{S_y}{Nm-1}; D_{yф} = \frac{S_{yф}}{N-1}; D_{yо} = \frac{S_{yо}}{N(m-1)}.$$

Предположим, по данным эксперимента необходимо проверить нулевую (основную) гипотезу о равенстве нескольких групповых средних совокупностей с неизвестными, но одинаковыми дисперсиями. Решение данной задачи сводится к сравнению факторной и остаточной дисперсий. Если нулевая гипотеза верна, то  $D_{yф}$  и  $D_{yо}$  различаются незначимо; если ложна, различие значимо. Оценка значимости различия дисперсий производится с помощью критерия Фишера ( $F$ -критерия)

$$F = D_{yф} / D_{yо}.$$

Значение  $F$ , рассчитанное по данным эксперимента, сравнивается с табличным  $F_T$ , и при выполнении неравенства  $F < F_T$  нулевая гипотеза не отвергается.

Итак, чтобы проверить гипотезу о равенстве групповых средних нормальных совокупностей с одинаковыми дисперсиями, достаточно проверить по  $F$ -критерию нулевую гипотезу о равенстве факторной и остаточной дисперсий. Выполнение неравенства  $D_{\text{эф}} < D_{\text{ю}}$  означает справедливость гипотезы о равенстве групповых средних, и, следовательно, необходимость в использовании  $F$ -критерия отпадает.

### **Регрессионный анализ результатов аппроксимации статистических зависимостей**

Как только переходят к статистическим оценкам, метод наименьших квадратов, позволяющий определить параметры аппроксимирующей зависимости, связывающей интересующие нас переменные объекта исследования, становится регрессионным анализом.

Основные статистические оценки следующие: оценка дисперсии воспроизводимости, оценка адекватности и оценка значимости коэффициентов.

1. Оценка дисперсии воспроизводимости (погрешности опыта) определяется на основании данных параллельных опытов и характеризует равноточность измерений во всех опытах.

Проверка нулевой гипотезы, состоящей в том, что дисперсии во всех опытах равны между собой, т. е. проверка, значимо или незначимо отличаются оценки дисперсии в каждом опыте, может быть произведена с помощью критерия Фишера путем сравнения наибольшей и наименьшей дисперсий. Если различие между ними незначимо, то тем более незначимо различие между остальными дисперсиями. Недостатком этого метода является использование информации только об экстремальных

значениях дисперсий без учета информации, которую содержат все остальные дисперсии. В этой связи более предпочтительно использование критерия Кохрена (Кочрена), представляющего собой отношение максимальной дисперсии  $D_{y_{\max}}$  к сумме всех дисперсий в  $N$  опытных точках:

$$G = \frac{D_{y_{\max}}}{\sum_{i=1}^N D_{y_i}}, \quad (Д1.8)$$

где  $D_{y_i} = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$ . Здесь  $\bar{y}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m y_{ij}$ ;  $m$  — число параллельных измерений в  $i$ -м опыте.

Вычисленное по формуле (Д1.8) значение критерия Кохрена  $G$  при принятом уровне значимости  $\alpha$  (чаще всего  $\alpha = 0,05$ ) сравнивается с табличным  $G_T$  (см., например, [47]), которое является функцией  $m-1$  и  $N$ .

Если  $G < G_T$ , то гипотеза о равнозначности не отвергается. В таком случае погрешность опыта, оцениваемая средней квадратической погрешностью при определении среднего значения  $\bar{y}_i$ ,

$$\sigma_{\bar{y}_0}^2 = D_{\bar{y}_0} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{y_i}. \quad (Д1.9)$$

2. Оценка адекватности аппроксимирующей зависимости исследуемому объекту обычно производится с помощью критерия Фишера, который в данном случае определяется как отношение дисперсии адекватности  $D_{ya}$  к дисперсии опыта  $D_{y_0}$ , определенной по формуле (Д1.9). Дисперсия адекватности, характеризующая рассеивание данных эксперимента  $\bar{y}_i$  вокруг аппроксимирующей зависимости, определяется по формуле

$$D_{ya} = \frac{1}{N-s} \sum_{i=1}^N (y_{pi} - \bar{y}_i)^2,$$

где  $s$  — число параметров аппроксимирующей зависимости, определенных по методу наименьших квадратов;  $y_{pi}$  — расчет-

ное значение функции в  $i$ -й точке при аппроксимации ее зависимостью вида  $Y=f(X)$ .

В таком случае  $F$ -критерий запишется в виде

$$F = \frac{D_{\text{яв}}}{D_{\text{яв}}}. \quad (\text{Д1.10})$$

Полученное в соответствии с формулой (Д1.10) значение  $F$  сравнивается с табличным  $F_T = f[N-s, N(m-1)]$ . Если  $F < F_T$ , то гипотеза об адекватности зависимости  $Y=f(X)$  исследуемому объекту не отвергается. Вычисление  $D_{\text{яв}}$ , а следовательно, и проверка адекватности с помощью  $F$ -критерия, возможна только при  $N > s$ . Если погрешность опыта известна априори, т. е. подразумевается, что число повторений опыта достаточно велико, то при  $D_{\text{яв}} \leq D_{\text{яв}}$  математическая модель адекватна объекту.

3. Оценка значимости коэффициентов аппроксимирующей зависимости, взятой в виде алгебраического полинома (уравнения регрессии), в смысле отличия значений этих коэффициентов от нуля обычно проводится отдельно для каждого коэффициента  $a_l$ , где  $l = 0, s-1$ , с помощью критерия Стьюдента

$$t_l = \frac{|a_l|}{\sigma_{a_l}}, \quad (\text{Д1.11})$$

где  $\sigma_{a_l} = \sqrt{D_{a_l}}$ . Здесь  $D_{a_l}$  — дисперсия коэффициента регрессии  $a_l$ .

Величина  $D_{a_l}$  определяется следующим образом. Решается система нормальных уравнений (см. метод наименьших квадратов) относительно коэффициентов  $a_l$ , но при этом правые части уравнений  $v_l = \sum_{i=1}^N y_i x_i^l$  не заменяются их численными значениями. Если для каждого  $a_l$  вместо  $v_l$  подставить единицу, а для остальных нули, то в результате решения системы нормальных уравнений вместо  $a_l$  получится значения  $M_l$ , с помо-

стью которых и находят дисперсии соответствующих коэффициентов регрессии:

$$D_{a_l} = M_l D_{\bar{y}_0},$$

где  $D_{\bar{y}_0}$  вычислено по формуле (Д1.9). Отметим также, что значения  $M_l$  являются диагональными элементами основной матрицы системы нормальных уравнений, что существенно упрощает расчеты.

Значение  $t_l$ , вычисленное по формуле (Д1.11), сравнивается с табличным  $t_T$ , найденным для  $N(m-1)$  при принятом уровне значимости. Если  $t_l < t_T$ , то коэффициент  $a_l$  считается незначимым (т. е. его можно принять равным нулю) и соответствующее слагаемое исключается из уравнения регрессии. Очевидно, что при  $m = 1$  рассмотренный метод оценки неприменим.

После проведенной оценки значимости коэффициентов уравнение регрессии следует уточнить по методу наименьших квадратов.

## Дополнение 2

### Эксперимент и измерительные шкалы

---

В современное понятие измерений включаются пассивные наблюдения и активные эксперименты; количественные и качественные данные; точные, расплывчатые и зашумленные результаты опыта. Существуют наблюдаемые явления, которые в принципе не допускают числовой меры, но которые можно фиксировать в слабых, качественных шкалах и эти результаты учитывать в моделях, получая качественные, но вполне научные выводы. Расплывчатость некоторых наблюдений есть их неотъемлемое природное свойство, которому может быть придана строгая математическая форма и разработан формальный аппарат работы с такими наблюдениями.

Очевидно, что чем точнее измерения, тем лучше. Однако погрешности измерений являются не только чем-то побочным, чуждым для измерений, но и неотъемлемым, естественным и неизбежным свойством самого процесса измерения. Проверяемые на практике модели должны быть не только гипотезами об исследуемом объекте, но и гипотезами об ошибках измерения.

Широкое распространение получили статистические измерения — оценивание функционалов распределений вероятностей по реализации случайного процесса. Этот класс измерений важен, поскольку большинство временных зависимостей входов и выходов носит сигнальный характер. Для таких измерений требуются специфические методика и техника.

Для проведения эксперимента необходима модель объекта, с которым проводится эксперимент. Однако для уточнения модели объекта необходим эксперимент. После завершения очередного цикла следующий цикл начинается с новой, измененной модели.

Измерение (*measurement*) есть процедура, алгоритмическая операция, ставящая наблюдаемому явлению в соответствие один из элементов подходящей измерительной шкалы. Такое соответствие обеспечивает то, что результаты измерений содержат информацию о наблюдаемом объекте. Количество этой информации как мера снятой неопределенности зависит от степени полноты этого соответствия и разнообразия вариантов. Нужная информация получается из результатов измерения с помощью их преобразований, другими словами, с помощью обработки экспериментальных данных. Измерительная шкала может иметь разную силу в зависимости от того, являются ли ее элементы символами, номерами или числами. Измерительную шкалу необходимо выбирать максимально сильной, однако сила шкалы должна соответствовать природе наблюдаемого явления и не быть завышенной.

Чем теснее соответствие между состояниями и их обозначениями, тем больше информации можно извлечь в результате обработки данных. Менее очевидно, что степень этого соответствия зависит не только от организации измерений, но и от природы исследуемого явления. Сама степень соответствия, в свою очередь, определяет допустимые способы обработки данных.

Данные, зафиксированные в протоколе эксперимента, принадлежат определенной измерительной шкале. При обработке данных важно следить за тем, чтобы над ними выполнялись только те действия, которые допустимы для использованной шкалы. Нарушение этого правила может привести к неправомерной интерпретации результатов опыта.

Здесь будут показаны только такие объекты, про любые два состояния которых можно сказать, различимы они или нет, и только такие процедуры измерения, которые различимым состояниям ставят в соответствие разные обозначения, а неразличимым состояниям — одинаковые обозначения (следует заметить, что существуют не только такие типы измерений). Это

означает, что состояния объекта и их обозначения удовлетворяют следующим аксиомам тождества:

$$(A = B) \text{ xor } (A \neq B); \quad (\text{Д2.1})$$

$$(A = B) \rightarrow (B = A); \quad (\text{Д2.2})$$

$$((A = B) \& (B = C)) \rightarrow (A = C). \quad (\text{Д2.3})$$

Здесь символ « $\equiv$ » обозначает отношение эквивалентности, в частности, для чисел  $A$  и  $B$  символ « $\equiv$ » означает их равенство.

### Шкала наименований

Пусть имеется некоторый объект или система с конечным числом различных состояний (число классов эквивалентности). Каждому классу эквивалентности может быть поставлено в соответствие обозначение, отличное от обозначений других классов. Тогда процедура измерения будет состоять в том, чтобы, проведя эксперимент над объектом, определить принадлежность результата к тому или иному классу эквивалентности и записать это с помощью символа, обозначающего данный класс, т. е. рассортировать объекты по имени. Такое измерение называется измерением в шкале наименований (*nominal scale*). Иногда эту шкалу называют также номинальной, классификационной или номинативной. Указанное множество символов и образует шкалу.

Особенности шкалы наименований можно рассмотреть на примерах. Естественнее всего использовать шкалу наименований в тех случаях, когда классифицируются дискретные по своей природе явления, например различные объекты. Для обозначения классов могут быть использованы слова естественного языка, например, географические названия, собственные имена людей. Также применяются произвольные символы: гербы и флаги государств, эмблемы родов войск, всевозможные



значки. Кроме того, используются номера (регистрационные номера автомобилей, официальных документов, номера на майках спортсменов) и их различные комбинации (например, почтовые адреса, экслибрисы личных библиотек, печати). Все эти обозначения эквивалентны простой нумерации. В некоторых странах человек при рождении получает уникальный номер. Этот номер используется в государственных информационных системах всю его жизнь. На практике часто предпочитают другие обозначения, реальные имена и фамилии.

Присваиваемое классу объектов обозначение в принципе произвольно, но после присвоения однозначно. Для удобства при большом и (или) нефиксированном числе классов их конкретизация упрощается и облегчается, если обозначения вводятся иерархически. Примером могут служить почтовые адреса: страна — территориальная административная единица (республика, штат, кантон (территориально-административная единица в некоторых странах), графство, область) — населенный пункт — улица — дом — квартира — адресат. Другой пример — автомобильные номера.

Необходимость классификации возникает и в тех случаях, когда классифицируемые состояния образуют непрерывное множество. Задача сводится к предыдущей, если все множество разбить на конечное число подмножеств, искусственно образуя тем самым классы эквивалентности, тогда принадлежность состояния к какому-либо классу снова можно регистрировать в шкале наименований. Например, шкала цветов состоит из категорий разных оттенков (красных, желтых, зеленых, синих и т. д.). Шкалирование в данном случае заключается в отнесении цвета к определенной категории. Однако условность введенных классов может проявиться, например, при переводе с одного языка на другой описания цветовых оттенков: в английском языке голубой, лазоревый и синий цвета не различаются. Это может быть связано с тем, что англичане иначе видят мир.

Аналогичная ситуация имеет место в профессиональных языках. Например, у северных народов имеется несколько десятков разных слов, обозначающих различные состояния снега. У африканского скотоводческого племени масаев столько разных слов, выражающих различия между коровами, что масай по одному слову может выделить одно животное из огромного стада.

Названия болезней также образуют шкалу наименований. Психиатр, ставя больному диагноз «шизофрения», использует номинальную шкалу. Однако следует всегда помнить, что название болезни лишь обозначает класс, внутри которого на самом деле имеются различия, т. к. эквивалентность внутри класса носит условный характер.

Необходимо заметить, что обозначения классов — это только символы, даже если для этого использованы номера. Номера выглядят как числа, но числами в данном случае не являются. Если у одного спортсмена на спине номер 2, а у другого — 4, то никаких других выводов, кроме того, что это разные участники соревнований, делать нельзя: так, например, нельзя сказать, что второй «в два раза лучше». С номерами нельзя обращаться так же, как с числами, за исключением определения их равенства или неравенства. Только эти отношения определены между элементами номинальной шкалы (аксиомы тождества (Д2.1)–(Д2.3)).

При обработке экспериментальных данных, зафиксированных в номинальной шкале, можно выполнять только операцию попарной проверки совпадения или несовпадения самих данных, что может быть записано с помощью двухместного предиката Eq,

$$\text{Eq}(a, b) = \{(0 \text{ if } a \neq b) \text{ xor } (1 \text{ if } a = b)\},$$

где  $a$  и  $b$  — имена разных измерений.

Пусть в результате некоторого эксперимента получена выборка длиной  $n$ , каждый элемент которой измерен в шкале на-

именований. Пронумеруем эти элементы от 1 до  $n$ :  $x(1), \dots, x(n)$ . Используя попарные сравнения, можно выявить набор уникальных, в рамках данной выборки, имен, количество которых  $g$  равно количеству групп или классов разбиения. При своем каждому уникальному имени некоторый уникальный номер, начиная с 1 до  $g$ . Обозначим через  $x_u(j)$   $j$ -е по порядку уникальное имя. Можно вычислить число измерений попадающих в каждую группу и относительную частоту этих попаданий. Число измерений, попавших в  $j$ -ю группу, и относительная частота  $j$ -й группы равны соответственно

$$n(j) = \text{Sum} \{ \text{Eq}(x_u(j); x(i)) | i = 1, \dots, n \}; \quad f(j) = \frac{n(j)}{n},$$

где  $n$  — общее число наблюдений.

Мода — номер группы, в которой наблюдается максимальная частота попаданий:

$$\text{Mode} = \text{Arg} \{ \text{Max} \{ f(j) | j = 1, \dots, g \} \}.$$

Можно также выполнять различные статистические процедуры, однако строго следя, чтобы в этих процедурах с исходными данными не выполнялось ничего, кроме операции проверки их на совпадение. Например, можно использовать  $\chi^2$ -тест и другие тесты, использующие относительные частоты.

## Шкала порядковая

Когда измеряемый признак состояния объекта имеет природу, позволяющую не только отождествить состояния с одним из классов эквивалентности, но и дающую возможность в каком-то отношении сравнивать разные классы, для измерений можно выбрать более сильную шкалу, чем номинальная. Если же не воспользоваться этим, то часть полезной информации будет утеряна. Однако усиление измерительной шкалы

зависит от того, какие именно отношения между классами существуют в действительности. Это и явилось причиной появления измерительных шкал разной силы.

Следующей по силе за номинальной шкалой является порядковая, или ранговая, шкала. К порядковым шкалам применимы не только такие логические понятия, как «равно» или «не равно», но и «больше» или «меньше», следовательно, образцы можно располагать в порядке возрастания или убывания определенного специфического признака.

Например, набор цветowych образцов можно рассортировать по цветовому оттенку и в каждом диапазоне расположить от светлых к темным, тогда получится порядковая шкала. Она не будет нести никакой информации о том, насколько один образец светлее другого того же оттенка, и очевидной будет лишь неравноконтрастность набора образцов.

Порядковая шкала имеет несколько разновидностей.

#### Шкала простого порядка

Если к аксиомам тождества (Д2.1)–(Д2.3) добавить аксиомы упорядоченности, то получится шкала простого порядка.

Аксиомы упорядоченности:

$$(A > B) \rightarrow (B < A); \quad (Д2.4)$$

$$((A > B) \& (B > C)) \rightarrow (A > C). \quad (Д2.5)$$

Шкала простого порядка получится, если обозначить классы символами и установить между этими символами те же отношения порядка. Примерами такой шкалы являются нумерация очередности, воинские звания, призовые места в конкурсе.

### Шкала слабого порядка

Иногда оказывается, что не каждую пару классов можно упорядочить по предпочтению: некоторые пары считаются равными. В таком случае аксиомы (Д2.4)–(Д2.5) видоизменяются:

$$(A \leq B) \text{ xor } (A \geq B);$$

$$(A \geq B) \& (B \geq C) \rightarrow A \geq C.$$

Шкала, соответствующая этим аксиомам, называется шкалой слабого порядка. Примером шкалы слабого порядка служит упорядочение по степени родства с конкретным лицом (мать=отец > сын=дочь, дядя=тетя < брат=сестра).

### Шкала частичного порядка

Шкала частичного порядка появляется, когда имеются пары классов, несравнимые между собой, т. е. ни  $(A \leq B)$ , ни  $(B \leq A)$  (это отличается от условия слабого порядка, когда одновременно  $(A \geq B)$  и  $(B \geq A)$ , т. е.  $A = B$ ). Шкалы частичного порядка часто возникают в социологических исследованиях субъективных предпочтений. Например, при изучении покупательского спроса субъект часто не в состоянии оценить, какой именно из двух разнородных товаров ему больше нравится, например, рубашка или выпечка, скутер или телевизор. Респондент также может затрудняться упорядочить по предпочтению любимые занятия: занятия в бассейне, чтение детективов, вкусный ужин или слушание джаза.

Особенность порядковых шкал в строгом смысле есть то, что отношение порядка ничего не говорит о дистанции между сравниваемыми классами. Порядковые экспериментальные данные, даже если они изображены цифрами, нельзя рассматривать как числа, над ними нельзя выполнять действия, которые приводят к получению разных результатов при преобразовании шкалы,

не нарушающем порядка. Например, нельзя вычислять выборочное среднее порядковых измерений. Тем не менее для порядковых данных допустима операция, позволяющая установить предпочтительность одного из двух наблюдений.

Введем функцию знака (сигнум, от лат. *signum* — знак)

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & |x > 0; \\ 0 & |x = 0; \\ -1 & |x < 0 \end{cases}$$

и определим функцию Хевисайда следующим образом:

$$H(x) = \frac{1 + \operatorname{sgn}(x)}{2} = \begin{cases} 1 & |x > 0; \\ 1/2 & |x = 0 = \int_{-\infty}^x \delta(t) dt; \\ 0 & |x < 0. \end{cases}$$

Производная функции Хевисайда есть дельта-функция Дирака  $\delta(t)$ .

Определим ранг (точнее, мидранг)  $i$ -го измерения в выборке (множестве) из  $n$  измерений следующим образом:

$$R(x_i) = \frac{1}{2} + \sum_{j=1}^{j=n} H(x_i - x_j) = \frac{n + 1 + \sum_{j=1}^{j=n} \operatorname{sgn}(x_i - x_j)}{2}.$$

Слабый порядок реализуется, если часть измерений в более сильной шкале по сравнению с порядковой шкалой совпадают, и такая группа называется связкой, или связанными рангами. В таком случае все члены связки получают ранг средний для данной связки — мидранг. В других случаях, когда это удобно, ранги в связке присваиваются случайным образом или каждый член связки получает старший для них ранг. Ниже приведен пример различных способов присвоения рангов.

Пример. Пусть имеется  $N_b = 7$  объектов, каждый из которых характеризуется свойством  $X$ . И пусть это свойство изме-

рено в более сильной шкале (табл. 1). Среднее по сильной шкале равно 160, что соответствует рангу 6, однако вычисленный средний ранг составляет 4, что соответствует значению 140.

Таблица 1

Результаты измерения некоторого свойства

Номер $i$	Величина $X$ , мм	Ранг $R$ (Мидранг)	Ранг $R$ (Максимальный ранг)	Ранг $R$ (Случайный ранг)
1	120	2	3	2
2	120	2	3	1
3	120	2	3	3
4	140	4	4	4
5	150	5	5	5
6	160	6	6	6
7	310	7	7	7
Среднее	160	4	4,43	4

Таким образом, при измерениях в порядковых (в строгом смысле) шкалах обработка данных должна основываться только на допустимых для этих шкал операциях — вычислении  $\delta(x, y)$  и  $R_i$ . Для этих величин можно находить частоты, моды и квантили эмпирических распределений, коэффициенты ранговых корреляций Спирмена и Кендалла.

Следует заметить, что даже в тех случаях, когда состояния, допускающие только порядковые сравнения, в эксперименте измеряются через величины, связанные с ними косвенно, но фиксируемые в числовых шкалах, эти измерения все равно остаются измерениями в порядковой шкале. Ниже следуют примеры, иллюстрирующие сказанное.

Пример 1. Известно, что за показатель интенсивности патологического процесса в организме человека принимается скорость выпадения осадка при добавлении цитрата натрия в пробирку с кровью; скорость осаждения измеряется в миллиметрах

в единицу времени. Идея такого измерения основана на том, что увеличение интенсивности патологического процесса приводит к повышению содержания глобулина, что увеличивает скорость выпадения осадка. Поэтому высота слоя осадка за данный интервал времени монотонно связана с интенсивностью исследуемого патологического процесса. Функциональный вид этой связи неизвестен и нелинеен: изменение количества цитрата натрия или времени осаждения приводит к непропорциональным изменениям высоты осадка. Пусть теперь известно, что для пациента 1 лекарство  $A$  привело к уменьшению осадка с 75 мм до 60 мм, а для пациента 2 лекарство  $B$  — с 65 мм до 55 мм. Отсюда нельзя заключать, что лекарство  $A$  эффективнее, хотя оно привело к уменьшению осадка на 15 мм, а лекарство  $B$  — только на 10 мм.

Пример 2. В экспериментах по изучению умственных способностей, при котором измеряется время, затрачиваемое испытуемым на решение тестовой задачи, время хотя и измеряется в числовой шкале, но, как мера интеллекта, принадлежит порядковой шкале.

Суть состоит в том, что порядковые в строгом смысле шкалы определяются только для заданного набора сравниваемых объектов, у этих шкал нет общепринятого, а тем более абсолютно-го стандарта. Поэтому при определенных условиях правомерно выражение «первый в мире, второй в Европе» — когда чемпион мира занял второе место на европейских соревнованиях.

### Модифицированные порядковые шкалы

Опыт работы с сильными числовыми шкалами и желание уменьшить относительность порядковых шкал, придать им хотя бы внешнюю независимость от измеряемых величин побуждают исследователей к различным модификациям, придающим порядковым шкалам некоторое, чаще всего кажущееся, усиление. Другая важная причина попыток усиления шкалы



состоит в том, что многие измеряемые в порядковых и принципиально дискретных шкалах величины имеют действительный или мыслимый непрерывный характер: сила ветра или землетрясения, твердость вещества, глубина и прочность знаний, овладение навыками. Сама возможность введения между любыми двумя шкальными значениями третьего способствует тому, чтобы попытаться усилить шкалу.

Все это вместе взятое привело к появлению и использованию на практике ряда порядковых шкал, но не в таком строгом смысле, как те, о которых говорилось выше. И иногда с полученными данными начинают обращаться как с числами, даже если произведенная модификация не выводит шкалу из класса порядковых. Это сопряжено с ошибками и неправильными решениями. Рассмотрим некоторые из известных модификаций.

#### Бофорт. Шкала силы ветра

В 1806 г. английский гидрограф и картограф адмирал Ф. Бофорт предложил балльную шкалу силы ветра, определяя ее по характеру волнения моря:

0 .....	Штиль (безветрие)
1 .....	Тихий
2 .....	Легкий
3 .....	Слабый
4 .....	Умеренный
5 .....	Свежий
6 .....	Сильный
7 .....	Крепкий
8 .....	Очень крепкий
9 .....	Шторм
10 .....	Сильный шторм (буря)
11 .....	Жестокий шторм
12 .....	Ураган

## Моос. Шкала твердости

Из двух минералов тверже тот, который оставляет на другом царапины или вмятины при достаточно сильном соприкосновении. Отношение «*A* тверже *B*» — типичное отношение порядка. В 1811 г. немецкий минералог Ф. Моос предложил установить стандартную шкалу твердости, постулируя десять ее градаций. За эталоны приняты следующие минералы с возрастающей твердостью:

1 ..... тальк	2 ..... гипс	3 ..... кальций	
4 ..... флюорит	5 ..... апатит	6 ..... ортоклаз	
7 ..... кварц	8 ..... топаз	9 ..... корунд	10 ..... алмаз

Шкала Мооса устанавливает искусственно слабый порядок, т. к. промежуточных единиц градаций твердости эта шкала не имеет. Градации твердости все равно не носят числового характера: нельзя говорить, например, что алмаз (10) в два раза тверже апатита (5). Аналогично нельзя говорить, что разница в твердостях флюорита (4) и гипса (2) такая же, как у корунда (9) и кварца (7). Измерения твердости методом царапания не дают оснований для таких утверждений.

Твердость ногтя по Моосу равна  $2\frac{1}{2}$ .

## Рихтер. Шкала магнитуд землетрясений

В 1935 г. американский сейсмолог Ч. Рихтер предложил 12-балльную шкалу для оценки энергии сейсмических волн в зависимости от последствий прохождения их по данной территории. Затем он развил метод оценки силы землетрясения в эпицентре по его магнитуде на поверхности земли и глубине очага.

## Шкалы балльных оценок

Слушая ответы учащихся или сравнивая их письменные работы, опытный преподаватель может обнаружить разницу между ними и установить, чьи ответы лучше; это типичное отношение порядка. Методом сравнения можно определить, кто в классе лучше других знает данный предмет; сложнее, но иногда возможно (это зависит от состава класса) определить лучшего ученика в классе. Сравнение старшеклассника с младшеклассником по степени овладения знаниями проблематично.

Потребность общества в официальном определении уровня квалификации проходящих обучение независимо от того, где, когда и как они получают образование, способствовала введению общепринятых шкал для оценивания знаний учащихся в виде баллов. Все испытывают, в том числе и на собственном опыте, неточность, приблизительность этой шкалы. Одна из попыток улучшить шкалу баллов состоит в увеличении числа градаций. В общеобразовательных школах принята 5-балльная, в вузах — 2-балльная для зачетов и 4-балльная для экзаменов системы оценок, в некоторых европейских странах — 10-балльная, а в англоязычных странах — 100-балльная система. Это не спасает положения, и преподаватели для себя вводят дополнительные градации — присоединяют к баллам плюсы, минусы, точки. Примечательно, что и при 100-балльной шкале некоторые преподаватели используют дробные баллы. Все это происходит потому, что не существует ни абсолютного стандарта, единого для всех людей, ни даже условного общедоступного стандарта, наподобие эталонов твердости или высоты волн, и знания могут оцениваться только в порядковой шкале. Тем не менее часто забывают, что балльная шкала принадлежит к классу порядковых шкал. Среднеарифметический балл — величина, не имеющая смысла в порядковой шкале. Некоторый оттенок объективности и количественности балльной шкале пытаются придать директивным определением того, каким требованиям должен

удовлетворять учащийся, чтобы иметь право на тот или иной балл, т. е. ввести независимые стандарты. Однако преподаватели неизбежно по-разному понимают и выполняют инструкции, и оценки все равно получаются относительными. Известно, что уровень знаний отличников разных школ или вузов заметно различается. Поэтому в ответственных случаях устраивают не конкурсы документов об успеваемости, а конкурсы самих претендентов, т. е. возвращаются к порядковому измерению, непосредственному сравнению обладателей знаний.

### **Порядковая шкала Черчмена и Акоффа**

В социологических исследованиях часто оказывается полезным и возможным предложить респонденту не только упорядочить заданный перечень альтернатив, но и указать, хотя бы грубо, силу предпочтения. Это уже существенная модификация упорядочения, и, при достаточно сильных требованиях к весовым коэффициентам, измерения могут быть переведены в разряд более сильных шкал, нежели шкала порядка. Обсуждая пока именно порядковые шкалы, рассмотрим случай, когда и взвешивание упорядоченных классов не выводит шкалу из разряда порядковых, хотя разницу между весами классов можно интерпретировать как расстояние между ними.

Пример. Пусть имеется четыре объекта (табл. Д2.1). Сначала респондент упорядочивает их в порядке предпочтения:  $A > B > C > D$ . Затем его просят поставить в соответствие (приписать) объектам любые числа между нулем и единицей, выразив грубо силу предпочтения. Пусть, например, результат в начальный момент времени таков и представлен в соответствующем столбце табл. Д2.1.

Таблица Д2.1

## Пример способов приписывания значений

Объект	Значения в начальный момент	Значения при $A > (B+C+D)$	Значения при $(C+D) > B$	Вариант 1	Вариант 2
<i>A</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>B</i>	0,85	0,65	0,25	0,33	0,04
<i>C</i>	0,75	0,20	0,20	0,33	0,03
<i>D</i>	0,20	0,10	0,10	0,33	0,03

Целью является уточнение с помощью дальнейших вопросов действительной силы предпочтений респондента, например, что он предпочитает, *A* или *B*, *C* и *D* вместе взятые. Результат необходимо отразить в весовых коэффициентах. Делается предположение, что весовой коэффициент совокупности альтернатив равен сумме их весовых коэффициентов. Если, например,  $A > (B+C+D)$ , приписывают новые коэффициенты.

Далее, например, спрашивают, как упорядочиваются *B* и  $(C+D)$ . Если, по мнению респондента,  $(C+D) > B$ , то уменьшают вес *B* так, чтобы он был меньше суммы весов *C* и *D*.

Другие начальные веса при указанных вопросах и ответах могут оставаться неизменными, если они сразу отвечали указанным требованиям. Например, это варианты 1 и 2, указанные в последних двух столбцах.

Чтобы уменьшить количество перебираемых сочетаний при уточнении шкалы, авторы метода предлагают наиболее предпочтительной альтернативе приписывать единичный вес, а остальные группировать по три и действовать по указанной методике. Если и при этом количество перебираемых комбинаций окажется большим, то можно прибегнуть к неполному перебору, применив случайный механизм выбора троек и установив критерий прекращения пересчета весов.

Чтобы оценить максимально возможное количество процедур сравнения, рассмотрим наиболее простой вариант. Пусть

множество  $\Omega$  состоит из  $N$  различных объектов или измерений. Тогда множество  $L$ , состоящее из всех возможных неповторных сочетаний элементов множества  $\Omega$ , включая пустое множество  $\emptyset$  и само множество  $\Omega$ , содержит суммарное количество элементов равно  $\text{Count}(L) = C_N^0 + \dots + C_N^N = 2^N$ . Все эти элементы суть неповторные сочетания, представляющие собой уникальные альтернативы, которые можно между собой сравнивать. В таком случае полное число возможных парных сравнений, которые можно провести между элементами множества  $L$ , составит

$$C_{2^N}^2 = \frac{(2^N)!}{(2^N - 2)!(2)!} = \frac{2^N (2^N - 1)}{2} = 2^{N-1} (2^N - 1).$$

Для разумных ситуаций результат сравнения с неповторными сочетаниями  $\emptyset$  и  $\Omega$  очевиден, т. е. вес  $\emptyset$  всегда меньше или равен весу любого неповторного сочетания. Аналогично описанному вес  $\Omega$  всегда больше или равен весу любого неповторного сочетания. В таком случае множество  $L$  будет состоять из  $2^{N-2}$  элементов. Если учесть этот факт, то количество возможных парных сравнений уменьшится и составит

$$C_{2^{N-2}}^2 = \frac{(2^N - 2)!}{(2^N - 2 - 2)!(2)!} = \frac{1}{2} (2^N - 2)(2^N - 3) = (2^{N-1} - 1)(2^N - 3).$$

Например, для  $N = 5$   $C_{2^5-2}^2 = 435$ . Если множество  $L$  строить из всех возможных сочетаний с повторениями, то количество его элементов вырастет и составит  $\text{Count}(L) = C_{N-1}^0 + C_N^1 + C_{N+1}^2 + \dots + C_{2N-1}^N$ . Если при этом учитывать и порядок объектов в размещении, то количество элементов множества  $L$  станет еще больше.

Основным предметом критики порядковой шкалы Черчмена и Акоффа является тот факт, что предположение об аддитивности весов предпочтения в психологии нередко не выполняется. Респондент может оценивать смесь меда с дегтем

иначе, чем суммой весов меда и дегтя в отдельности; то же может относиться и к оценке хлеба с маслом и хлеба и масла в отдельности.

## Шкала интервалов

Если упорядочивание объектов можно выполнить настолько точно, что известны расстояния между любыми двумя из них, то измерение окажется сильнее, чем в шкале порядка. Естественно выражать все расстояния в единицах, хотя и произвольных, но одинаковых по всей длине шкалы. Это означает, что объективно равные интервалы измеряются одинаковыми по длине отрезками шкалы, где бы они на ней ни располагались. Следствием такой равномерности шкал этого класса является независимость отношения двух интервалов от того, какова единица длины интервала и какое значение принято за начало отсчета. Если два интервала в одной шкале выражаются числами  $\Delta_1x$  и  $\Delta_2x$ , а при другом выборе нуля и единицы — числами  $\Delta_1y$  и  $\Delta_2y$ , то, поскольку это объективно те же самые интервалы, имеем  $\Delta_1x/\Delta_2x = \Delta_1y/\Delta_2y$ , откуда следует, что введенные шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и единицы длины, а связь между показаниями в таких шкалах является линейной:  $y = a_0 + a_1x$ ,  $-\infty < a_0 < +\infty$ ,  $a_1 > 0$ . Другими словами, шкала интервалов единственна с точностью до линейных преобразований. Построенные таким образом шкалы называются интервальными.

Примерами величин, которые по физической природе либо не имеют абсолютного нуля, либо допускают свободу выбора в установлении начала отсчета и поэтому измеряются в интервальных шкалах, являются температура, время, высота местности.

Начало летосчисления у христиан установлено от Рождества Христова, а у мусульман — на 622 г. позднее, от переезда Мухам-

меда в Медину; единицы летосчисления привязаны к относительным перемещениям Солнца и Луны, но в астрономии существует целых шесть разных определений года. Высоту принято отсчитывать от уровня моря, но это привело к тому, что большая часть территории Голландии имеет отрицательную высоту, т. к. расположена ниже уровня моря.

Наряду со всеми логическими понятиями, применимыми к номинальным и порядковым шкалам, к интервальным шкалам применимы математические операции сложения и вычитания. Однако название «шкала интервалов» подчеркивает, что в этой шкале только интервалы имеют смысл настоящих чисел и только над интервалами следует выполнять арифметические операции: если произвести арифметические операции над самими отсчетами по шкале, забыв об их относительности, то имеется риск получить бессмысленные результаты. Например, нельзя сказать, что температура воды увеличилась в два раза при ее нагреве от 10 до 20 °C по шкале Цельсия, поскольку в шкале Фаренгейта температура воды в том же опыте изменится от 50 до 68° F, а по шкале Кельвина — от 283,15 до 293,15° K. Шкалы Кельвина, Цельсия и Фаренгейта связаны соотношениями  $T_K = 273,15 + T_C$ , или  $T_C = -273,15 + T_K$ ,  $T_C = -160/9 + (5/9)T_F$ , или  $T_F = 32 + (9/5)T_C$ ,  $T_F = -459,67 + (9/5)T_K$ . Один градус по Фаренгейту в 9/5 = 1,8 раза меньше, чем один градус по Цельсию.

Определение значения символа Кронекера является единственной допустимой операцией над наблюдениями в номинальной шкале, а вычисление ранга наблюдения — в порядковой шкале, в интервальной шкале единственной новой допустимой операцией над наблюдениями является определение интервала между ними. Над интервалами же можно выполнять любые арифметические операции, а вместе с ними использовать подходящие способы статистической и иной обработки данных. Например, центральные моменты, в том числе дисперсия, имеют объективный физический смысл, а начальные



моменты, в том числе среднее значение, являются относительными наряду с началом отсчета. Поэтому понятие относительной погрешности, или коэффициента вариации  $(D[X])^{1/2}/M[X]$ , т. е. отношения стандартного отклонения к математическому ожиданию, не имеет смысла для интервальной шкалы. Аналогично этому выборочное среднее, вычисленное по измерениям, сделанным в интервальной шкале, является величиной интервальной

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i.$$

В табл. Д2.2 приведен пример некорректного вычисления коэффициента вариации для шкал Фаренгейта и Цельсия.

Таблица Д2.2

**Вычисление коэффициента вариации**

Номер измерения	Температура		
	°F	°C	°K
1	27,05	-2,75	270,40
2	35,69	2,05	275,20
3	32,27	0,15	273,30
4	34,25	1,25	274,40
5	29,39	-1,45	271,70
6	31,91	-0,05	273,10
7	33,35	0,75	273,90
<b>ИТОГ:</b>			
Среднее значение	31,99	-0,01	273,14
Стандартное отклонение (SD)	2,94	1,63	1,63
Коэффициент вариации	0,09	=228,74	0,01
<b>ВЫВОД</b>	Коэффициент вариации НЕ ИМЕЕТ СМЫСЛА	Коэффициент вариации НЕ ИМЕЕТ СМЫСЛА	Коэффициент вариации ИМЕЕТ СМЫСЛ

К числу шкал, единственных с точностью до линейных преобразований, относятся шкала интервалов ( $y = a_0 + a_1x$ ,  $a_1 > 0$ )

и шкала отношений ( $y = a_1x$ ,  $a_1 > 0$  — преобразование растяжения).

Отдельного внимания заслуживают шкалы, инвариантные к сдвигу. В таких шкалах значение не изменяется при любом числе сдвигов:  $y = x + na_0$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ . Постоянная  $a_0$  является характерным параметром шкалы и называется ее периодом. Полученная шкала называется шкалой разностей (циклической или периодической). В таких шкалах измеряется направление из одной точки (шкала компаса, роза ветров и т. д.), время суток (циферблат часов), фаза колебаний (в градусах или радианах).

Циклические шкалы являются частным случаем интервальных шкал. Однако соглашение о хотя и произвольном, но едином начале отсчета шкалы позволяет использовать показания в этой шкале, как числа, применять к ним арифметические действия. Однако необходимо помнить, что циклические шкалы имеют условный нуль.

## Шкала отношений

Шкала отношений (или пропорциональная шкала) обладает всеми свойствами вышеперечисленных шкал, также у нее имеется естественная нулевая отметка, благодаря которой можно уравнивать соотношения значений. К ней применимы все математические операции, применимые к интервальным шкалам, а также умножение и деление.

Шкала отношений определяется аксиомами тождества (Д2.1)–(Д2.3), аксиомами упорядоченности (Д2.4)–(Д2.5) и аксиомами аддитивности.

Аксиомы аддитивности:

$$(A = P) \ \& \ (B > 0) \rightarrow (A + B) > P;$$

$$(A + B) = (B + A);$$

$$(A = P) \ \& \ (B = Q) \rightarrow (A + B) = (P + Q);$$

$$(A + B) + C = A + (B + C).$$

Это существенное усиление шкалы. Измерения в такой шкале являются полноправными числами, и с ними можно выполнять любые арифметические действия, т. к. вычитание, умножение и деление — лишь частные случаи сложения. Введенная таким образом шкала называется шкалой отношений. Этот класс шкал обладает следующей особенностью: отношение двух наблюдаемых значений измеряемой величины не зависит от того, в какой из таких шкал произведены измерения,  $x_1/x_2 = y_1/y_2$ . Данному требованию удовлетворяет соотношение вида  $y = a_1x$  ( $a_1 > 0$ ). Таким образом, величины, измеряемые в шкале отношений, имеют естественный, абсолютный нуль, хотя остается свобода в выборе единиц. Абсолютный нуль трактуется как полное отсутствие измеряемого свойства, в отличие от нуля относительного, условного.

Примерами величин, природа которых соответствует шкале отношений, являются длина, вес, электрическое сопротивление, деньги.

Пропорциональные шкалы, описывающие работу зрения, очень сложны, часто их просто невозможно получить из-за отсутствия обоснованной нулевой точки, например, можно создать интервальную шкалу для оценки качества изображения, но очень сложно определить изображение нулевого качества. Можно корректно построить шкалы цветового тона, но задание нулевого цветового тона лишено смысла.

Марк Фершильд привел наглядный пример использования шкал. «Представим себе, что нужно измерить рост всех людей в данной комнате. Если использовать только номинальную шкалу, вы можете выбрать первого субъекта и присвоить его (или ее) росту некое имя, скажем, Джо. Затем вы можете сравнить рост каждого следующего субъекта с Джо, и если рост какого-то другого человека совпадет с Джо (в разумных пределах, конечно), росту этого человека также будет присвоено имя Джо. Если рост человека отличен от Джо, ему будет присвоено иное имя. Сравнение ростов каждого из присутствующи-

ших в комнате будет идти до тех пор, пока каждому уникальному росту не будет присвоено уникальное имя. Отметим, что при этом нет никакой информации о том, кто выше, а кто ниже: единственная доступная информация — это информация о том, имеются ли в комнате субъекты с одинаковым ростом (и поэтому с одинаковым его именем) или нет.

Если для измерения роста использовать порядковую шкалу, то Джо можно произвольно объявить нулевым ростом. Если рост следующего субъекта окажется больше Джо, то его (или ее) росту будет присвоен больший номер, скажем, 10. Если рост третьего субъекта окажется больше Джо, но меньше, чем рост второго субъекта, ему будет присвоен промежуточный номер. Так будет продолжаться до тех пор, пока все присутствующие в комнате не получат номер, характеризующий их рост. Величина произвольно присвоенных номеров ничего не говорит нам о том, насколько меньше или насколько больше рост первого субъекта, чем рост любого другого.

Если для измерения роста использовать интервальную шкалу, Джо по-прежнему будет произвольно объявлен нулевым ростом, но прочим субъектам в этом случае будут назначены росты с определенным приращением относительно Джо, например, +3 см (выше Джо) или -2 см (ниже Джо). Если рост субъектов «А» и «В» равен +3 см и -2 см в соответствии с данной шкалой, то можно сказать, что субъект «А» на 5 см выше, чем субъект «В». Отметим, что при этом по-прежнему нет никакой информации о том, каков абсолютный рост каждого субъекта. Таким образом, единственная польза от данной интервальной шкалы — это информация об отличиях в росте субъектов.

Наконец, если для измерения роста использовать пропорциональную шкалу (обычная ситуация), Джо может оказаться равным 182 см, при этом росты субъектов «А» и «В» окажутся равными 185 и 180 см соответственно. Если бы некто оказался ростом в 91 см, то можно было бы сделать вывод, что Джо вдвое выше этого субъекта. Заметим, что в данном случае от-

метка 0 см имеет физический смысл, а истинная пропорциональная шкала может использоваться для ростовых измерений, причем в отношении ее значений могут быть выполнены умножение и деление» [48, с. 69].

### **Абсолютная шкала**

Рассмотрим такую шкалу, которая имеет и абсолютный нуль, и абсолютную единицу. Важной особенностью абсолютной шкалы по сравнению со всеми остальными является отвлеченность (безразмерность) и абсолютность ее единицы. Указанная особенность позволяет производить над показаниями абсолютной шкалы такие операции, которые недопустимы для показаний других шкал, употреблять эти показания в качестве показателя степени и аргумента логарифма. Числовая ось используется как измерительная шкала в явной форме при счете предметов, а как вспомогательное средство присутствует во всех остальных шкалах. Внутренние свойства числовой оси, при всей кажущейся ее простоте, оказываются чрезвычайно разнообразными, и теория чисел до сих пор не исчерпала их до конца. А некоторые безразмерные числовые отношения, обнаруживаемые в природе, вызывают восхищение и изумление (явления резонанса; гармонические отношения размеров, звуков; законы теории подобия и размерности; квантование энергии элементарных частиц и т. п.).

В табл. Д2.3 приведены основные сведения обо всех рассмотренных здесь измерительных шкалах. Можно сказать, что чем сильнее шкала, в которой производятся измерения, тем больше сведений об изучаемом объекте, явлении, процессе дают измерения. Поэтому так естественно стремление каждого исследователя провести измерения в возможно более сильной шкале. Однако важно иметь в виду, что выбор шкалы измерения должен ориентироваться на объективные отношения, которым подчинена наблюдаемая величина, и лучше всего производить изме-

рения в той шкале, которая максимально согласована с этими отношениями. Можно измерять и в шкале более слабой, чем согласованная. Это приведет к потере части полезной информации, но применять более сильную шкалу опасно: полученные данные на самом деле не будут иметь той силы, на которую ориентируется их обработка.

Аналогичная ситуация имеет место и после того, как проведены измерения. У исследователя могут быть причины, побуждающие его преобразовать протокол наблюдений, переведя их из одной шкалы в другую. Если при этом данные переводятся в более слабую шкалу, то обычно исследователь отдаст себе отчет в том, что в результате происходит некоторое ухудшение качества выводов. Иногда же исследователи усиливают шкалы; типичный случай — оцифровка качественных шкал: классам в номинальной или порядковой шкале присваиваются номера, с которыми дальше работают, как с числами. Если в этой обработке не выходят за пределы допустимых преобразований, то оцифровка — это просто перекодировка в более удобную, например для ЭВМ, форму. Однако применение других операций сопряжено с заблуждениями и ошибками, т. к. свойства, навязываемые подобным образом, на самом деле не имеют места.

Стоит упомянуть еще об одной особенности преобразований протоколов наблюдений: некоторые из преобразований могут ненамеренно изменить уровень шкалы. Например, в акустике и радиотехнике часто отношение мощностей сигналов представляется в децибелах

$$N = 10 \lg(P_2/P_1).$$

Мощности  $P_1$  и  $P_2$  измеряются в шкале отношений; следовательно, все необходимые операции допустимы. Но величина  $N$  принадлежит шкале интервалов, что следует учитывать при дальнейшем оперировании с нею. Например, нельзя говорить, что мощность данного сигнала равна такому-то количеству децибел и не указать, в сравнении с чем.

Таблица Д2.3

Измерительные шкалы

Наименование шкалы	Определяющие отношения	Эквивалентное преобразование шкалы	Допустимые операции над данными (первичная обработка)	Вторичная обработка данных	Статистические оценки	Статистические проверки гипотез
1	2	3	4	5	6	7
Номинальная	Эквивалентность	Перестановки наименований	Вычисление символа Кронекера $\delta(x, y)$	Вычисление относительных частот и операций над ними	Мода. Частота. Инфорегиональные меры Кульбака, Шеннона	Непараметрические стат. критерии: критерии знаков, Вилкоксона, медианный и др.
Порядковая (ранговая)	Эквивалентность; предпочтении	Преобразование, не изменяющее порядка (монотонное)	Вычисление символа Кронекера $\delta(x, y)$ и рангов $R_i$	Вычисление относительных частот, выборочных квантилей и операций над ними	Процентиль. Децили квантили. Медиана. Отклонение от «эталона»	Непараметрические статистические критерии
Интервальная	Эквивалентность; предпочтении; сохранение отношения интервалов	Линейное преобразование $y = a_0 + a_1x$ , $-\infty < a_0 < +\infty$ , $a_1 > 0$	Вычисление символа Кронекера $\delta(x, y)$ ; рангов $R_i$ ; интервалов (разностей между наблюдениями)	Арифметические действия над интервалами	Среднее арифметическое. Среднее квадратическое отклонение. Дисперсия	Непараметрические и параметрические статистические критерии: Стьюдента, Фишера и др.

Окончание табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Циклическая	Эквивалентность; предпочтение; сохранения отношения интервалов; периодичность.	Сдвиг $y = x + na_0$ , $a_0 = \text{const}$ $n = 0, 1, 2, \dots$	Вычисление символа Кронекера $\delta(x, y)$ ; интервалов $R_i$ ; интэрвалов (разностей между наблюдениями)	Арифметические действия над интервалами	Н. д.	Н. д.
Отношений	Эквивалентность; предпочтение; сохранения отношения интервалов; сохранения отношения двух значений	Растяжение $y = a_1 x$ , $a_1 > 0$	Все арифметические операции: сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень	Любая подходящая обработка	Все статистические оценки. Часто применяется масштабирование результатов измерений	Непараметрические и параметрические статистические критерии
Абсолютная	Эквивалентность; предпочтение; сохранения отношения интервалов; сохранения отношения двух значений; абсолютная и безразмерная единица; абсолютный нуль	Шкала уникальна	Все арифметические операции; использование в качестве показателя степени, оснугумента логарифма	Любая необходимая обработка	Н. д.	Н. д.



---

## Заключение

---

**В** одном учебном пособии невозможно рассмотреть с одинаковой полнотой все основы научных исследований и научно-исследовательской работы студентов. Чтобы не увеличивать его объем, некоторые вопросы изложены кратко, а другие вовсе не затронуты. Однако в нем даны сведения, которые необходимы студентам для качественного выполнения учебно-научных работ и приобретения элементарных знаний в области научно-исследовательской деятельности.

Овладев навыками научного исследования и написания научных работ, в дальнейшем выпускник с успехом может использовать приобретенный опыт для умножения своих знаний, повышения качества практической деятельности, а также для получения послевузовского образования в виде обучения в аспирантуре или в порядке соискательства.

---

## Рекомендуемый библиографический список

---

1. Российская Федерация. Законы. О науке и государственной научно-технической политике : федер. закон № 127-ФЗ : [от 23.08.1996] // Сборник законов Российской Федерации. Москва : Эксмо, 2010. 1136 с.
2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ № 301 : [от 15.04.2014]. Доступ из информ.-прав. системы ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/70643478>. Загл. с экрана.
3. О Программе фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2013–2020 гг.) (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ № 2538-р : [от 27.12.2012]. Доступ из информ.-прав. системы ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/70291160>. Загл. с экрана.
4. Об утверждении Положения о Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ № 836 : [от 23.09.2013 (ред. от 17.03.2015)]. Доступ из информ.-прав. системы «КонсультантПлюс». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_152429](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152429). Загл. с экрана.
5. Российская Федерация. Законы. О высшем и послевузовском профессиональном образовании : федер. закон № 125-ФЗ : [от 22.08.1996] // Сборник законов Российской Федерации. Москва : Эксмо, 2010. 1136 с.

6. О порядке присуждения ученых степеней [Электронный ресурс] : постановление правительства РФ № 842 : [от 24.09.2013 (ред. от 29.05.2017)]. Доступ из информ.-прав. системы «КонсультантПлюс». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_152458/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152458/). Загл. с экрана.
7. О порядке присуждения ученых званий [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ № 1139 : [от 10.12.2013 (ред. от 02.08.2016)]. Доступ из информ.-прав. системы «КонсультантПлюс». Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_155510/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_155510/). Загл. с экрана.
8. Основы научных исследований : учеб. для техн. вузов / В. И. Крутов [и др.] ; под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. Москва : Высш. шк., 1989. 400 с.
9. Кохановский В. П. Философия и методология науки : учебник для вузов / В. П. Кохановский. Ростов-на-Дону: Феникс, 1999. 576 с.
10. Лешкевич Т. Г. Философия науки: традиции и новации : учеб. пособие для вузов / Т. Г. Лешкевич. Москва : Издательство ПРИОР, 2001. 428 с.
11. Кедров Б. М. Энгельс и его предшественники / Б. М. Кедров // Классификация наук : в 3 т. Москва : Издательство ВПШ и АОН при ЦК КПСС, 1961. Т. 1. 472 с.
12. Джахая Л. Г. Классификация наук как философская и науковедческая проблема / Л. Г. Джахая. Сухуми : Алашара, 1969. 256 с.
13. Рузавин Г. И. Методология научного исследования : учеб. пособие для вузов / Г. И. Рузавин. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 317 с.
14. Сафонов А. А. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Сафонов. Режим доступа: [https://abc.vvsu.ru/books/u\\_osnovy\\_nis/](https://abc.vvsu.ru/books/u_osnovy_nis/). Загл. с экрана.

15. Научные работы: методика подготовки и оформления / авт.-сост. И. Н. Кузнецов. 2-е изд., доп. и перераб. Минск : Амалфея, 2000. 544 с.
16. Сабитов Р. А. Основы научных исследований : учеб. пособие / Р. А. Сабитов. Челябинск : Челяб. гос. ун-т., 2002. 138 с.
17. Эхо Ю. Письменные работы в вузах : практ. руководство для всех, кто пишет дипломные, курсовые, контрольные, доклады, рефераты, диссертации / Ю. Эхо. 3-е изд. Москва : ИНФРА-М, 2000. 126 с.
18. Федотов В. В. Рациональная организация умственного труда / В. В. Федотов. Москва : Экономика, 1987. 109 с.
19. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. К. П. Власова. Харьков : Гуманитарный Центр, 2013. 412 с.
20. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. 12-е изд., перераб. Москва : Высшее образование, 2006. 479 с.
21. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. 12-е изд., перераб. Москва : Высшее образование, 2006. 476 с.
22. Ревенков А. В. Теория и практика решения технических задач : учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Ревенков, Е. В. Резчикова. Москва : ФОРУМ, 2008. 384 с.
23. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. Москва : Наука, 1986. 544 с.
24. Чернышов Е. А. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Металлургия» / Е. А. Чернышов. Москва : Высшая школа, 2008. 256 с.

25. Шульгин Д. Б. Системы управления интеллектуальной собственностью : монография / Д. Б. Шульгин ; Урал. гос. техн. ун-т — УПИ. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2006. 258 с.
26. Афанасьев К. Е. Информационные технологии в численных расчетах / К. Е. Афанасьев, А. М. Гудов. Кемерово : КГУ, 2001. 203 с.
27. Логиновский А. В. Моделирование / А. В. Логиновский, И. В. Емельянова. Челябинск : ЮУрГУ, 2001. 114 с.
28. Старков Ф. А. Графы: приложение к исследованию сетевых структур / Ф. А. Старков, Р. А. Томакова. Курск : КГТУ, 2001. 146 с.
29. Берж К. Теория графов и ее применение / К. Берж. Москва : Мир, 1962. 230 с.
30. Свами М. Н. Графы, сети и алгоритмы / М. Н. Свами, К. Тхуласираман. Москва : Мир, 1984. 454 с.
31. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. Москва : Наука, 1973. 832 с.
32. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ : учеб. пособие для вузов / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. Москва : Высш. шк., 1989. 367 с.
33. Краткие рекомендации по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных / под общ. ред. О. В. Кирилловой. Москва : [б. и.], 2017. 11 с.
34. Мильчин А. Э. Справочник издателя и автора. Редакционно-издательское оформление издания / А. Мильчин, Л. Чельцова. Москва : Издательство Студии Артемия Лебедева, 2014. 1010 с.
35. Требования к выпускным квалификационным работам бакалавра, специалиста, магистра в системе многоуровневого образования УрФУ Введ. 30.30.2015. Екатеринбург : УрФУ, 2015. 7 с.

36. Русский язык и культура речи / под ред. О. Я. Гойхмана. Москва : Инфра-М, 2009. 240 с.
37. Жанры научного стиля речи [Электронный ресурс] : видеотьютор по русскому языку. Режим доступа: <http://videotutor-rusyaz.ru/uchenikam/teoriya/88>. Загл. с экрана.
38. Культура русской речи [Электронный ресурс] : учебник для вузов / под ред. Л. К. Граудиной и Е. Н. Ширяева. Библиотека Гумер. Режим доступа: [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Linguist/graud/index.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Linguist/graud/index.php). Загл. с экрана.
39. ГОСТ Р 7.0.7–2009. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление : утв. и введ. впервые; введ. 01.01.2010. Москва : Стандартинформ, 2009. 16 с.
40. ГОСТ 7.9–95. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования : введ. 30.06.1997. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2001. 7 с.
41. ГОСТ 7.32–2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления : введ. 01.07.2002. Москва : Стандартинформ, 2008. 20 с.
42. ГОСТ Р 7.0.11–2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления : введ. 01.09.2012. Москва : Стандартинформ, 2012. 16 с.
43. ГОСТ 7.1–2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : введ. 01.07.2004. Москва : Стандартинформ, 2010. 54 с.
44. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления : введ.

- 01.01.2009. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2009. 23 с.
45. ГОСТ 8.417–2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин : введ. 01.09.2003. Москва : Стандартиформ, 2010. 32 с.
46. ГОСТ Р 7.0.11–2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила : введ. 01.09.2012. Москва : Стандартиформ, 2012. 28 с.
47. Большев Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. Москва : Наука, 1983. 416 с.
48. Фершильд М. Д. Модели цветового восприятия : пер. с англ. / Марк Д. Фершильд. [Б. г.] : Rochester Institute of Technology, 2004. 439 с.







*Учебное издание*

**Колмогоров Юрий Николаевич**  
**Сергеев Александр Петрович**  
**Тарасов Дмитрий Александрович**  
**Арапова Светлана Павловна**

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Редактор И. В. Меркурьева  
Верстка О. П. Игнатъевой

Подписано в печать 30.10.2017. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Цифровая печать. Усл. печ. л. 8,8.  
Уч.-изд. л. 7,2. Тираж 50 экз. Заказ 317

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: +7 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620083, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: +7 (343) 358-93-06, 350-58-20, 350-90-13  
Факс: +7 (343) 358-93-06  
<http://print.urfu.ru>



