

$$F_A=\rho gV$$

$$pV=const$$

$$F=G\frac{m_1\cdot m_2}{R^2}$$

$$\vec{F}=m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{12}=k\frac{q_1\cdot q_2}{r_{12}^2}\frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$$

$$\oint_s D\cdot ds=4\pi Q$$

А.Ю. Прокопов
М.С. Плешко

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

$$.dU=\delta Q-\delta A+\mu dN+\delta A'$$

$$\Phi_B=\mathop{\iint}\limits_{\sum^{(t)}}\mathbf{B}(\mathbf{r},t)\cdot d\mathbf{A}$$

$$\psi(x,t)=\sum_n c_n \psi_n(x) \exp\left(-i\frac{E_nt}{\hbar}\right)$$

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

ЧАСТЬ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Глава 1. Наука. Основные положения

- 1.1. Понятие науки, научного знания и исследования
- 1.2. Классификация наук
- 1.3. Ученые. Научные организации
- 1.4. Псевдонаука. Научные преступления
- 1.5. Современное состояние науки в России

Глава 2. Организация науки

- 2.1. Организация науки в ведущих странах мира (на примере США)
 - 2.2.1. Управление и регулирование в сфере науки*
 - 2.1.2. Организация научного труда в вузах США*
 - 2.1.3. Ученые степени за рубежом*
- 2.2. Организация науки в России
 - 2.2.1. Управление и регулирование в сфере науки*
 - 2.2.2. Современные изменения организации науки в вузах России*
 - 2.2.3. Ученые степени и звания в России*

Глава 3. Организация научно-исследовательской деятельности в магистратуре

- 3.1. Магистратура – первая ступень подготовки ученого
- 3.2. Основные виды научно-исследовательских работ
 - 3.2.1. Доклад на научной конференции*
 - 3.2.2. Научная публикация*
 - 3.2.3. Изобретение*
- 3.3. Магистерская диссертация

Глава 4. Организация работы над диссертацией

- 4.1. Основные сведения о диссертации, квалификации, правах и обязанностях соискателя ученой степени
- 4.2. Выбор темы диссертации и научного руководителя
- 4.3. Организация и проведение диссертационного исследования
- 4.4. Структура диссертационного исследования
 - 4.4.1. Анализ литературных источников*
 - 4.4.2. Теоретические исследования по диссертации*
 - 4.4.3. Экспериментальные исследования*
 - 4.4.4. Апробация, внедрение, оценка технико-экономической эффективности результатов исследования*
 - 4.4.5. Заключение*
 - 4.4.6. Список использованных источников*
 - 4.4.7. Приложения*
- 4.5. Автореферат диссертации
- 4.6. Подготовка доклада по результатам диссертационного исследования

Глава 5. Рейтинг ученого

- 5.1. Общие положения

5.2. Определение индекса цитируемости ученого с использованием базы данных РИНЦ

5.3. Определение индекса цитируемости ученого с использованием системы Web of Science (WoS)

5.4. Определение индекса цитируемости ученого с использованием базы данных SCOPUS

Глава 6. Организация труда в научном коллективе

6.1. Общие положения

6.2. Методы и средства управления научным коллективом

6.3. Основные принципы организации и управления научным коллективом

6.4. Методы сплочения научного коллектива

6.5. Психологические аспекты взаимоотношения руководителя и подчиненного

Глава 7. Коммерциализация научных разработок

7.1. Проблемы коммерциализации научных разработок в России

7.2. Направления коммерциализации научных разработок в вузах

7.3. Организация процесса коммерциализации научных разработок

7.4. Продвижение проектов коммерциализации научных разработок. Бизнес-планирование

ЧАСТЬ 2. МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 1. Предмет и задачи методологии научного познания

1.1. Обыденное и научное знание

1.2. Предмет методологии науки

Глава 2. Научная проблема

2.1. Выбор и постановка научных проблем

2.2. Разработка и решение научных проблем

2.3. Классификация научных проблем

Глава 3. Методы эмпирического исследования

3.1. Наблюдение

3.1.1. Интерсубъективность и объективность

3.1.2. Непосредственные и косвенные наблюдения

3.1.3. Интерпретация данных наблюдения

3.1.4. Функции наблюдения в научном исследовании

3.2. Эксперимент

3.2.1. Структура и основные виды эксперимента

3.2.2. Планирование и построение эксперимента

3.2.3. Контроль эксперимента

3.2.4. Интерпретация результатов эксперимента

3.2.5. Функции эксперимента в научном исследовании

3.3. Измерения

Глава 4. Гипотеза и индуктивные методы исследования

4.1. Гипотеза как форма научного познания

4.1.1. Логическая структура гипотезы.

4.1.2. Характер посылок гипотезы

- 4.2. Гипотетико-дедуктивный метод
 - 4.2.1. *Гипотетические рассуждения*
 - 4.2.2. *Гипотетико-дедуктивный метод в классическом естествознании*
- 4.3. Математическая гипотеза
 - 4.3.1. *Сущность математической гипотезы и область ее применения*
 - 4.3.2. *Некоторые принципы отбора математических гипотез*
- 4.4. Требования, предъявляемые к научным гипотезам
 - 4.4.1. *Эмпирическая проверяемость*
 - 4.4.2. *Теоретическое обоснование гипотезы*
 - 4.4.3. *Логическое обоснование гипотезы*
 - 4.4.4. *Информативность гипотезы*
 - 4.4.5. *Предсказательная сила гипотезы*
- 4.5. Некоторые методологические и эвристические принципы построения гипотез
 - 4.5.1. *Гипотеза и индукция*
 - 4.5.2. *Гипотеза, интуиция и дедукция*
 - 4.5.3. *Взаимодействие различных факторов в процессе построения гипотез*
 - 4.5.4. *Индуктивные и статистические методы*
 - 4.5.5. *Дедукция и конструкция гипотез*
- 4.6. Методы проверки и подтверждения гипотез
 - 4.6.1. *Проблема проверки гипотез*
 - 4.6.2. *Проблемы подтверждения и опровержения гипотез*

Глава 5. Методы анализа и построения теорий

- 5.1. Основные типы научных теорий
- 5.2. Цель, структура и функция теории
 - 5.2.1. *Систематизация научного знания*
 - 5.2.2. *Расширение, углубление и уточнение научного знания*
 - 5.2.3. *Объяснение и предсказание явлений*
 - 5.2.4. *Повышение надежности научного знания*
 - 5.2.5. *Объективная истинность теоретического знания*
 - 5.2.6. *Теория как переход от абстрактного к конкретному знанию*
- 5.3. Гипотетико-дедуктивный метод построения теории
- 5.4. Аксиоматический способ построения теории
- 5.5. Математизация теоретического знания
 - 5.5.1. *Метрические (численные) аспекты математизации*
 - 5.5.2. *Неметрические аспекты математизации*

Библиографический список

Приложение 1. Основные понятия и определения НИР

Приложение 2. Номенклатура специальностей научных работников

Приложение 3. Приоритетные направления развития науки и техники в РФ

Приложение 4. Перечень электронных образовательных ресурсов

Приложение 5. Адреса web-сайтов организаций, программ, конкурсов, способствующих коммерциализации научных разработок

Введение

Радикальные изменения, происходящие в мире, глубоко затронули многие традиционные государственные и общественные институты. Сильнейшую трансформацию за последние 50 лет претерпела и сфера организации научных исследований. Наука превратилась в мощную силу, определяющую динамику развития страны и ее место на мировой арене. Научный анализ стал необходимым звеном подготовки и принятия государственных решений по крупным экономическим, политическим и социальным вопросам. Высокий уровень науки и образования, доступ к научной информации, эффективная коммерциализация научно-технических разработок, возможность приобщения к наиболее современным системам образования и подготовки научных кадров являются сегодня такими же значимыми факторами развития стран, как наличие доступа к природным и энергетическим ресурсам.

Сегодня в России осуществляется коренная модернизация структуры и содержания высшего профессионального образования, которая породила принципиально новые требования к организации подготовки специалистов и кадров высшей квалификации в вузах. Особую актуальность приобрели разработки новых механизмов стимулирования научных исследований и их коммерциализации, дальнейшая оптимизация системы непрерывного образования, вовлечение представителей молодого поколения в научные исследования и их закрепление в российской науке.

Вузы превращаются в градообразующие центры для городов, регионов, областей. Они служат цели социализации молодёжи, обеспечивают ступенчатость и непрерывность образования, гарантируют отсутствие тупиковых образовательных траекторий. Интеллектуальный потенциал вуза, его научные школы могут и должны решать задачи успешного сбалансированного развития страны, перехода к инновационной экономике, обеспечивать единство, системность, целостность подхода к решению проблем.

Движущей силой современной науки и успешного развития вузов должны стать молодые ученые. Их значительным преимуществом, в отличие от представителей более старшего поколения, является быстрое овладение передовыми компьютерными технологиями, гибкость ума, мобильность, жизненные силы, хорошая адаптированность к рыночной экономике и др. Именно от молодых ученых с четкой гражданской позицией, научным потенциалом и желанием вложить свои силы в будущее России зависит сегодня интеграция нашего государства в мировое сообщество и достойное место среди ведущих стран мира.

В связи с этим становление и развитие молодого ученого путем формирования знаний об основных научных понятиях, механизмах управления и регулирования в сфере науки, методологии научных исследований; привития навыков организации научно-исследовательской деятельности, умения работать в научном коллективе является крайне важным. Помощь в формировании у молодых ученых таких знаний и навыков и является основной целью настоящего научно-методического издания.

ЧАСТЬ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Глава 1. Наука. Основные положения

1.1. Понятие науки, научного знания и исследования

Понятие «наука» имеет несколько основных значений.

Русское слова «наука» (англ. science; нем. Wissenschaft) родственно «навыку», и происходит от слова «учить». Таким образом, в русском языке наукой изначально называлось то, чему можно научиться. Возможно, данное слово является калькой греческого слова *δίδαχῃ* – «учение, наставление, наука». В латинском языке «наука» обозначается словом *scientia*, происходящим от *scio* – «знать, узнавать, испытывать, замечать, иметь опыт», что ближе современному значению термина, который имеет несколько трактовок.

Во-первых, под наукой понимается сфера человеческой деятельности, направленная на выработку и систематизацию новых знаний об окружающем мире и его законах, обществе и мышлении. 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 комплекс взаимосвязей между научными организациями и членами научного сообщества, а также включает системы научной информации, норм и ценностей науки и т.п. Часто наукой называют и отдельную отрасль знаний.

Знания получаются и используются в любой сфере человеческой деятельности, но лишь в сфере науки получение новых знаний выступает не только средством, но и основной целью и основным продуктом деятельности. При этом как сами научные знания, так и процесс их получения обладают рядом специфических черт, которые, взятые в совокупности, не характерны для знаний, получаемых в других сферах деятельности.

Основными конечными продуктами научной деятельности являются, собственно, знания, открытия, промежуточными – научные гипотезы и теории. Результаты научных исследований должны фиксироваться на материальных носителях для дальнейшего сохранения и передачи. С этой целью они публикуются в виде монографий, учебников, научных статей и работ. В последнее время важнейшее значение приобрели и электронные методы хранения информации.

Научное знание – это взаимосвязанная система мнений исследователя о свойствах изучаемого объекта, вместе с мотивированной оценкой значимости и истинности этих мнений, сформировавшиеся в процессе его научной деятельности. Хорошо сформированное научное знание описывает модели объектов и их отношений. Таким образом, научность знания не тождественно понятию истинности, а всего лишь означает соответствие результата общепринятым на данный момент научным нормам, в первую очередь – апробированному методу исследования.

Существует множество теорий о том, как определить истинность нового научного здания, однако история науки показывает, что истинными в науке признаются только те теории, которые приняты большинством авторитетных учёных. Эта версия ответа называется «теорией конвенционализма» (соглашательства, договорённости). В рамках этой теории возникает другой важный вопрос – что толкает авторитетных учёных признавать одну теорию научной и истинной, отвергая другую? Происходит ли это из-за запроса общества или вынуждается внутренней логикой развития науки? Сторонники первого ответа называются «экстерналистами», а второго, соответственно, – «интерналистами». Между этими подходами, на первый взгляд, существует большое противоречие, но оно возникает благодаря ошибочному сведению науки исключительно к обнаружению нового знания. Противоречие между ними снимается после уточнения понятия «наука». Этот термин представляет собой широкий спектр рациональной интеллектуальной деятельности (обнаружение, хранение, передача и применение специализированных знаний), и в каждом из компонент влияние внутренних или внешних факторов совершенно различно. Интернализм правомерен при рассмотрении процессов обнаружения и хранения, а правильное понимание передачи и применения требует экстерналистского подхода.

Исторический опыт также показывает, что стремление к признанию со стороны научного мира (в лице его выдающихся представителей) часто не только не служило прогрессу науки, но и стояло на пути её развития. Это в частности было характерно для советского периода развития науки, когда многие «удобные» для государства ученые сделали блестящую карьеру, являлись членами Академии наук, но не котируются за рубежом и почти не упоминаются в современных научных энциклопедиях.

Формой существования и развития науки является научное исследование. В ст. 2 Федерального закона РФ от 23 августа 1996 г. «О науке и государственной научно-технической политике» 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 признакам.

По источнику финансирования различают бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые научные исследования.

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 г. «О науке и государственной научно-технической политике» 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. Например, к числу фундаментальных можно отнести исследования о закономерностях становления и функционирования правового государства или о мировых, региональных и российских тенденциях преступности.

Прикладные научные исследования – это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

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 исследования и исследования смешанного типа [30].

1.2. Классификация наук

Одной из проблем естествознания является проблема классификации его отраслей, необходимой для раскрытия их взаимосвязей. Классификация наук обычно проводится на основании определенных принципов (объективных, субъективных, координации, субординации и т.д.) и имеет большое значение для организации научной, учебно-педагогической, библиотечной деятельности и т.д. Классификация наук и отраслей естествознания крайне сложна. Ее созданием занимались многие исследователи.

Одна из первых попыток предпринята Аристотелем, который выделял три большие группы областей науки: теоретические (физика и философия), практические (этика и политика) и творческие, поэтические (эстетика).

Классификация римского энциклопедиста Марка Варрона включала в себя следующие науки: грамматика, диалектика, риторика, геометрия, арифметика, астрология, музыка, медицина и архитектура.

Мусульманские арабские учёные делили науки на арабские (поэтика, ораторское искусство) и иностранные науки (астрономия, медицина, математика).

Попытки классификации продолжились в средние века. Гуго Сен-Викторский в Дидаскаликоне делит науки на четыре группы:

1. Теоретические науки (математика, физика).
2. Практические науки.
3. Механические науки (навигация, сельское хозяйство, охота, медицина, театр).
4. Логика, включающая грамматику и риторику.

Ф. Бэкон разделил науки на три группы (в зависимости от таких познавательных способностей, как память, рассудок, воображение):

1. История как описание фактов (в том числе естественная и гражданская).
2. Теоретические науки, или «философия» в широком смысле слова.
3. Поэзия, литература, искусство вообще.

Роджер Бэкон также выделял четыре класса наук: грамматика и логика, математика, натурфилософия, метафизика и этика. При этом основой наук о природе он считал математику.

В конце XIX - начале XX в. В. Виндельбанд и Г. Риккерт разделяли науки на номотетические (имеющие дело с законами) и идеографические (изучающие единичные, неповторимые явления). У первых, по их мнению, познание построено по родовым понятиям и направлено на познание законов, а у вторых оно направлено на познание того, что индивидуально ценно.

О. Конт разработал классификацию наук по степени уменьшения их абстрактности, противопоставив абстрактные науки конкретным. Абстрактные науки рассматривают при этом предметы без связи со специальными и индивидуальными признаками, т.е. имеют дело только с всеобщими процессами и свойствами. Конкретные науки, наоборот, рассматривают всеобщие процессы и состояния только как свойства определенных тел. В результате классификации Конт выстраивал ряд наук, начинающийся от совершенно абстрактных (математика в качестве чистой науки о формах), далее – физика, химия, психология, переходя затем к таким, которые принимают во внимание некоторые особые признаки (например, общая минералогия, общая ботаника, физиология, социология, общая политическая экономия), и заканчивая ряд конкретными науками, направленными на отдельные и коллективные понятия.

Опираясь на классификацию О. Конта и идею И. Канта о том, что знания можно разделить по понятиям (логическое) и по времени и месту (физическое), А. Геттнер в 1930-х гг. предложил свою классификацию отраслей знания. Он различал три группы:

1. Систематические (предметные), к которым относятся науки, изучающие вещественный состав и отношение исследуемых объектов друг к другу (минералогия, петрография, ботаника, зоология и т.д.).
2. Исторические (хронологические, временные), которые охватывают весь мир явлений и подразделяются на историческую геологию и историю

культурного человечества. Для этих наук главное – изучение развития явлений во времени.

3. Пространственные (хорологические) науки, к которым Геттнер причислял астрономию и географию. Эти науки в первую очередь занимаются распределением объектов в пространстве, а потом уже их историей развития и вещественным составом.

Другая классификация наук и отраслей естествознания опирается на представление о формах движения материи Ф. Энгельса. Он выделял следующий ряд форм движения материи (от низшей к высшей): механическая, физическая, химическая, биологическая, социальная (экономическая). Этой последовательности соответствуют науки, занимающиеся изучением этих форм движения материи: механика, физика, химия, биология, общественные науки. Академик Б.М. Кедров предложил на уровне химической формы движения материи производить деление ряда на две ветви. Одна ветвь через неорганическую химию переходит в геологическую, а другая – через органическую химию переходит в биологическую и далее в социальную форму движения. С.Т. Мелюхин предложил еще одну схему развития форм движения материи, в которой каждая низшая форма движения переходит в высшую и продолжает сосуществовать с ней.

Помимо этих классификаций существует еще достаточно большое количество схем разделения науки и естествознания на отрасли.

Классификации позволяют в общем случае хотя бы приблизительно судить о соотношении наук и необходимы для систематизации представлений о научных направлениях. Однако описанные классификации встречают определенные возражения. Есть мнение, согласно которому любое разделение науки на отрасли знания несет на себе отпечаток субъективности, так как природа едина. Поэтому известный ученый Я.Х. Вант-Гофф полагал, что всякие деления научных дисциплин произвольны, ибо наука, как и природа, отражением которой она является, образует одно неразрывное целое. По мнению В.И. Вернадского, рамки отдельных наук, на которые распадается знание, не могут точно определить область научной мысли исследователя. Тогда целесообразно специализироваться не по наукам, а по проблемам.

В настоящее время предпринимаются дальнейшие попытки классификации науки и отраслей естествознания. В Российской Федерации Приказом Министерства образования и науки от 25 февраля 2009 г. № 59 установлена номенклатура специальностей научных работников, включающая следующие основные отрасли науки:

1. Физико-математические науки.
2. Химические науки.
3. Биологические науки.
4. Технические науки.
5. Гуманитарные науки.
6. Социально-экономические и общественные науки.
7. Медицинские науки.
8. Науки о земле.

Внутри выделенных отраслей далее науки делятся на группы специальностей и отдельные специальности (приложение 1).

По мере развития науки в России и мире классификация наук постоянно обновляется и совершенствуется [6].

1.3. Ученые. Научные организации

В обобщенном виде учёный – это представитель науки, осуществляющий осмысленную деятельность по формированию научной картины мира, чья научная деятельность и квалификация в той или иной форме получили признание со стороны научного сообщества. Подтверждение квалификации осуществляется путем защиты диссертации, а ее качество определяется количеством публикаций материалов исследований в авторитетных научных изданиях и докладов на представительных научных конференциях международного уровня. Кроме того, в настоящее время существуют различные критерии и рейтинги оценки научной деятельности, которые будут рассмотрены далее.

В учёном сообществе высоко ценится и педагогическая работа. Право читать лекции в престижном учебном заведении является признанием уровня и квалификации учёного. Существенным научным достижением является создание научной школы, то есть подготовка нескольких учёных, развивающих идеи учителя.

За научные достижения учёным присуждаются научные премии и медали. К числу наиболее престижных относятся:

1. Нобелевская премия – самая престижная и знаменитая научная премия, присуждается по основным направлениям научных исследований за исключением математики.

2. Премия и медаль Филдса – за успехи в области математики. Вручается королём Испании.

3. Премия Рольфа Неванлинны – за крупные достижения в математических аспектах информатики.

4. Премия Карла Фридриха Гаусса – за выдающийся вклад в математику посредством открытий в других науках.

5. Премия Крафурда – награда вручается по следующим направлениям: Астрономия и Математика, Биологические науки и Науки о Земле.

6. Премия Абеля – за вклад в математику.

7. Премия Шао Ифу – за вклад в астрономию, математику и медицину или науки о жизни.

8. Премия Тьюринга – самая престижная премия в информатике, вручаемая Ассоциацией вычислительной техники.

9. Премия Декарта – за выдающиеся достижения в науке и технике.

10. Большая золотая медаль имени М. В. Ломоносова – высшая награда Российской академии наук.

11. Золотая медаль имени Д. И. Менделеева – научная награда Российской академии наук за выдающиеся научные работы в области химической науки и технологии.

В научном сообществе существует довольно большое количество научных организаций. Активную роль в развитии науки играют добровольные научные общества, основной задачей которых является обмен научной информацией, в том числе, в ходе проводимых конференций, и благодаря публикациям в периодических изданиях, выпускаемых обществом. Членство в научных обществах является добровольным, часто свободным, или требует членских взносов. Государство может оказывать этим обществам различную поддержку, а общество в свою очередь высказывать согласованную позицию властям. В некоторых случаях деятельность добровольных обществ охватывает широкий круг вопросов, например, стандартизации. Одним из наиболее авторитетных и массовых обществ является IEEE – Институт инженеров по электротехнике и электронике. Большое влияние в современном мире имеют такие организации как ЮНЕСКО – Организация Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры; ИЮПАК – Международный союз чистой и прикладной химии; Международный астрономический союз, признанный в качестве высшей международной инстанции в решении астрономических вопросов, и многие другие.

Эффективное сотрудничество ученых на международном уровне и реализация крупномасштабных проектов осуществляется в международных научных институтах. Примером такой организации в частности является CERN – крупнейшая в мире лаборатория физики высоких энергий и физики элементарных частиц.

В России предпринята попытка создания авторитетного международного научного центра – «Сколково». В рамках проекта созданы пять кластеров: информационных, биомедицинских, энергоэффективных, ядерных и космических технологий. Цель проекта – формирование благоприятных условий для инновационного процесса: ученые, конструкторы, инженеры и бизнесмены совместно с участниками образовательных проектов будут работать над созданием конкурентоспособных наукоемких разработок мирового уровня в выделенных приоритетных направлениях.

Наиболее распространенным видом научной организации в современном мире являются **университеты** (лат. universitas – «объединение людей, коллектив, корпорация») – высшие учебные заведения, где готовятся специалисты по фундаментальным и прикладным специальностям и осуществляется воспроизводство научных кадров. Университеты объединяют в своём составе несколько факультетов, на которых представлена совокупность различных дисциплин, составляющих основы научного знания. Многие современные университеты действуют как учебно-научно-практические комплексы и имеют сложную разветвленную структуру.

Академия наук – некоммерческая организация, объединяющая людей, занимающихся различными науками. Членов таких академий называют академиками. В России имеются 6 государственных академий наук, в том числе Российская академия наук и пять отраслевых академий: Российская академия медицинских наук, Российская академия образования, Российская академия сельскохозяйственных наук, Российская академия архитектуры и строительных

наук, Российская академия художеств. Помимо государственных существуют большое количество общественных академий наук.

Научные школы представляют из себя коллектив учёных, объединяемых общей научной целью, идеалами и методами исследований, как правило, идейно и организационно возглавляемые авторитетным лидером и его ближайшими учениками, посредством которого остальные члены общества получили научную квалификацию. Исторически первыми считаются школы Пифагора, Сократа и его ученика Платона. В новейшее время известны математические школы К.Т.В. Вейерштрасса, П.Л. Чебышева, Н.В. Бугаева, Н.Н. Лузина, А.Н. Колмогорова, химические школы Д.И. Менделеева, А.М. Бутлерова.

Кафедра – формализованная организованная группа учёных, институализирующаяся в университете и осуществляющая образовательную и научно-исследовательскую деятельность.

Научная лаборатория – стабильный, постоянно действующий коллектив, кооперирующий труд учёных и группы обслуживающего звена, помогающего учёным собирать, перерабатывать и хранить научную информацию.

Научно-исследовательский институт (НИИ) – профессионально однородная единица научного сообщества, усложнённая форма лаборатории. Может состоять из научных отделов, представляющих из себя лаборатории, конструкторские бюро и др.

1.4. Псевдонаука. Научные преступления

Псевдонаука (реже: лженаука, квазинаука, альтернативная наука) – деятельность, имитирующая научную деятельность, но по сути таковой не являющаяся.

Следует отличать псевдонауку от неизбежных научных ошибок и от паранауки, под которой понимается часть ненаучных концепций. Главное отличие науки от псевдонауки – повторяемость (воспроизводимость) результатов.

Характерными отличительными чертами псевдонаучной теории являются:

- игнорирование или искажение фактов, известных автору теории, но противоречащих его построениям;

- нефальсифицируемость (несоответствие критерию Поппера), то есть невозможность поставить эксперимент (хотя бы мысленный), один из принципиально возможных результатов которого противоречил бы данной теории;

- отказ от попыток сверить теоретические выкладки с результатами наблюдений при наличии такой возможности, замена проверок апелляциями к «интуиции», «здравому смыслу» или «авторитетному мнению»;

- использование в основе теории недостоверных данных (т.е. не подтверждённых рядом независимых экспериментов (исследователей), либо лежащих в пределах погрешностей измерения), либо недоказанных положений, либо данных, возникших в результате вычислительных ошибок. К данному

пункту не относится научная гипотеза, чётко определяющая базовые положения;

– введение в публикацию или обсуждение научной работы политических и религиозных установок. Этот пункт, впрочем, требует внимательного уточнения, так как иначе Ньютон, например, попадает в разряд лжеученых, причём именно из-за «Начал», а не из-за позднейшей теологии. Более мягкой формулировкой этого критерия «ненаучности» могла бы быть принципиальная и сильная невычленимость научного содержания работы из прочих её составляющих. Впрочем, для современной науки принято, как правило, автору самостоятельно вычленять научную составляющую и публиковать её отдельно, не смешивая явно с религией или политикой.

Таким образом, псевдонаука игнорирует важнейшие элементы научного метода – экспериментальную проверку и исправление ошибок. Отсутствие этой отрицательной обратной связи лишает псевдонауку связи с объектом исследования, и превращает её в неуправляемый процесс, сильно подверженный накоплению ошибок.

Необязательными, но часто встречающимися признаками лженаучных теорий являются также следующие:

1. Разработка теории одним человеком или небольшой группой людей, как правило, не специалистов ни в области того, о чём говорит теория, ни в смежных областях.

2. Отсутствие публикаций в рецензируемых научных периодических изданиях.

3. Сверхуниверсальность теории – она претендует на объяснение буквально всего мироздания (или, как в случае психологических теорий – поведения любого человека в любых обстоятельствах), из базовых положений делается огромное количество выводов, причём проверка корректности выводов на практике не проводится.

4. Активное использование теории для ведения личного бизнеса: продажа литературы по теории, оказание платных услуг, проведение платных «курсов», «тренингов», «семинаров», пропаганда среди неспециалистов в качестве высокоэффективного средства для достижения успеха и улучшения жизни (вообще или в некоторых аспектах).

5. Представление теории в статьях, книгах, рекламных материалах как абсолютно доказанной и несомненной истины, независимо от того, насколько она распространена и от степени доверия к ней специалистов.

6. Апелляция к широкой прессе или к телевидению, а не к научному сообществу.

7. Претензия на «революционный» переворот в науке и технологиях; использование в текстах понятий, означающих феномены, не фиксируемые наукой («тонкие поля», «торсионные поля», «биоинформационные поля», «энергия ауры» и так далее).

8. Обещание быстрых и баснословных медицинских, экономических, финансовых, экологических и иных эффектов.

9. Жалобы общественности на монополию и гонения со стороны «официальной науки».

Таким образом, если теория реально допускает возможность её независимой проверки, то это не может называться лженаукой, какой бы ни была «степень бредовости» (по Нильсу Бору) этой теории. Некоторые из таких теорий могут стать «протонауками», породив новые направления исследований и новый язык описания действительности. С другой стороны «непризнанность» теории ещё не являются достаточным признаком её новизны и научности, хотя многие псевдоучёные часто утверждают обратное.

Помимо псевдонауки отдельно можно выделить ряд научных преступлений и нарушений, получивших распространение в современном обществе:

- фальсификация, подлог – сознательное искажение результатов исследования, обман коллег, введение их в заблуждение;
- плагиат – присвоение результатов чужого научного труда;
- незаконное получение ученой степени путем защиты диссертаций, выполненных другими учеными за материальное вознаграждение;
- имитация научной деятельности – бессмысленная квазинаучная активность без получения реальных результатов, имеющих какую либо научную и практическую ценность.

В целом искажение таких идеалов научности, как достоверность, полезность, новизна, является серьёзным препятствием на пути научного прогресса.

1.5. Современное состояние науки в России

В 2011 году Минобрнауки совместно с Высшей школой экономики представило инновационный индекс России. Исследование выполнено по методике Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), чьи аналитические разработки во всем мире признаны наиболее точным инструментом оценки.

Можно выделить следующие наиболее интересные результаты обзора, касающиеся состояния отечественной науки и подготовки кадров для нее.

За период 2000-2009 годов финансирование науки выросло в 1,8 раза и достигло 485,8 миллиарда рублей (26,6 миллиарда долларов). Сейчас по этому показателю Россия занимает восьмое место в мире, уступая, в частности, США (398 млрд долл.), Японии (149), Китаю (121), Германии (79), Корею (45). Куда хуже мы выглядим с точки зрения приоритетов в структуре экономики. Здесь лидер Израиль, у которого вложения в науку составляют 4,86 процента ВВП, за ним следуют Финляндия – 4, Швеция – 3,75, Япония – 3,42, на седьмом месте США – 2,77, на 23-м Китай – 1,54 и только на 29-м Россия – 1,24, отставая от Эстонии и опережая Новую Зеландию.

Россия – мировой лидер по вложениям в науку государства – более 66% процентов, и только 27 приходится на частный сектор. В ведущих странах ситуация обратная: в США соотношение 27 и 64, в Корею 25 и 73, Германии - 27 и 68, а самое минимальное участие государства в Японии: 15 и 78.

Главный критерий состояния науки – публикации в научных изданиях. Из 240 тысяч статей наших ученых только 10% попадают в международные индексы цитирования. Число наших публикаций в ведущих научных изданиях постоянно уменьшается, и сейчас Россия находится между Тайванем и Голландией, опустившись с 9-го на 14-е место. По важнейшему показателю цитирования статей Россия переместилась с 17-го места на 22-е.

Лидирует по всем показателям США, чьи ученые публикуют статей и имеют цитирований больше, чем все их коллеги из первой пятерки, вместе взятые. Самое заметное явление в научном рейтинге – стремительное продвижение Китая, который по числу публикаций уже обогнал Японию, Германию, Францию и вышел на второе место в мире. По числу цитирований китайцы переместились с 13-го места на шестое.

Анализ по отраслям наук показывает, что в мире по числу цитирований с большим отрывом лидирует клиническая медицина (21% от общего числа), далее следуют химия (12%), физика (9%), технические науки (8%). В России ситуация иная: явный фаворит – физика, на долю которой приходится почти половина публикаций, получивших мировое признание. Привлекают внимание коллег статьи наших ученых в области математики, наук о Земле, химии, космосе, клинической медицины.

Наименьший интерес у зарубежных коллег вызывают российские публикации в сфере компьютерных и общественных наук, генетики, экологии, экономики, бизнеса, психологии, фармакологии. По сути, многие ученые варятся в собственном соку.

Важнейший для любой страны показатель – уровень образования. В 1980 г. высшее образование у нас имели 113 человек из 1000, а в середине 2000-х уже 160 человек. Число студентов выросло с 2000 года в 1,6 раза и достигло 523 человек на 10 тысяч населения, что намного выше, чем во многих ведущих странах мира. Львиная доля отдает предпочтение гуманитарным профессиям (68% выпускников) и только 22,4% получили высшее образование по естественно-научным, техническим, медицинским дисциплинам. По масштабам подготовки в области гуманитарных знаний (бизнес, социальные науки, право, сфера услуг) Россия с ее 60% выпускников намного опережает Швецию (25%), Германию (30%), Великобританию (35%) и достаточно близка к Франции и США (около 45%). Напротив, в сфере медицины, математики, компьютерных наук, социального обеспечения Россия с ее 8% отстает от Германии, Великобритании, Италии (17-19% выпускников), Швеции – 29%.

Всего лишь несколько российских вузов представлены в признанных международных рейтингах и только два вошли в число 200 лучших: у МГУ 155-е место, Санкт-Петербургского университета – 168. Несмотря на рост в России числа студентов, количество тех, кто идет в науку, сокращается. За период с 1989 по 2009 год численность работающих в науке уменьшилась втрое и составила около 850 тысяч человек. Для сравнения в Китае их почти два миллиона, в США – полтора миллиона, в Японии – 900 тысяч.

Острейшая проблема нашей науки – старение кадров. Средний возраст исследователей около 50 лет, кандидатов наук – 53 года, докторов – 62.

В заключении следует упомянуть об интегральном показателе состояния науки, образования, инновационной системы страны – экспорте наукоемкой высокотехнологичной продукции. Доля России на этом рынке в 2009 году составила 0,25%, а объем около 0,6 миллиарда долларов. Для сравнения Китай имеет 16,3%, США – 13,5%, Германия – 7,6%.

Общий вывод данного исследования довольно пессимистичен: ситуация в науке, которая должна обеспечить модернизацию страны, не улучшается, а кое-где даже деградирует. Этот факт подтверждается и постоянно проводящимися в мире рейтингами вузов.

Так наиболее авторитетный в мировом сообществе единый рейтинг британского еженедельника Times Higher Education (THE) и компании Quacquarelli Symonds (QS) в настоящее время раскололся на два. Партнером THE стал известный производитель деловой и научной информации Thomson Reuters и его методика выявления лучших университетов мира изменилась. Методика вычисления рейтинга вузов у QS осталась прежней.

Первое место в рейтинге QS занял Кембриджский университет (Великобритания), второе – Гарвардский (США). Третье место занял Йельский университет (США). 4-е место – Университетский колледж Лондона; 5-е – Массачусетский технологический институт; 6-е – Оксфордский университет; 7-е место занял Имперский колледж Лондона; 8-е – Чикагский университет; 9-е – Калифорнийский технологический институт; на 10-м – Принстонский университет.

Место вуза в рейтинге составляется по следующим критериям: академическая репутация заведения (40% итогового балла), репутация выпускников у работодателей (10%), цитируемость (20%), количество преподавателей, приходящееся на одного студента (20%), доля иностранцев среди студентов вуза (10%).

Московский государственный университет им. Ломоносова (МГУ) попал в первую сотню, заняв 93-е место. Всего в список попали вузы из 22 стран мира, и были проанализированы показатели 2500 университетов.

В первую пятерку вузов мира в рейтинге THE вошли американские университеты Гарвард, Калтех, Массачусетский технологический институт, Стэнфорд, Принстон. 6-7 место разделили Оксфорд и Кембридж (Великобритания). 8, 9 и 10 места у Калифорнийского университета в Беркли, Имперского колледжа Лондона и Йельского университета. МГУ в список 200 лучших вузов по версии британского еженедельника не вошел. При этом в прошлом году МГУ занял 155-е, а СПбГУ – 168-ое место. МГУ, также не вошел в список 100 лучших вузов в Европе.

В вычислении рейтинга этого года использовались 13 индикаторов деятельности вузов. Объединенные вместе они дали пять следующих позиций: преподавание – обучающая среда (30% общей оценки), исследования (30%), цитируемость (32,5%), инновации (2,5%), «международная составляющая» – сотрудники и студенты (5%) [1].

Большинство российских специалистов, имеющих отношение к науке, считают, что сегодня необходимы экстраординарные меры для преодоления

негативных тенденций. Этому, в частности, должна способствовать разрабатываемая Минэкономразвития «Стратегия инновационного развития России до 2020 года», где выделен специальный раздел «Эффективная наука».

По мнению авторов проекта, для того чтобы повысить качество и результативность фундаментальных научных исследований, нужно изменить критерии оценки результатов научной деятельности. Для теоретической науки в качестве основных критериев предлагается международное признание, выраженное в том числе в количестве публикаций в ведущих международных рецензируемых журналах. Также предлагается учитывать «конференционную активность научных сотрудников». А для прикладной науки важнейшим критерием для оценки предложена востребованность результатов реальным сектором.

Идея коммерции не обходит и фундаментальную науку. Оговаривается «создание условий для более активной и эффективной деятельности организаций академического сектора науки по коммерциализации результатов проводимых ими фундаментальных исследований».

Сейчас проект документа обсуждается научной общественностью и имеет как сторонников, так и многочисленных противников.

Глава 2. Организация науки

2.1. Организация науки в ведущих странах мира (на примере США)

2.2.1. Управление и регулирование в сфере науки

Во всех развитых странах мира государством науке уделяется огромное внимание, однако в отличие от Российской Федерации не менее важным является вклад и участие частного капитала.

Представляет интерес опыт США, поскольку речь идет о крупнейшем в мире высокопроизводительном и разветвленном научно-техническом комплексе, тесно интегрированным со сферой образования, отраслями экономики и отдельными правительственными органами. Он включает в себя: исследовательские центры университетов, промышленных корпораций, национальные государственные лаборатории, независимые бесприбыльные исследовательские организации, мелкие и средние коммерческие и инженерные фирмы, всевозможные кооперативные организации.

Особенностями механизма формирования и реализации научно-технической политики (НТП) в США являются: конкурентный принцип выделения ресурсов и использование механизмов рыночной экономики; академические свободы и автономия университетов в выборе направлений исследовательской деятельности; тесная связь науки с преподаванием и подготовкой кадров; патентная политика и законодательство, создающие мощные стимулы к изобретательской и инновационной деятельности; гибкий хозяйственно-правовой механизм, допускающий широкое разнообразие форм организации индивидуальной и кооперативной деятельности в сфере НИОКР и освоения их результатов.

Роль правительства заключается в том, что оно обеспечивает эффективность механизмов автономного функционирования науки, организует деятельность по формированию национальной НТП. Через свои органы оно направляет процесс выработки решений о приоритетных направлениях развития науки и техники в национальном масштабе; через госбюджет — мобилизует и распределяет на науку и технику национальные ресурсы; посредством дифференцированной налоговой политики воздействует на выделение частным сектором средств на НИОКР.

Национальный научный фонд — единственное в федеральном правительстве агентство, функционирование которого полностью посвящено развитию науки и техники.

Руководящим органом фонда является Национальный научный совет, в состав которого входят советник президента по науке и технике (руководитель совета и фонда) и ведущие деятели науки и техники (президенты университетов, вице-президенты компаний по науке и технике, ведущие ученые и инженеры). Члены совета назначаются президентом на срок 6 лет с таким расчетом, что каждые 2 года меняется не менее одной трети состава.

Национальный научный фонд, прежде всего, финансирует программы фундаментальных исследований в университетах, кооперативных исследовательских фирмах и в малом бизнесе, производит оценку поступающих заявок и принимает решение о выделении средств. Почти все средства из бюджета фонд направляет на финансирование программ.

В США нет единых государственных программ в смысле существования ограниченного круга заказчиков и распределителей финансов. Исключена ситуация, когда только одна организация принимает решения по реализации какой-либо крупной программы — обязательно должна быть конкуренция одного ведомства с другим, в рамках одной программы. Каждый заказчик из множества финансирует работы в рамках своего бюджета. Тематики исследований пересекаются лишь в части достижения общих задач. Конкуренция ведется по важности полученных результатов и эффективности использования полученных финансов, т.е. в сфере эффективности управления средствами.

Решения о выделении средств принимаются на основе независимой экспертизы, выполняемой учеными по всей территории страны. Более 50 тыс. ученых и инженеров участвуют в этой работе каждый год. Мнения экспертов концентрируются и обсуждаются в специализированных Комитетах научно-технических советников, состоящих из представителей науки и техники. Контроль за эффективностью расходования средств осуществляется в виде отчетов о результатах исследований. В дополнение к этому Национальный научный фонд отслеживает публикации, подготовленные по результатам финансировавшихся исследований, а также частоту цитирования этих работ в дальнейшем. В фонде действует специальная программа оценки эффективности затрат, в соответствии с которой каждая из научно-исследовательских программ раз в три года подлежит обязательной проверке внешними специалистами на предмет эффективности управления.

Выполнение коммуникативной функции внутри научного сообщества, а также между ним и внешними заинтересованными сторонами берут на себя научные ассоциации. Они посредничают, и сами участвуют в национальной кооперации между разными исследовательскими организациями внутри страны и с привлечением иностранных институтов. Организуют семинары, симпозиумы, научные выставки; осуществляют передачу научной информации через свои издания; выдают исследовательские гранты; присуждают премии, проводят другие мероприятия по подготовке научных кадров и т. д.

В США существуют 3 вида научных ассоциаций: ассоциации по дисциплинарному принципу; ассоциации, представляющие всю науку; междисциплинарные ассоциации для решения крупных проблем.

Ассоциаций, создаваемых по дисциплинарному принципу – большинство. Их основная деятельность заключается в налаживании информационного обмена между лицами, заинтересованными в исследованиях по какой-то одной научной дисциплине или направлению. Такие организации имеют региональные, штатные или местные подразделения: ассоциации, клубы, советы, конторы. Осуществление их непосредственных деловых контактов и заключение договоров происходит в основном на периодических собраниях в ходе заседаний рабочих групп. Главным каналом связи служат периодические научные журналы.

Существует небольшое число крупных формирований, которые для достижения общих целей развития науки поддерживают кооперацию различных организаций. Издаваемые ими научные журналы охватывают гораздо более широкий круг вопросов, чем публикации других ассоциаций, и широко популярны в деловых кругах. Редколлегии формируются из представителей разных научных дисциплин. Значительная часть выпуска посвящается новостям в области науки и техники, вопросам государственной научно-технической политики.

Междисциплинарные ассоциации могут действовать на постоянной или временной основе.

Основную нагрузку в проведении фундаментальных исследований в США несут нерыночные учреждения – федеральные лаборатории и академические центры – университеты. Научными исследованиями занимаются корпорации, но в большинстве случаев они носят прикладной характер.

Лаборатории федеральных министерств и ведомств различаются между собой по размеру, типу исследовательских программ, масштабам деятельности. Юридически это целевые исследовательские организации с постоянным штатом научных сотрудников. Из их числа выделяются национальные лаборатории, деятельность которых имеет общенациональное значение. Именно они проводят основную часть фундаментальных исследований, осуществляемых в государственном секторе. В связи с высокой концентрацией материально-технических и кадровых ресурсов такие национальные лаборатории в США называют национальными исследовательскими центрами.

Государственные лаборатории управляются соответствующими министерствами и ведомствами и предназначены для их научного и

технического обслуживания: проведения исследований, выполнения организационно-управленческих функций при заключении исследовательских контрактов с внешними исполнителями, консультирования по вопросам разработки отдельных ведомственных планов, программ, а также научной политики в целом.

Исторически первой формой научно-технической кооперации в США стали исследовательские институты, преимущественно отраслевого профиля, создаваемые по программно-целевому принципу. Их отличительной чертой является отказ от проведения необходимых работ собственными силами и привлечение для этого на контрактной основе потенциала внешних исполнителей, в том числе промышленных фирм. Несколько крупных корпораций одной отрасли, будучи заинтересованными в совместном проведении определенных этапов инновационных процессов (в первую очередь НИОКР), организуют на паях институт, выделяют ему долгосрочную программу исследований, создают орган управления.

Большую роль также играют научно-промышленные парки, которые обычно формируются вокруг крупного технического университета с развитой хозяйственной и научно-технической инфраструктурой. Места в парке покупаются или арендуются частными корпорациями, федеральными ведомствами, мелкими компаниями, независимыми изобретателями и т.п. На территории парка размещаются научно-технические подразделения крупных корпораций, государственные лаборатории, опытные предприятия, различные научно-исследовательские, опытно-конструкторские центры и др.

Денежные средства на выполнение исследований в данных научных центрах поступают от федерального правительства, правительств штатов, местных органов власти, частных промышленных компаний, университетов, благотворительных обществ. По объёму бюджета коммерческие научно-технические программы примерно в 2,3 раза превышают государственные.

В отличие от бюджетного финансирования целых исследовательских институтов, которые представляют собой жесткие организационные структуры и где распределение средств производится исходя из многих иных помимо собственно научных соображений, система финансирования отдельных проектов имеет большие преимущества. Выдача денег малой группе под конкретный проект – гораздо более гибкая форма, ориентированная на получение конечного результата. Именно ей американская фундаментальная наука обязана своим мировым лидерством. Эти две системы финансирования оказывают противоположный эффект на концентрацию сил внутри исследовательской организации. При комплексном финансировании институт стремится создать как можно более мощный штат администраторов (директор, начальники отделов), обладающих одновременно высокой научной компетентностью. Реальную власть над ресурсами имеет тот, кто занимает руководящую административную должность. Поэтому ученые стремятся поскорей достичь этих постов. При проектной форме финансирования, наоборот, деньги адресуются ученому, а не организации. Поэтому руководство

организации в очень незначительной степени контролирует и влияет на их распределение. Ученые же неохотно занимают административные должности.

Эти различия в конечном итоге отражаются на мобильности научных кадров. При первой из двух упомянутых систем финансирования исследователи имеют все основания оставаться длительное время в одной и той же организации, развивая отношения с коллегами и начальством, и постепенно подниматься по должностной лестнице до достижения влиятельных позиций, когда он может воздействовать на направления научной деятельности института и решать вопросы о распределении средств. Но к этому времени наиболее продуктивный творческий период оказывается уже позади. При второй системе финансирования ведущий исследователь – получатель гранта – может при желании свободно перейти в другую, более подходящую, с его точки зрения, исследовательскую организацию. При этом грант переводится вместе с ним. В случае необходимости грант под проект может быть продлен.

2.1.2. Организация научного труда в вузах США

США – признанный мировой лидер по количеству студентов-иностранцев, обучающихся в университетах и колледжах. В общей сложности их насчитывается около 600 тыс. человек. Их выбор объясняется многими причинами, в частности мощной научной и технической базой. Большим выбором специальностей и др.

В США принята многоступенчатая образовательная модель, в соответствии с которой обучение делится на циклы. Первый из них называется undergraduate, длится 4 года и завершается присуждением звания бакалавра: гуманитарных (Bachelor of Arts, BA) или естественных (Bachelor of Science, BS) наук. Обычно в курс программы бакалавриата входит примерно 30 учебных дисциплин, каждая из которых оценивается в определенное число кредитов. В целом для получения степени undergraduate необходимо набрать 120 кредитов. Кредит считается «заработанным», если студент прослушал определенное количество лекций (измеряемых академическими часами), выполнил ряд практических и лабораторных работ, написал и сдал самостоятельную работу (реферат, доклад, эссе и т. д.).

Американская система высшего образования отличается большой гибкостью. Так, если первые два года учебы по программе undergraduate подразумевают изучение ряда базовых дисциплин, обязательных для всех, то на двух последних студенты имеют возможность выбирать для себя интересующие их курсы из достаточно просторного перечня. Помимо определенного числа кредитов, студент должен получить средний балл Graduate Point Average не ниже установленного уровня.

Следующая ступень называется graduate и ведет к присуждению степени магистра (Master's Degree, PhD). Получение магистерской степени занимает около двух лет занятий. Как правило, в рамках программы происходит специализация по направлению, ранее изученному на уровне бакалавриата. В конце курса выпускники пишут и защищают магистерскую диссертацию.

Возможен еще один путь – узкая специализация в рамках программы Professional School, по окончании которой выпускнику присваивается степень Advanced Professional Degree, также рассчитанная на два года занятий, которые венчает защита итоговой работы.

На вершине американской системы образования находится докторантура – трех- или чаще четырехгодичный аналог российской аспирантуры. После успешной защиты диссертации выпускнику присваивается степень PhD – доктора философии (это традиционное название ученой степени, принятое не только в США, но и в других англоязычных странах независимо от конкретной области знания).

Преподавательские должности в Американских университетах: assistant professor, associate professor, full professor.

Ассистент-профессор: обычно с 32-36 лет, в идеале является полностью сформировавшимся, независимым ученым, который может работать самостоятельно. Т.е. сам выбирает направления научных исследований, добивается под них финансирования и грантов, сам набирает себе в группу аспирантов и постдоков (молодых ученых с докторской степенью), и занимается с ними научной работой. По уровню свободы и ответственности больше соответствует доценту в российской системе.

Должность assistant professor является «tenure-track» (срочный договор с университетом на 5-6 лет, после чего экспертная комиссия может повысить должность и дать «tenure»). Должности Associate и full professorship – «full tenure» (бессрочный контракт, должность, с которой невозможно уволить).

Широкое привлечение к проведению научных исследований студентов в США является обязательным. В государственном масштабе работают две специальные программы Национального научного фонда: одна направлена на стимулирование научной деятельности студентов под руководством преподавателей, другая – на проведение студентами оригинальных исследований, в которых преподаватели выполняют лишь консультативные функции. В своей деятельности университеты преследуют одновременно две цели: возвращение талантов и получение новых знаний.

Виды стипендий:

- Fellowship – особо одарённым студентам, выплачивают фонды и ассоциации (университеты – редко);

- Teaching Assistantship – аспирантам за выполнение определённой «низкоквалифицированной» преподавательской работы, выплачивают факультеты;

- Research Assistantship – профессор выплачивает аспиранту из своего гранта.

В отличие от программы для получения высшей профессиональной степени (магистра, доктора медицины) программа доктора философии разработана в целях совершенствования и развития исследовательских навыков. Поступление в аспирантуру требует длительной, основательной подготовки. Поэтому, как правило, возраст аспирантов на несколько лет превышает возраст старшекурсников и является главной формой приобщения к

научному творчеству молодых талантов под руководством признанного авторитета в соответствующей научной области. Именно в этот период молодой ученый овладевает исследовательским мастерством, формирует базис будущей научной карьеры. Количество лет, необходимых для выполнения докторской программы, строго не определено. Формально отводятся 3-4 года, однако практически процесс в среднем занимает не менее 6 лет. Подготовка докторов наук мало стеснена требованиями обязательных программ и другими формальными соображениями, мало поддается давлению извне и конъюнктурным влияниям. Получение этой степени предполагает обязательное проведение серии самостоятельных исследований и является свидетельством компетентности в определенной научной области.

Сотрудники университета относятся к аспирантам одновременно и как к учащимся и как к коллегам по работе, специалистам, обладающим собственным мнением и способным сказать свое слово в науке. За пребывание в аспирантуре университет взимает плату, оплачивая со своей стороны помощь аспирантов в преподавательской и исследовательской деятельности профессоров.

В ведущих университетах США гораздо выше подготовка и компетентность специалистов на всех уровнях. Доли вспомогательного научного персонала и штата исследователей составляют 75% и 25% соответственно, тогда как в обычных вузах соотношение иное: 55 и 45%. Причем если на главного исследователя приходится лишь 20% всех прямых затрат, то на содержание вспомогательного персонала – свыше 50%. Наиболее быстрыми темпами растет группа квалифицированного технического персонала, так называемых супертехников – специалистов по обслуживанию электронного оборудования, сложных научных приборов и исследовательских установок.

Находясь в постоянном контакте с наиболее способной частью молодежи, доктора наук оказывают на нее большое интеллектуальное воздействие. В основе деятельности сотрудников университета лежит принцип академической свободы – свободы без ограничений развивать научное познание, «Академическая свобода» предполагает как личную свободу сотрудника в университете (т.е. свободу проводить исследования в любой выбранной области и преподавать без принуждения и запретов), так и свободу самого университета функционировать без излишнего контроля и давления со стороны внешних сил. Преподаватель обладает правом быть своего рода экспертом в определенной области. Читая курс студентам или осуществляя руководство их научной работой, он может следовать своей собственной или выбранной им методике. Даже если ее находят спорной, никто не правомочен заставить преподавателя от нее отказаться. Таким образом, истинная академическая свобода неизбежно порождает богатое разнообразие мнений и подходов, множественность точек зрения и идей.

Юридическим источником власти и центральным звеном кадровой политики университетов является пожизненная должность, контракт на бессрочное (до выхода в отставку по собственному желанию) исполнение должности, заключаемый между профессором и университетом. В течение

долгого времени он был предметом особой национальной гордости американцев. Контракт подразумевает не просто процедурные мероприятия в ходе выдвижения и утверждения наиболее достойных, но возводит в принцип гарантии их профессиональной неприкосновенности.

Основанием для получения контракта служит наличие степени доктора наук, пятилетний стаж самостоятельной научной работы, высокая исследовательская активность (определяется по числу публикаций), признание успехов в преподавательской деятельности и не менее 6-7 лет преподавательского стажа в качестве ассистента-профессора. Признание заслуг ученого международным научным сообществом – весомый плюс при оценке его деятельности. В основу критериев назначения на должность заложена идея о том, что заслуги в области научной деятельности и преподавании должны быть основными. Кроме того, претендент должен обладать высоким интеллектуальным потенциалом, способностью генерировать оригинальные мысли и идеи. При рассмотрении кандидатуры с этих позиций первостепенное значение придается не столько прошлым заслугам, сколько объективному и тщательному изучению личных качеств ученого и педагога. Получение контракта на постоянную должность, как правило, сопровождается продвижением по службе – назначением на должность доцента. Должность полного профессора требует большего стажа работы и высокой публикационной активности. Отбор и продвижение в научной карьере осуществляется на основе мнения членов профессорско-преподавательского состава.

В настоящее время в России предпринимается ряд попыток по использованию передового опыта управления, организации, финансирования науки в США. Однако в большинстве случаев предлагаемые меры крайне бюрократизированы, а одной из основных проблем является большая зависимость Российских ученых от административного аппарата вузов и Министерства образования и науки в целом.

2.1.3. Ученые степени за рубежом

В большинстве стран мира в отличие от России принята одноступенчатая система ученых степеней.

Доктор философии (PhD) – учёная степень, присуждаемая в некоторых, особенно англоязычных, странах Запада. Фактическим аналогом учёной степени «доктор философии» в советской и постсоветской системе образования является учёная степень «кандидат наук».

Впервые появилась в 12-13 веках в Великобритании, Италии и Франции. Несмотря на название, в настоящее время степень не имеет никакого практического отношения к философии и присуждается почти во всех научных областях, например: доктор философии по физике.

Такое положение связано с традициями, восходящими к временам средневековых университетов, стандартная структура которых обычно предполагала наличие факультетов философии, юриспруденции, теологии и медицины. Поэтому помимо степени доктора философии существуют и

ограниченный ряд других докторских степеней того же ранга; врачам присуждается степень «доктор медицины», юристам – «доктор права», богословам – доктор богословия, а всем остальным – доктор философии.

В прошлом и в настоящее время в странах бывшего СССР по умолчанию степень доктора философии приравнивается к степени кандидата наук. Однако автоматического приравнивания степеней не происходит, для получения прав кандидата наук в России, Украине и в других странах СНГ обладатель степени PhD, полученной за границей, должен пройти процедуру нострификации уполномоченными органами в соответствующей стране.

В некоторых западных странах послевузовское образование, как и в Российской Федерации, характеризуется двумя ступенями, требующими защиты отдельной диссертации. Например, в Бразилии, Канаде первая послевузовская ступень – это титул мастера (магистра) наук (Master of Science, M.Sc.), тогда как вторая ступень – это звание доктора философии. В этом случае, та докторская степень, которая получается со статусом доктора философии, не аналогична степени доктора наук в Российской Федерации, хотя и является второй степенью послевузовского образования. Ученая степень доктора наук в Российской Федерации предполагает решение крупной научной проблемы или приоритетные исследования в новом научном направлении и соблюдения установленных в Российской Федерации требований.

Несмотря на то, что в США нет ученой степени, соответствующей степени доктора наук в Российской Федерации, ряд университетов присваивают по определенным специальностям степень доктора наук (Sc.D., D.Sc., S.D. или Dr.Sc.) Эта ученая степень, как альтернативная степени доктора философии, присваивается Гарвардским университетом, университетом Джонса Хопкинса, Массачусетским технологическим институтом, университетом Роберта Морриса и университетом Тулэйн (Тулейнский университет Луизианы). Так, в университете Джонса Хопкинса степень доктора наук установлена для личностей с исключительными способностями, которые стремятся разработать новые методы, необходимые для перспективных исследований (в области эпидемиологии, психологии и социологии).

Во Франции и Германии учёной степени доктора философии нет. Аналогом этой степени является степень доктора соответствующей специальности.

Квалификационной работой соискателя степени является докторская диссертация.

Механизм действия подготовки и защиты диссертации во всех странах действует по одному принципу, однако процедура может значительно отличаться и иметь свою национально-культурную специфику. Так, например, в одном из ведущих университетов мира – Кембридже (Великобритания) защита диссертации проводится в два этапа:

I этап – это экспертная оценка диссертации двумя рецензентами – внутренним и внешним, которые назначаются Комитетом по присуждению степеней. Ознакомившись с диссертацией, рецензенты пишут рецензию на

работу, основное содержание которой – это критические замечания с указанием изменений, которые должны быть внесены в диссертацию.

II этап – это устный экзамен, которому предшествует репетиция защиты. Защита происходит в закрытом виде. Присутствующие, в лице научного руководителя, диссертанта и двух экзаменаторов, строго оговорены правилами. Место защиты выбирается самими участниками процесса (правилами оговорено только то, что защита должна проходить на территории Великобритании). По времени защита длится 1,5 - 3 часа. В результате устного экзамена рецензенты составляют совместный доклад, в котором содержится одна из следующих формулировок:

- pass without corrections – научная степень присуждается без требования внести изменения (очень редко);
- pass with minor or more substantial corrections – степень присуждается с требованием внести в работу изменения, при этом, как правило, оговаривается срок;
- requirement to re-enter the exam with substantially revised thesis – требуется повторить процедуру устной защиты после доработки диссертации;
- the offer of a Master's degree – предлагается более низкая (магистерская) степень, если экзаменаторы считают, что диссертант не может претендовать на уровень доктора;
- outright failure – полный провал (очень редко).

Если диссертант не согласен с решением экзаменаторов, он может подать апелляцию.

Таким образом, ученая степень присуждается университетом и чем выше его авторитет, тем более высоко она котируется в научных кругах. В этом главное отличие процедуры защиты диссертации в западных странах от России, где каждая диссертация проходит процедуру утверждения в Высшей аттестационной комиссии, а получаемая ученая степень обезличена по отношению к университету, в котором защищался соискатель. В настоящее время Министерством образования и науки Российской Федерации осуществляется реформирование системы подготовки научных кадров высшей квалификации с целью приближения ее к лучшим зарубежным стандартам.

2.2. Организация науки в России

2.2.1. Управление и регулирование в сфере науки

Основным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности, нанотехнологий, интеллектуальной собственности и др. является Министерство образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России). Оно было образовано 9 марта 2004 года Указом Президента Российской Федерации N 314.

Цели деятельности министерства:

1. Обеспечение доступности качественного образования для всех слоев населения как основы социальной мобильности и снижения социально-экономической дифференциации в обществе.

2. Обеспечение текущих и перспективных потребностей экономики и социальной сферы в профессиональных кадрах необходимой квалификации, создание условий для развития непрерывного образования.

3. Создание условий для активного включения детей, обучающихся образовательных учреждений в экономическую, социально-политическую и культурную жизнь общества.

4. Создание условий для развития и эффективного использования научно-технического потенциала.

5. Создание условий для активизации инновационной деятельности.

Минобрнауки России включает в себя 18 департаментов, выполняющих различные функции, также в его ведении находится Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор), которая образована в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти».

Основные направления деятельности Рособрнадзора:

- государственная аттестация выпускников школ;
- лицензирование и аккредитация организаций в сфере образования и науки;
- подтверждение (апостиль) и признание (нострификация) документов об образовании;
- разработка административных регламентов, надзор за соблюдением законодательства.

В целях обеспечения единой государственной политики в области государственной аттестации научных и научно-педагогических кадров при Минобрнауки России создана Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК РФ). Ее деятельность регулируется Положением о Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 20 июня 2011 г. N 474).

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 г. «О науке и государственной научно-технической политике». Согласно Закону государственная научно-техническая политика осуществляется исходя из следующих основных принципов:

- признания науки социально значимой отраслью, определяющей уровень развития производительных сил государства;
- гарантии приоритетного развития фундаментальных научных исследований;
- интеграции 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;

- поддержки конкуренции и предпринимательской деятельности в области науки и техники;

- развития научной, научно-технической и инновационной деятельности посредством создания системы государственных научных центров и других структур;

- концентрации ресурсов на приоритетных направлениях развития;

- науки и техники;

- стимулирования научной, научно-технической и инновационной деятельности через систему экономических и иных льгот.

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 за эффективным использованием и сохранностью предоставленного им имущества, осуществляют другие функции в пределах своих полномочий.

В соответствии со ст. 7 Закона от 23 августа 1996 г. органы государственной власти России и субъектов РФ, научные организации и организации научного обслуживания и социальной сферы в пределах своих полномочий определяют приоритетные направления развития науки и техники, обеспечивают формирование системы научных организаций, межотраслевую координацию научной и (или) научно-технической деятельности, разработку и реализацию научных и научно-технических программ и проектов, развитие форм интеграции науки и производства, реализацию достижений науки и техники.

20 июля 2011 г. вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации N 249-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» и статью 251 части второй Налогового кодекса Российской Федерации в части уточнения правового статуса фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности». Изменения, прежде всего, касаются финансового обеспечения научной, научно-технической, инновационной деятельности, которое оговаривается статьей 15 Закона:

1. Финансовое обеспечение научной, научно-технической, инновационной деятельности основывается на его целевой ориентации и множественности источников финансирования и может осуществляться Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации, а также физическими лицами и юридическими лицами способами, не противоречащими законодательству Российской Федерации и законодательству субъектов Российской Федерации.

2. Финансовое обеспечение научной, научно-технической, инновационной деятельности осуществляется Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации посредством финансирования организаций, осуществляющих научную, научно-техническую, инновационную деятельность, в том числе целевого финансирования конкретных научных, научно-технических программ и проектов, инновационных проектов.

3. Основным источником финансирования фундаментальных научных исследований являются средства федерального бюджета.

4. Финансовое обеспечение научной, научно-технической, инновационной деятельности может осуществляться государственными фондами поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности (далее - государственные фонды), созданными в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации, а также фондами поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, созданными юридическими лицами и (или) физическими лицами (далее - негосударственные фонды).

5. Правовое положение государственных фондов определяется законодательством Российской Федерации с учетом особенностей, предусмотренных настоящим Федеральным законом.

6. Правовое положение негосударственных фондов определяется Федеральным законом от 12 января 1996 года N 7-ФЗ «О некоммерческих организациях».

7. Финансовое обеспечение научно-технических программ, сформированных и реализуемых на основе международных и межотраслевых научно-технических соглашений, в том числе научно-технических программ создания новых техники и технологий двойного применения, может осуществляться в порядке долевого участия.

8. Финансовое обеспечение научной, научно-технической, инновационной деятельности, которое осуществляется государственными и (или) негосударственными фондами, может осуществляться за счет грантов, передаваемых научным и научно-педагогическим работникам, другим физическим лицам, а также научным организациям, образовательным учреждениям высшего профессионального образования, другим юридическим лицам.

9. Получатели грантов распоряжаются ими в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации или в случае их использования на территории иностранного государства в соответствии с законодательством этого государства, а также на условиях, на которых гранты передаются физическим лицам или юридическим лицам.

Таким образом, в новом Законе предпринята попытка по созданию механизма государственного и другого финансирования конкретных научных исследований, инновационных проектов и ведущих ученых, а не организаций, занимающихся наукой вообще. Большое внимание уделяется государственным фондам поддержки научной, научно-технической и инновационной

деятельности. В настоящее время созданы три подобных организации: Российский фонд фундаментальных исследований, Российский гуманитарный научный фонд и Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. 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. Объемы их государственного финансирования представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Финансирование государственных фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности в 2011 - 2013 гг., млн. руб.

| Фонды | 2011 г. | 2012 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2013 г. |
|-----------------|---------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | Бюджет | Проект бюджета | Предложение Минобрнауки | Проект бюджета | Предложение Минобрнауки |
| РФФИ | 6000,5 | 6001,6 | 8200,0 | 6001,6 | 9800,0 |
| РГНФ | 1000,4 | 1000,8 | 1500,0 | 1000,8 | 1900,0 |
| Фонд содействия | 4001,2 | 4001,7 | 5000,0 | 4001,7 | 6000,0 |
| ИТОГО | 11002,1 | 11004,1 | 14700,0 | 11004,1 | 17700,0 |

В целях модернизации и технологического развития Российской экономики и повышения ее конкурентоспособности Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. №899 утверждены приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечень критических технологий (приложение 2). Поддержка ученых, выполняющих научные исследования в выделенных областях, осуществляется по ряду направлений, в частности с помощью федеральных целевых программ «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы».

Помимо федеральных целевых программ Минобрнауки России в настоящее время реализуется другие проекты в сфере образования и науки:

1. «Поддержка ведущих Российских вузов».
2. «Приоритетный национальный проект «Образование».
3. «Образовательные кредиты».
4. «Взаимодействие науки, бизнеса, государства и гражданского сообщества» и т.д.

Российское научное сообщество в целом оценивает предпринимаемые государством меры с осторожным оптимизмом, но подчеркивает, что об их эффективности можно говорить спустя некоторое время.

2.2.2. Современные изменения организации науки в вузах России

Постсоветский научный комплекс унаследовал черты советской системы организации науки, в которой вузовская наука не играла первостепенной роли ни по объемам выполнявшихся научных исследований, ни по их престижности.

Самой масштабной была система отраслевой и заводской науки, где выполнялись, как правило, прикладные исследования и разработки. Основной объем фундаментальных исследований приходился на Академию наук СССР – ведущее научное учреждение страны. Научно-исследовательские работы в военной области играли очень большую роль во всех секторах науки, оборонные НИОКР составляли около 75% всех расходов на науку в СССР на момент распада страны.

Основной особенностью высшей школы была ориентация в основном на прикладные работы, часто – в сотрудничестве с профильными отраслевыми институтами, находившимися в ведении министерств, для которых вузы готовили кадры (это в первую очередь касается обширной сети технических вузов страны). Фундаментальная наука в вузах была относительно слабой, с Академией наук сотрудничал только ряд ведущих вузов страны.

В 2000-х годах поддержка вузовской науки стала одним из важных направлений политики государства. Выделение вузовского сектора науки в особую, «приоритетную» категорию было обусловлено во-первых, тем, что правительство поставило целью создание в науке конкурентной среды, а вузы с их относительно слабой научной базой не могли конкурировать с академическими научными организациями. Во-вторых, усиление науки в вузах необходимо для повышения качества образования в целом и для привлечения в сферу исследований и разработок лучшие молодые кадры. В-третьих, было осознано, что профессор, не занимающийся научными исследованиями, не может дать современных знаний студентам и тем более аспирантам.

Одной из элементов реформ стало ранжирование вузов. Московский и Петербургский государственные университеты (МГУ и СПбГУ) получили специальный статус «уникальных научно-образовательных комплексов». Также образовано 7 федеральных университетов, в которых развитие науки провозглашено одной из приоритетных задач.

В конце 2008 г. двум университетам (МИСиС и МИФИ) вне конкурса был присвоен статус национального исследовательского. В 2009 - 2010 гг. к ним прибавилось еще 27 вузов, получивших данный статус на конкурсной основе. Каждый научно-исследовательский университет (НИУ) сформулировал свою программу развития, которую необходимо реализовать до 2018 г. Под эту программу НИУ получают гарантированное бюджетное финансирование [2].

Таким образом, вузовская наука в России в настоящее время приобретает все большее значение. Важным преимуществом университетов в вопросах выполнения научной работы является наличие комплекса специалистов по различным направлениям науки, что позволяет проводить крупные научные исследования на стыках дисциплин. Кроме кафедр, ведущих учебную и научную работу, при вузах работают научно-исследовательские институты, проблемные и отраслевые лаборатории, научные и научно-образовательные

центры и т.д. Вузы выполняют государственные (бюджетные) и хоздоговорные научно-исследовательские работы, в которых принимают участие и студенты.

Научная деятельность в вузе включает в себя:

- классическую научно-исследовательскую работу, состоящую из фундаментальных исследований, прикладных исследований и опытно-конструкторских разработок;
- подготовку и разработку новых учебных курсов и соответствующих учебно-методических материалов;
- оказание консультативной помощи представителям промышленности;
- подготовку научно-педагогических кадров и их аттестацию.

Одним из приоритетных направлений является повышение инновационного потенциала высшей школы. Для этого в вузах страны создаются следующие подразделения нового типа: технопарки, инновационные научно-образовательные инновационно-технологические центры, объединяющие в единый комплекс малые инновационные предприятия, центры коллективного пользования научным оборудованием, центры трансфера технологий, центры интеллектуальной собственности и др.

Деятельность центров связана с производством инноваций, а также с оказанием инжиниринговых, экспертных и консультационных услуг. Основная задача этих структур – не только передача интеллектуальной собственности через продажу патентов (например, центры трансфера технологий), но и реализация инновационных идей через создание малых инновационных предприятий, коммерциализирующих эти идеи.

2.2.3. Ученые степени и звания в России

В Российской Федерации в соответствии Единым реестром ученых степеней и ученых званий, устанавливаются следующие ученые степени и ученые звания для научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации:

- ученая степень доктора наук по отрасли науки;
- ученая степень кандидата наук по отрасли науки;
- ученое звание профессора по специальности;
- ученое звание доцента по специальности;
- ученое звание профессора по кафедре образовательного учреждения высшего профессионального и дополнительного профессионального образования;
- ученое звание доцента по кафедре образовательного учреждения высшего профессионального и дополнительного профессионального образования.

Порядок присуждения ученых степеней определяет «Положение о порядке присуждения ученых степеней». Этот документ, в частности, определяет критерии, которым должны отвечать диссертации, порядок работы диссертационного совета и рассмотрение диссертаций в Высшей

аттестационной комиссии, принятие решения о нострификации ученых степеней, порядок лишения (восстановления) ученых степеней и др. вопросы.

Требования к ученым званиям и процедура их получения регламентируется «Положением о порядке присуждения ученых званий».

Ученое звание профессора по кафедре может быть присвоено докторам наук, замещающим по трудовому договору должности профессора, заведующего кафедрой, декана факультета, руководителя филиала или института, проректора, ректора высшего учебного заведения или учреждения повышения квалификации, а также военным служащим, проходящим военную службу по контракту, имеющим ученую степень доктора наук и замещающим должности профессора, начальника кафедры, начальника факультета, начальника филиала или института, заместителя начальника высшего учебного заведения, начальника высшего учебного заведения или замещающим аналогичные должности в высших учебных заведениях или учреждениях повышения квалификации в соответствии с перечнем, утверждаемым руководителем федерального органа исполнительной власти, в котором федеральным законом предусмотрена военная служба, если они имеют опубликованные учебно-методические и научные работы, читают курс лекций на высоком профессиональном уровне, а также на момент представления аттестационных документов:

а) успешно работают (проходят военную службу по контракту) в указанных должностях в течение года;

б) имеют стаж научно-педагогической работы не менее десяти лет, из них не менее пяти лет педагогической работы в высших учебных заведениях или учреждениях повышения квалификации;

в) являются авторами (соавторами) учебника (учебного пособия) или не менее трех учебно-методических работ, опубликованных за последние три года;

г) являются авторами (соавторами) монографии (главы в монографии) или не менее трех научных работ, опубликованных за последние три года;

д) подготовили в качестве научных руководителей или научных консультантов, как правило, не менее двух учеников, которым присуждены ученые степени.

Ученое звание доцента по кафедре может быть присвоено докторам и кандидатам наук, замещающим по трудовому договору должности доцента, профессора, заведующего кафедрой, декана факультета, руководителя филиала или института, проректора, ректора высшего учебного заведения или учреждения повышения квалификации, а также военным служащим, проходящим военную службу по контракту, имеющим ученую степень доктора или кандидата наук, замещающим должности доцента, профессора, начальника кафедры, начальника факультета, начальника филиала или института, заместителя начальника или начальника высшего учебного заведения, заместителя начальника или начальника учреждения повышения квалификации или замещающим аналогичные должности в высших учебных заведениях или учреждениях повышения квалификации в соответствии с перечнем,

утверждаемым руководителем федерального органа исполнительной власти, в котором федеральным законом предусмотрена военная служба, если они имеют опубликованные учебно-методические и научные работы, читают курс лекций или ведут занятия на высоком профессиональном уровне, а также на момент представления аттестационных документов:

а) успешно работают (проходят военную службу по контракту) в указанных должностях в течение года;

б) имеют стаж научно-педагогической работы не менее пяти лет, из них не менее трех лет педагогической работы в высших учебных заведениях или учреждениях повышения квалификации;

в) являются авторами (соавторами) учебника (учебного пособия) или не менее двух учебно-методических работ, опубликованных за последние три года;

г) являются авторами (соавторами) монографии (главы в монографии) или не менее двух научных работ, опубликованных за последние три года.

Ученое звание профессора по кафедре может быть присвоено, в виде исключения, кандидатам наук, а звание доцента – лицам, имеющим высшее образование, в случае если они имеют необходимый стаж работы, научные и учебно-методические работы, читают курс лекций или ведут занятия на высоком профессиональном уровне и др.

Лица, не имеющие ученой степени кандидата наук, которым присвоено ученое звание доцента по кафедре, кроме деятелей искусств, специалистов физической культуры и спорта, не могут быть представлены к присвоению ученого звания профессора по кафедре без защиты диссертации на соискание ученой степени доктора наук.

К соискателям ученого звания доцента и профессора по специальности предъявляются в целом аналогичные, но более жесткие требования.

Глава 3. Организация научно-исследовательской деятельности в магистратуре

3.1. Магистратура – первая ступень подготовки ученого

На основании ст. 6 ФЗ О высшем и послевузовском профессиональном образовании 22 августа 1996 года № 125-ФЗ в ред. от 13.02.2009 N 19-ФЗ в Российской Федерации устанавливаются следующие уровни высшего профессионального образования:

– высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «бакалавр» – бакалавриат;

– высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «специалист» или квалификации (степени) «магистр» – подготовка специалиста или магистратура.

Лицам, не завершившим освоение основной образовательной программы высшего профессионального образования, выдаются академические справки установленного образца.

Нормативные сроки освоения основных образовательных программ высшего профессионального образования по очной форме обучения составляют:

- для получения квалификации (степени) «бакалавр» – четыре года;
- для получения квалификации (степени) «специалист» – не менее пяти лет;
- для получения квалификации (степени) «магистр» – два года.

Перечень направлений подготовки (специальностей), по которым могут быть установлены иные нормативные сроки освоения основных образовательных программ высшего профессионального образования (программ бакалавриата, программ подготовки специалиста или программ магистратуры), устанавливается Правительством Российской Федерации.

Лица, получившие документы государственного образца о соответствующем уровне высшего профессионального образования, подтверждаемого присвоением лицу квалификации (степени) «бакалавр», имеют право продолжить на конкурсной основе обучение по образовательной программе высшего профессионального образования – программе магистратуры.

Получение образования по следующим образовательным программам высшего профессионального образования рассматривается как получение второго высшего профессионального образования:

- по программам бакалавриата или программам подготовки специалиста – лицами, имеющими диплом бакалавра, диплом специалиста, диплом магистра;
- по программам магистратуры – лицами, имеющими диплом специалиста, диплом магистра.

Таким образом, бакалавриат – это полноценное высшее образование, обеспечивающее получение общих знаний и навыков без узкой привязанности к конкретной специализации (рабочему месту).

Магистратура позволяет получить более глубокое образование по выбранному направлению, а также сменить специализацию, вуз, город или страну где проходит обучение. Степень магистра дается магистранту после окончания обучения в магистратуре на базе уровня бакалавра или специалиста и защиты дипломного проекта (работы). Само название происходит от латинского «*magister*» – «наставник, учитель, руководитель».

Подготовка магистра отличается от программы обучения специалиста получением дополнительных теоретических и практических знаний. Зачисление в магистратуру производится на конкурсной основе с учетом предыдущего опыта самостоятельной творческой и научной работы студента за время обучения и его успеваемости.

В программу подготовки магистра входит большой блок учебных курсов научной направленности. Например, в Федеральном образовательном стандарте

высшего профессионального образования по направлению 190700 «Технология транспортных процессов», утвержденного в 2010 г., приведен следующий перечень дисциплин:

- «Современные проблемы транспортной науки, техники и технологии»;
- «История и методология транспортной науки»;
- «Интеллектуальная собственность»;
- «Основы научных исследований»;
- «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе»;
- «Компьютерные технологии в науке, производстве и образовании»;
- «Научные проблемы экономики транспорта».

Магистратуру можно рассматривать, как первую ступень подготовки современного ученого, где для магистранта создаются возможности по выявлению его творческих способностей, формированию умений самостоятельно разрабатывать научные направления по специальности под руководством закрепленного за ним руководителя-консультанта. Именно в магистратуре будущие ученые начинают серьезно заниматься научно-исследовательской деятельностью: готовить научные публикации, участвовать в научных конференциях, оформлять заявки на изобретения, отчеты НИР и др. Поэтому особенности выполнения данных работ будут рассмотрены в настоящем разделе, хотя этими видами научно-исследовательской деятельности ученый занимается всю свою жизнь. Кроме того, магистрант на завершающей стадии обучения выполняет свою первую квалификационную работу научной направленности – магистерскую диссертацию.

В то же время необходимо четко понимать разницу магистратуры и аспирантуры. Аспирантура – это подготовка только исследователей, научных работников. Возможность поступления в нее появляется после получения степени магистра или диплома специалиста. Магистратура же предполагает, что во время обучения человек получает профессиональные компетенции в выбранном направлении. Это могут быть и прикладные компетенции, необходимые для карьеры в бизнесе, или академические – для продолжения научной карьеры.

С точки зрения подготовки научных кадров в системе «бакалавр» – «магистр» – «аспирант» есть ряд преимуществ по сравнению с системой «специалист» – «аспирант». У соискателя появляется возможность создать задел по диссертации в ходе обучения в магистратуре и защиты дипломного проекта с элементами научных исследований. Общий срок работы над научной квалификационной работой увеличивается с трех до пяти лет, что положительно влияет на ее качество и профессиональный уровень молодого ученого. Кроме того, прогнозируется существенное увеличение числа аспирантов, защитившихся в нормативные сроки. Сейчас эта цифра не превышает 30%. Например, в 2009 г. общее количество аспирантов составило 154 470 человек, выпуск из аспирантуры – 32235 человек, а количество защитивших диссертацию – 10 770 человек [3].

Новая система образования дает возможность бакалавру продолжить свое образование с некоторым перерывом. Окончательный уровень своего будущего образования выбирает сам студент, с учетом своей успеваемости, способностей и личных предпочтений.

3.2. Основные виды научно-исследовательских работ

3.2.1. Доклад на научной конференции

Научная конференция – форма организации научной деятельности, при которой исследователи (учёные, специалисты, студенты, магистранты, аспиранты и др.) представляют и обсуждают свои работы.

По своему статусу научная конференция занимает промежуточное положение между семинаром и конгрессом и может быть внутривузовской, региональной, Всероссийской и международной.

По направленности различают конференции:

- научно-теоретические;
- научно-практические;
- научно-технические.

Участие в конференциях является важной частью научно-исследовательской деятельности, так как позволяет произвести апробацию результатов исследований.

Организаторами научных конференций могут выступать вузы и другие учебные заведения, научные организации, академии наук, коммерческие компании, государственные органы, некоммерческие организации и др. С целью информирования о научной конференции ее организаторы заранее подготавливают информационное письмо, которое размещают на своем сайте, в средствах массовой информации, рассылают по электронной почте предполагаемым участникам.

В информационном письме сообщается о тематике, времени, месте проведения конференции и условиях участия в ней. Обычно основными требованиями к участникам является предварительная регистрация, представление тезисов докладов, иногда внесение организационных взносов.

Продолжительность большинства научных конференций составляет от одного до нескольких дней и включает в себя следующие мероприятия:

- регистрацию участников с раздачей программы конференции (с указанием очередности выступлений);
- открытие и пленарное заседание с выступлением организаторов конференции;
- работу по секциям или круглым столам с заслушиванием докладов и последующим обсуждением;
- кофе-брейк в середине работы конференции и фуршет или банкет по её окончанию;
- экскурсии на предприятия, культурные программы для иногородних гостей и др.;

– публикацию материалов конференции в форме сборника научных трудов. Часто сборник выдается участникам конференции при регистрации.

Основной формой участия в конференции является доклад результатов исследований в форме презентации с последующим его обсуждением. Продолжительность доклада оговаривается регламентом конференции и, как правило, составляет 5 - 15 мин. На доклады на пленарных заседаниях может отводиться до получаса и более.

Хороший научный доклад требует тщательной подготовки. С учетом ограниченности во времени имеет смысл сначала разработать детализированный план будущего выступления, в котором будет прописана структура и последовательность изложения материала. В выступлении должны быть отражены: актуальность выбранной темы, проблема которую необходимо решить, цели и задачи работы, методика, полученные результаты, выводы и рекомендации. На основании плана далее готовится текстовая часть доклада и демонстрационная часть в форме презентации. Текстовую часть лучше всего разбить на абзацы, каждый из которых соответствует одному слайду.

Чтобы другие участники конференции поняли суть доклада и положительно его оценили, он должен быть кратким и конкретным, но в то же время целостным, логичным и наукоёмким.

В коротком выступлении нельзя повторять одну и ту же мысль, пусть даже другими словами. Любая фраза должна говорить за чем-то, логично подводить к следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление подчиняется главной цели – донести до аудитории две-три по-настоящему важные мысли. Излишняя популяризация и вступительные фразы не несущие информацию о самой работе, неоправданно большое внимание, уделяемое анализу научных трудов других авторов, неуместны.

Степень детализации объяснения собственных результатов должна определяться тем, насколько подготовлена аудитория к восприятию данного материала. Необходимо вводить только те обозначения и понятия, без которых понимание основных идей доклада невозможно. Любое обозначение должно быть объяснено до его первого использования. Если объяснение некоторого результата требует цепочки из десятка определений, то нужно найти способ объяснить это короче. Над каждой фразой надо критически подумать: поймут ли её слушатели; достаточно ли у них специальных знаний, чтобы её понять? Непонятные фразы следует безжалостно изымать из презентации.

В то же время, на слайдах некоторые детали и трудные для понимания моменты, без которых невозможно в полной мере представить работу, могут быть подробно показаны в виде формул, таблиц, графиков, чертежей, фотографий.

Презентация является иллюстрацией, дополнением к докладу, текст всегда первичен. Поэтому необходимо исходить из того, что главное требование к презентации – наглядность. Не следует перегружать слайд текстом, а также при выступлении читать слайд дословно. Лучше всего, если на слайде будет написана подробная информация (определения, теоремы, формулы), а словами

будет рассказываться их содержательный смысл. Информация на слайде может быть более формальной и строго изложенной, чем в речи.

Не следует отвлекать слушателей своей же презентацией. Яркие краски, нагромождение объектов, излишняя анимация только мешают восприятию научной информации. При разработке дизайна презентации лучше ориентироваться на триадную гамму: три основных цвета и их оттенки. Текст должен быть контрастным, темным на светлом фоне. Например, верхняя часть слайда оформляется белым, в центральной части, где расположен основной материал – светло-серым или палевым, а внизу – более темным.

Презентация должна идти синхронно с текстом доклада. Речь поясняет иллюстрации, представленные в презентации. А презентация, в свою очередь, содержит наглядный материал, который невозможно выразить словами. Оптимальное число строк на слайде – от 6 до 11, размер шрифта – 20 и более. Рекомендуемая скорость переключения – один слайд за 1 - 2 минуты [33].

Рассмотрим несколько примеров оформления доклада в форме презентации.

Любая презентация начинается с вводного слайда, на котором обычно представляются сведения о названии доклада, авторах, месте их работы.

Например:

«Слайд 1


Уважаемые коллеги! Вашему вниманию представляется доклад на тему «Перспективы дальнейшего развития техники и технологии строительства вертикальных стволов в России с учетом современных мировых тенденций».

**Д.т.н., доц. Плешко М.С.,
к.т.н., доц. Курнаков В.А.**

«Перспективы дальнейшего развития техники и технологии строительства вертикальных стволов в России с учетом современных мировых тенденций»

**Шахтинский институт (филиал)
Южно-Российского
государственного технического
университета (Новочеркасского
политехнического института)**

**Кафедра подземного,
промышленного и гражданского
строительства**



Различного рода классификации и перечисления целесообразно представлять в форме структурных диаграмм:

«Слайд 4

Применяемые технологии строительства стволов компанией «Тиссен Шахтбау» приведены на слайде 4. Основной объем строительства приходится

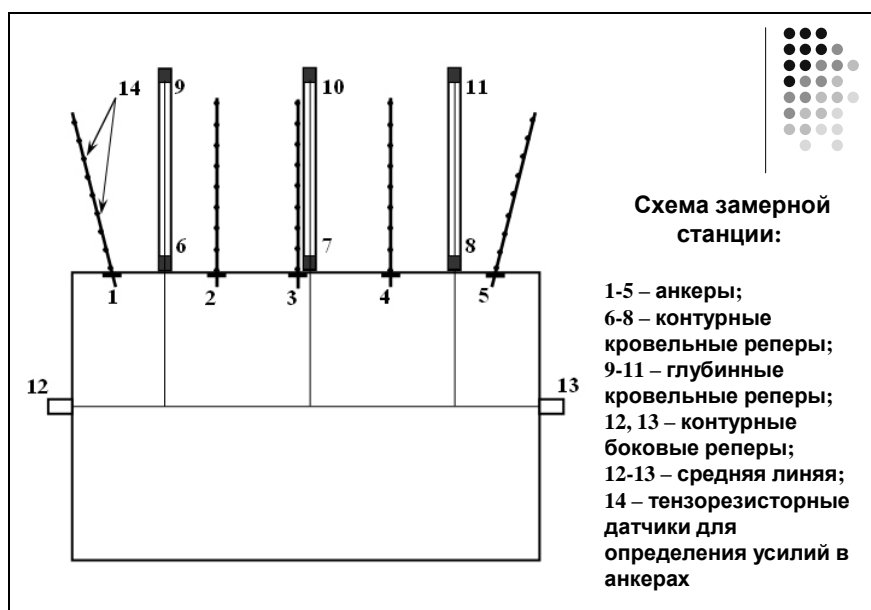
на буровзрывной способ проходки (около 80%), доля проходки стволов бурением и механизированными комплексами не превышает 20%».



Расчетные и экспериментальные схемы, модели и т.п. следует представлять в виде наглядных рисунков, фотографий с необходимыми обозначениями:

«Слайд 6»

С целью определения фактических показателей взаимодействия анкерной крепи и пород кровель выработок выполнены шахтные исследования в четырех конвейерных штреках шахты «имени Михаила Чиха» на 24 опытных участках. Схема замерной станции приведена на слайде. (далее идет перечисление обозначений по слайду)».



Результаты экспериментов наиболее наглядно представляются в графической форме с необходимыми поясняющими надписями:

«Слайд 11»

На слайде 11 представлены графики распределения растягивающих усилий по длине стержня при полной заделке в скважине, полученные на основании статистической обработки данных по участкам. Экспериментальные графики обозначены сплошными линиями, пунктиром – расчетные значения, определенные для рассматриваемых условий».



Ключевые формулы и зависимости, полученные лично автором и являющиеся новыми научными результатами, следует выделять в отдельный слайд с четкой констатацией своего вклада и новизны:

«Слайд 15»

В результате исследований нами получены новые расчетные выражения, позволяющие определить максимальные усилия в анкерах в зависимости от горного давления, модуля сдвига пород, толщины крепи и диаметра ствола».

Выражения для определения максимальных усилий в анкерах:

- при классе арматуры А-300

$$K_F = \frac{0,137 \cdot \gamma H \cdot (1,1068 - 0,071 \cdot E_7) \cdot (-0,071 \cdot D_{ств}^2 + 0,1316 \cdot D_{ств} + 0,4058)}{(0,0332 \cdot t + 0,9315) \cdot G^{0,8356}},$$

- при классе арматуры А-400

$$K_F = \frac{0,1051 \cdot \gamma H \cdot (1,1068 - 0,071 \cdot E_7) \cdot (-0,071 \cdot D_{ств}^2 + 0,1316 \cdot D_{ств} + 0,4058)}{(0,0332 \cdot t + 0,9315) \cdot G^{0,8356}}.$$

Выводы должны быть четкими, логичными, краткими (не более 2- 3 строк) и содержать, как правило, описание достигнутых в работе результатов и задачи дальнейших исследований:

«Слайд 19

Таким образом, на основании проведенных исследований нами получены следующие научные и практические результаты...».

Результаты исследований:



- выявлен характер распределения по длине скважины и особенности взаимного влияния срезающих и растягивающих усилий в анкерах;
- установлены зависимости изменения срезающих усилий в анкерах от конструкции анкера, его длины и диаметра, плотности анкерования кровли;
- получены выражения для определения напряженного состояния породного массива в окрестности закреплённой анкерами протяженной выработки;
- обоснованы оптимальные схемы установки анкерной крепи кровли выработок, обеспечивающие снижение нормальных тангенциальных напряжений в массиве.

3.2.2. Научная публикация

Научная публикация – основной результат деятельности исследователя. Главная цель научной публикации – сделать работу автора достоянием других исследователей и обозначить его приоритет в избранной области исследований.

Можно выделить несколько видов научных публикаций: монографии, статьи и тезисы докладов.

Монография – это научный труд, в котором с наибольшей полнотой исследуется определённая тема, поэтому монографии пишутся редко и в большинстве случаев на основе материалов кандидатских и докторских диссертаций.

Тезисы докладов – это краткие публикации, как правило, содержащие 1-2 страницы, позволяющие коротко проинформировать научное сообщество о полученных научных результатах без их подробного описания.

Наибольший интерес представляют **научные статьи**, которые включают в себя рецензируемые (перед опубликованием статья проходит рецензирование) и нерецензируемые статьи, труды или материалы конференций.

По своей сути научная статья представляет собой краткий, но достаточный для понимания отчет о проведенном исследовании с необходимыми выводами. Статья должна содержать достаточное количество данных и ссылок на опубликованные источники информации, чтобы у других ученых и специалистов была возможность полноценно оценить работу.

Существуют общие стандарты построения плана научной публикации и требования к научному стилю изложения материала. Это обеспечивает однозначное восприятие и оценку представленных результатов. В статье следует сжато и четко изложить современное состояние вопроса, цель работы, методику исследования, результаты и обсуждение полученных данных. Это могут быть результаты собственных экспериментальных и теоретических исследований, обобщение практического опыта, а также аналитический обзор информации в рассматриваемой области. Основные черты научного стиля: логичность, однозначность, объективность.

Научная публикация, как правило, включает в себя:

- УДК;
- название;
- сведения об авторах;
- аннотацию с ключевыми словами;
- введение;
- методы исследований;
- основные результаты и их обсуждение;
- заключение (выводы);
- список процитированных источников.

Название, аннотация, ключевые слова и сведения об авторах в ведущих Российских журналах и изданиях представляются на русском и английском языках.

Универсальная десятичная классификация (УДК) – система классификации информации, которая широко используется во всем мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. УДК является единственной международной универсальной системой, позволяющей достаточно детально раскрыть содержание материала и обеспечить быстрый поиск информации.

Индекс УДК состоит из десятичных цифр, которые поочередно выбираются в зависимости от тематики публикации из таблиц классификации УДК.

Одной из главных отличительных особенностей УДК является иерархическое построение большинства разделов. Каждый класс (первая ступень деления) содержит группу более или менее близких наук, например класс 5 – математику и естественные науки, класс 6 – прикладные науки: технику, сельское хозяйство, медицину.

Последующая детализация идет за счет удлинения индексов, при этом каждая последующая цифра не меняет значения предыдущих, а лишь уточняет, обозначая более частное понятие. Например, индекс понятия «Основание дорожной одежды из битумных смесей» 625.731.85 складывается следующим образом:

6 Прикладные науки.

62 Инженерное дело. Техника в целом.

625 Дороги. Железные дороги. Железнодорожное строительство. Автомобильные дороги. Дорожное строительство.

625.7 Автомобильные дороги в целом. Внегородские дороги. Городские дороги.

625.73 Конструктивные элементы дороги. Виды поперечного профиля. Элементы плана трассы.

625.731 Земляное полотно. Основание дорожной одежды. Выемки. Насыпи. Перемещение земляных масс. Поверхность земляного полотна под дорожной одеждой.

625.731.8 Нежесткое основание дорожной одежды.

625.731.85 Основание дорожной одежды из битумных смесей.

В настоящее время в сети Интернет существует ряд сайтов, облегчающих определение индекса УДК, например <http://teacode.com/online/udc>.

Название является очень важным элементом статьи, по которому судят обо всей работе. Оно должно полностью отражать содержание работы, но не быть длинным и идентичным названиям статей других авторов. Рабочее название статьи формулируется перед началом ее написания, а окончательное – после изложения материала в логической последовательности.

Аннотация выполняет функцию расширенного названия статьи и повествует о содержании работы. Аннотация показывает, что, по мнению автора, наиболее ценно и применимо в выполненной им работе.

Ключевые слова – набор слов (как правило, от трех до семи), позволяющих дать представление о тематике публикации. В настоящее время они особенно важны, так как облегчают поиск информации в Интернете и электронных базах данных.

Например:

«О проблеме проектирования и строительства шахтных вертикальных стволов в условиях современных рыночных отношений»

About the problem of shafts Projecting and Building in the Conditions of Modern Market Relations

Аннотация

Выполнен сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта строительства вертикальных стволов. Сделан вывод о перспективности объединения учебных, научно-исследовательских и строительных организаций. Приведены конкретные примеры сотрудничества.

Abstract

Comparative analysis of home and foreign experience of shaft building is fulfilled. Conclusion about perspectiveness of unification of educational, scientific – research and building organizations is made. Concrete examples of cooperation are given.

Ключевые слова: *вертикальный ствол, технология строительства, крепь.*

Key words: *shaft, technology of building, set*».

Во **введении** должна быть обоснована актуальность рассматриваемого вопроса, если позволяет объем статьи можно конкретизировать цель и задачи исследований, а также следует привести известные способы решения вопроса и их недостатки. Необходимо ответить на вопрос: «что и зачем будет создано в результате научного исследования?» Этим итогом могут быть: новая методика, классификация, алгоритм, технология, конструкция и т.д., которые обеспечивают экономическую эффективность, повышают безопасность, обороноспособность, вносят вклад в рассматриваемое научное направление и др. Поэтому цель и задачи любой работы, как правило, начинается с глаголов:

- разработать;
- усовершенствовать;
- выяснить;
- выявить;
- сформировать;
- обосновать;
- проверить;
- определить;
- создать и др.

Например:

«При разработке проектных решений автодорожных, железнодорожных тоннелей и тоннелей метрополитенов, дорожных и аэродромных покрытий, подземных резервуаров, камер, стволов, инженерных сетей и др. необходимо решать три взаимосвязанные задачи – обеспечение необходимой несущей способности, долговечности и гидроизоляции. При строительстве подземных сооружений в условиях плотной городской застройки большой проблемой также является минимизация влияния на окружающий массив, земную поверхность, соседние здания и сооружения.

Применение устоявшихся технологий, материалов и конструктивных решений вызывает существенные осадки земной поверхности, в том числе из-за постоянной откачки воды. Это приводит к необходимости увеличения глубин заложения подземных объектов, оставления незастроенных площадей над ними или применения дорогостоящих способов защиты зданий и сооружений от деформаций. Поэтому дальнейший поиск новых технологий и материалов для подземного и транспортного строительства является весьма актуальным».

В **основной части** статьи описываются используемые методики исследования, анализируются и обобщаются полученные результаты. Эта часть обычно занимает 80-90% объема публикации. В основной части научной статьи могут критически рассматриваются ранее выполненные научные исследования с обязательными ссылками на литературные источники, подробно излагается ход научных исследований, описываются промежуточные результаты. В

основной части статьи также описывается научная новизна предложений соискателя и по возможности результаты их апробации.

Новизна – это то, что отличает результат данной работы от результатов других авторов, например новая закономерность процесса, явления, учет новых факторов, не рассматриваемых ранее и др.

В работе, посвященной экспериментальным исследованиям, автор обязан описать методику экспериментов, оценить точность и воспроизводимость полученных результатов. Если это не сделано, то достоверность представленных результатов может быть подвергнута сомнению.

Важнейшим элементом работы над статьей является правильное представление результатов работы и их физическое объяснение. Для этого целесообразно использовать наглядные формы: таблицы, графики, диаграммы и др. [31, 32].

Например:

«...В соответствии с рекомендациями ВНИМИ проведены производственные эксперименты с выделением на каждом объекте нескольких опытных участков с близкими горно-геологическими условиями и применением на каждом из них анкерной крепи с отличающимися параметрами.

Для проведения наблюдений за вертикальными смещениями пород на контуре конвейерного штрека использовался метод нивелирования от базового почвенного репера (метод дистанционных оптических наблюдений), а за горизонтальными смещениями и сближением кровли и почвы пласта в месте расположения охранной конструкции – метод парных контурных реперов.

Замерная станция оборудовалась вне зоны влияния очистных работ посредине каждого опытного участка. Для этого в кровлю, почву и бока выработки в одном её поперечном сечении бурились скважины диаметром 42-43 мм и глубиной 0,3 м. В них закладывались контурные реперы...».

...«В расчетах анкерный стержень разбит на 10 равных участков. Для каждой точки дискретизации с помощью описанного выше алгоритма определена соответствующая точка на бесконечной плоскости, ослабленной круглым отверстием единичного радиуса. Далее в этих точках вычислены компоненты тензора напряжений, а их дискретные значения интерполированы сплайнами первого и третьего порядка внутри прямолинейного отрезка, соответствующего стержню анкера. Результаты получены в безразмерных величинах. Чтобы определить действительное значение напряжений, необходимо умножить их на величину вертикального горного давления γH для конкретной выработки. Для наглядности ниже приведены только напряжения, возникающие от действия сосредоточенных сил (рис. 3).

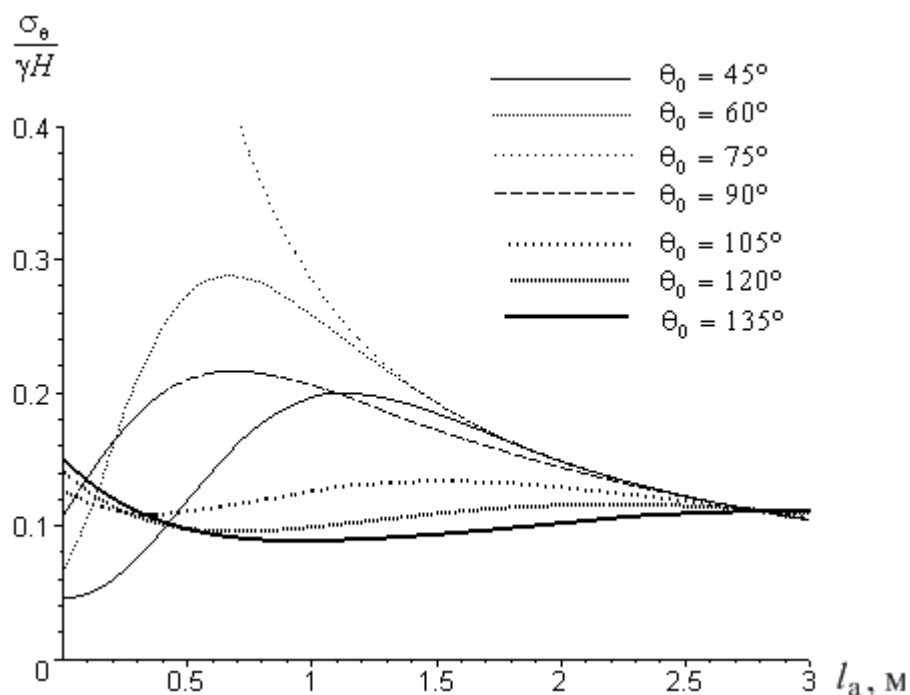


Рис.3. Распределение нормальных тангенциальных напряжений по длине анкера»

Большинство авторов избегают публиковать статьи с описанием отрицательных результатов исследований. Между тем такие сведения могут оказаться не менее важными для других ученых и специалистов, так как позволяют избежать ошибок и скорректировать направления собственных исследований.

Заключение содержит краткую формулировку результатов, полученных в ходе работы. В заключении, как правило, автор исследования суммирует результаты осмысления темы, выводы, обобщения и рекомендации, которые вытекают из его работы, подчеркивает их практическую значимость, а также определяет основные направления для дальнейшего исследования в этой области знаний. Выводы не должны быть слишком многочисленными. Достаточно трех-пяти ценных для науки и производства выводов, полученных в итоге работы над темой. Выводы должны иметь характер тезисов. Их нельзя отождествлять с аннотацией, у них разные функции. Выводы должны показывать, что получено, а аннотация – что сделано. Желательно в заключении осветить социальный или экономический эффект, который может быть получен при использовании предложений автора на практике.

«...Полученные результаты показывают, что лучшие всего технологическим требованиям параллельной схемы проходки отвечают составы бетона с включением модификаторов типа «МБ» и «ЭМБЭЛИТ» в объеме 10 - 12% от массы цемента, позволяющие увеличить проектную прочность бетона на сжатие на 51 - 73 % при высокой подвижности бетонной смеси, а также в 2 - 3 раза повысить скорость набора прочности бетона в раннем возрасте. Техничко-экономическая эффективность разработанных составов подтверждается их успешным внедрением на руднике... и полученным экономическим эффектом в размере 17 млн. руб.».

Список литературы – это перечень книг, журналов, статей и других публикаций, использованных автором при работе над научной статьей.

Ссылки в статье на литературные источники обычно указываются в квадратных скобках, где помещается номер источника по списку литературы.

Последовательность формирования списка может быть различной:

- по алфавиту фамилий авторов или названий документов;
- по мере появления сносок;
- по значимости документов (нормативные акты, документальные источники, монографии, статьи, другая литература);
- по хронологии издания документов и т.п.

Основные элементы библиографического описания приводятся в следующей последовательности: фамилия автора и его инициалы, название публикации без кавычек, место издания, название издательства, год издания, номер, страницы [36].

Помимо структуры коротко остановимся на стиле, языке и терминологии публикации.

В научной статье автор представляет новые научные результаты, то есть он должен так написать о том, что неизвестно другим, чтобы это неизвестное стало понятным читателю в такой же степени, как и ему самому. Автору оригинальной работы следует разъяснить читателю ее наиболее трудные места. Если статья является развитием уже известных работ, то нет смысла затруднять читателя их пересказом, а лучше сделать ссылки на первоисточники. Важно показать авторское отношение к публикуемому материалу, особенно сейчас, в связи широким использованием Интернета. Необходимы анализ и обобщение, а также критическое отношение автора к имеющимся в его распоряжении материалам.

Для подтверждения аргументов или описаний автора могут использоваться цитаты – дословные выдержки из какого-либо текста, включенные в собственный текст. При цитировании лучше всего использовать современную литературу и первоисточники. Вторичную литературу следует цитировать как можно экономнее, например, для того, чтобы оспорить некоторые выводы авторов.

Важны стройность изложения и отсутствие логических разрывов. Красной линией статьи должна стать общая идея. Текст полезно разбить на отдельные рубрики. Это облегчит нахождение требуемого материала. Однако рубрики не должны быть излишне мелкими.

Автор научной статьи должен стремиться быть однозначно понятным. Для этого ему необходимо следовать определенным правилам:

- употреблять только самые ясные и недвусмысленные термины;
- не употреблять слово, имеющее два значения, не определив, в каком из них оно будет применено;
- не применять одного слова в двух значениях и разных слов в одном значении.

Не следует злоупотреблять иноязычными терминами. Как правило, они не являются синонимами родных слов, между ними обычно имеются смысловые оттенки. Начинающему автору следует понимать, что основная работа над статьей начинается сразу после написания первого варианта. Необходимо убрать все лишнее, подобрать наиболее точные формулировки, исключить частые повторения одних и тех же слов и др.

Многие авторы придерживаются следующего способа написания научной статьи. Сначала нужно записать все, что приходит в голову в данный момент. Пусть это будет написано плохо, здесь важнее свежесть впечатления. После этого черновик кладут в стол и на некоторое время забывают о нем. И только затем начинается авторское редактирование, которое повторяется несколько раз. Эта работа заканчивается не тогда, когда в статью уже нечего добавить, а когда из нее уже нельзя ничего выбросить [5].

Первые научные публикации почти всегда даются автору с трудом и требуют значительных усилий и затрат времени, но с каждой новой статьей приобретается необходимый опыт, вырабатывается собственный стиль, приходит понимание того, как должен выглядеть целостный научный труд. Поэтому очень важно уже в магистратуре постараться написать и опубликовать несколько научных статей, хотя бы обзорного характера, для получения необходимых навыков. Это значительно облегчит в дальнейшем подготовку публикаций по результатам собственных исследований в аспирантуре.

3.2.3. Изобретение

В процессе научно-исследовательской деятельности могут решаться не только чисто теоретические задачи, но и осуществляться поиск технического решения какой-либо проблемы. В случае если оно является новым, полезным хозяйственной деятельности и практически применимым, его называют **изобретением**. Признанное официальными экспертами изобретение может получить правовую охрану от государства и стать объектом интеллектуальной собственности, которая удостоверяется особым правоохранительным документом – патентом.

Правовые отношения в области патентной деятельности регламентируются рядом международных и Российских нормативных документов, в частности Гражданским кодексом Российской Федерации (далее в этом подразделе Кодексом). С их перечнем и содержанием можно ознакомиться на сайте Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатента) – <http://www.rupto.ru>.

Основными функциями Роспатента являются:

- правовая защита интересов государства в процессе экономического и гражданско-правового оборота результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ военного, специального и двойного назначения;
- контроль и надзор в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности гражданского, военного,

специального и двойного назначения, созданных за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета;

- контроль и надзор в установленной сфере деятельности в отношении государственных заказчиков и организаций - исполнителей государственных контрактов, предусматривающих проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ;

- оказание государственных услуг в сфере правовой охраны изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, программ для электронно-вычислительных машин, баз данных и топологий интегральных микросхем, в том числе входящих в состав единой технологии, товарных знаков, знаков обслуживания, наименований мест происхождения товаров, нормативно-правовому регулированию вопросов, касающихся контроля, надзора и оказания государственных услуг в установленной сфере деятельности [7].

Изобретением может быть признано техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

К устройствам относятся конструкции и изделия.

Вещества это: химические соединения, в том числе нуклеиновые кислоты и белки; композиции (составы, смеси); продукты ядерного превращения и др.

К способу относится также применение известного ранее устройства, способа, вещества, штамма по новому назначению.

Таким образом, изобретение – это нематериальный объект. В дальнейшем, при реализации он может быть воплощен в конкретном продукте, который будет являться материальным носителем изобретения, или в фактически осуществляемых человеком или автоматом действиях. Но само изобретение считается созданным не когда изготовлено устройство, вещество и т.д., а когда автор придумал решение научно-технической проблемы.

Помимо изобретения получить патент можно на полезную модель и промышленный образец.

Полезная модель – сходный с изобретением нематериальный объект интеллектуальных прав (техническое решение), относящийся к устройству. Для полезных моделей установлены менее строгие условия патентоспособности, сокращенные сроки и упрощенные процедуры рассмотрения заявки.

Промышленный образец – объект интеллектуальных прав, относящийся к внешнему виду, дизайну и эргономическим свойствам изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства.

Срок действия исключительного права на изобретение, полезную модель, промышленный образец и удостоверяющего это право патента исчисляется со дня подачи первоначальной заявки на выдачу патента в федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности и при условии соблюдения требований, установленных Кодексом, составляет:

- двадцать лет – для изобретений;
- десять лет – для полезных моделей;

– пятнадцать лет – для промышленных образцов.

В соответствии с Кодексом не являются изобретениями:

- 1) открытия;
- 2) научные теории и математические методы;
- 3) решения, касающиеся только внешнего вида изделий и направленные на удовлетворение эстетических потребностей;
- 4) правила и методы игр, интеллектуальной или хозяйственной деятельности;
- 5) программы для ЭВМ;
- 6) решения, заключающиеся только в представлении информации.

Не могут быть объектами патентных прав:

- 1) способы клонирования человека;
- 2) способы модификации генетической целостности клеток зародышевой линии человека;
- 3) использование человеческих эмбрионов в промышленных и коммерческих целях;
- 4) иные решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Для возникновения права на изобретение недостаточно его создать. Необходимо в установленном порядке обратиться за выдачей патента в Роспатент. Этот орган проведет экспертизу заявленного технического решения и при соответствии его всем предъявляемым требованиям, выдаст патент.

При проведении экспертизы Роспатент проверяет правильность оформления документов, устанавливает, относится ли заявленный объект к изобретению, удовлетворяет ли оно критериям патентоспособности.

Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Критерии новизны и изобретательского уровня тесно связаны с уровнем техники, достигнутым в мире. В Патентном законе РФ устанавливается, что в уровень техники включаются любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения. Изобретение является новым, если оно не известно из этих сведений и для специалиста явным образом не следует из уровня техники.

Но даже если придуманное решение действительно является новым, то его отличия от ближайшего аналога должны быть очевидными для специалиста. Тогда изобретение будет считаться обладающим изобретательским уровнем.

Таким образом, при установлении патентоспособности изобретения играют роль объективные и субъективные факторы. Само изобретение – понятие субъективное. Когда автор решил задачу, приложил интеллектуальные усилия и создал новое для себя решение, то оно по отношению к нему является изобретением. Но в сравнении с другими известными в мире решениями, о которых сам автор мог и не знать, это изобретение может оказаться неновым или не иметь изобретательского уровня. И тогда автор, его правопреемник не смогут получить патент.

Также следует учитывать, что и государственный орган, проводящий экспертизу для установления новизны и изобретательского уровня, располагает обширными, но не всеми доступными в мире сведениями. Поэтому экспертиза по существу дает существенную, но не 100% гарантию действительности патента.

Более простым является третье требование – промышленная применимость. Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других отраслях деятельности.

В соответствии с [8] заявка на изобретение, подаваемая в Роспатент, должна содержать:

- 1) заявление о выдаче патента с указанием автора изобретения и лица, на имя которого испрашивается патент, а также места жительства или места нахождения каждого из них;
- 2) описание изобретения;
- 3) формулу изобретения, выражающую его сущность и полностью основанную на его описании;
- 4) чертежи и иные материалы, если они необходимы для понимания сущности изобретения;
- 5) реферат.

Датой подачи заявки на изобретение считается дата поступления в федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности заявки, включающей весь пакет документов.

Описание изобретения должно раскрывать изобретение с полнотой, достаточной для его осуществления. Описание начинается с названия изобретения и содержит следующие разделы:

- область техники, к которой относится изобретение;
- уровень техники;
- раскрытие изобретения;
- краткое описание чертежей (если они содержатся в заявке);
- осуществление изобретения [22, 23].

Порядок изложения описания может отличаться от приведенного выше, если, с учетом особенностей изобретения, иной порядок способствует лучшему пониманию и более краткому изложению.

Название изобретения должно быть кратким, точным, характеризовать его назначение и излагаться в единственном числе.

Например:

- *«Устройство для предотвращения опрокидывания транспортного средства»;*
- *«Способ диагностики индуктивных обмоток»;*
- *«Безрасстрельная армировка вертикального шахтного ствола»;*
- *«Асфальтовяжущее вещество»;*
- *«Конструкция для усиления фундамента здания, сооружения»;*
- *«Технология восстановления выработанных карьеров»;*

- «Установка для производства пенобетона»;
- «Сырьевая смесь для огнезащитного покрытия»;
- «Сейсмостойкое здание».
- «Способ повышения безопасности движения автомобиля в тоннеле».

В названии изобретения не рекомендуется использовать личные имена, фамильярные наименования, аббревиатуры, товарные знаки и знаки обслуживания, рекламные, фирменные и иные специальные наименования, наименования мест происхождения товаров, слова «и т.д.» и аналогичные, которые не служат целям идентификации изобретения.

В разделе описания «Область техники, к которой относится изобретение» указывается область применения изобретения. Если таких областей несколько, указываются преимущественные.

Например:

«Изобретение относится к области автомобильного транспорта и касается способов повышения безопасности движения в тоннеле, то есть в условиях ограниченного пространства, недостаточного для совершения маневров по уклонению от лобового столкновения, от столкновений с впереди идущим автомобилем или от возможного удара о сооружения самого тоннеля» [9].

В разделе «Уровень техники» приводятся сведения об известных заявителю аналогах изобретения с выделением из них аналога, наиболее близкого к изобретению (прототипа). В качестве аналога изобретения указывается средство того же назначения, известное из сведений, ставших общедоступными до даты приоритета изобретения. При описании каждого из аналогов непосредственно в тексте приводятся библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, признаки аналога с указанием тех из них, которые совпадают с существенными признаками заявляемого изобретения, а также указываются известные заявителю причины, препятствующие получению технического результата, который обеспечивается изобретением.

После описания аналогов в качестве наиболее близкого к изобретению указывается тот, которому присуща совокупность признаков, наиболее близкая к совокупности существенных признаков изобретения.

Например:

«Известен способ повышения безопасности движения автомобиля в стесненных или не благоприятных для движения условиях, заключающийся в том, что автомобиль перемещают в направлении заданного движения с заданной скоростью и требуемой дистанцией между автомобилями, определяемыми безопасностью движения из условия возможного безаварийного торможения в случае возникновения экстремальной ситуации с впереди идущим автомобилем (см. кн. И.М. Юрковский «Вождение автомобиля в сложных дорожных условиях», М, Издательство ДОСААФ, 1975, стр. 49, 50).

Данный способ повышения безопасности движения основан на оптимальном выборе скорости перемещения автомобиля и дистанции между

автомобилями, движущимися не только по одной полосе, но и на смежных полосах. Этот способ позволяет получить требуемый результат безопасного движения только со временем приобретения водителем эксплуатационного навыка. Однако в действительности на дорожной трассе в условиях транспортного потока выбор скорости и дистанции не всегда обусловлен желанием водителя. Большей частью сам транспортный поток определяет скорость движения и, как правило, в этом случае скорость возрастает, а дистанция между автомобилями существенно уменьшается и становится настолько малой, что времени и, главное, места для маневра не остается» [9].

Раскрытие изобретения включает в себя сведения его сущности, выражаемой в совокупности признаков, которые достаточны для достижения обеспечиваемого изобретением технического результата.

Технический результат представляет собой характеристику технического эффекта, явления, свойства и т.п., объективно проявляющихся при осуществлении способа или при изготовлении либо использовании продукта, в том числе при использовании продукта, полученного непосредственно способом, воплощающим изобретение.

Технический результат может выражаться, в частности, в снижении (повышении) коэффициента трения; в предотвращении заклинивания; снижении вибрации; в устранении дефектов структуры литья; в улучшении контакта рабочего органа со средой; в уменьшении искажения формы сигнала; в снижении просачивания жидкости; в улучшении смачиваемости; в предотвращении растрескивания; повышении быстродействия или уменьшении требуемого объема оперативной памяти компьютера и др.

Например:

«Движение в тоннеле представляет собой как раз тот вид транспортного потока, когда все автомобили на высокой скорости входят в тоннель, а возможности для маневра резко сокращены, так как полосы движения в одном направлении ограничены стеной тоннеля, с одной стороны, и разделительными колоннами с другой стороны. Колонны по середине вдоль тоннеля разделяют транспортные потоки противоположного движения. В этих условиях поломка или авария любого одного автомобиля в потоке становится причиной аварий для многих автомобилей. Если автомобили, движущиеся по центральным полосам, имеют возможность некоторого маневра в сторону смежной полосы, то для автомобилей, движущихся по крайним полосам, ограниченным с одной стороны стеной или колоннами тоннеля, возможности маневра практически почти исключены.

Как правило, при высоких скоростях движения в тоннеле на крайних полосах при появлении опасности водитель для исключения столкновения пытается тормозить и одновременно вывести автомобиль в любую свободную зону. Но такой маневр приводит к лобовому столкновению с колоннами тоннеля. Это обусловлено тем, что при повороте управляемых колес автомобиль становится под углом к колоннам. Торможение снижает скорость движения, но времени для полного торможения не достаточно. В

связи с этим можно считать, что удар происходит практически на той скорости, с которой автомобиль вошел в тоннель.

Настоящее изобретение направлено на решение технической задачи по обеспечению безопасности автомобиля, движущегося в тоннеле в условиях возникшей аварийной ситуации, за счет гашения скорости движения переводом автомобиля в его перемещение, относительное первоначальному перемещению. Достигаемый при этом технический результат заключается в повышении эксплуатационной безопасности.

Указанный технический результат достигается тем, что по способу повышения безопасности движения автомобиля в стесненных или не благоприятных для движения условиях тоннеля, заключающемся в том, что автомобиль перемещают в направлении заданного движения с заданной скоростью и требуемой дистанцией между автомобилями, определяемыми безопасностью движения из условия возможного безаварийного торможения в случае возникновения экстремальной ситуации в направлении движения автомобиля, последний в режиме торможения перемещают в направлении, перпендикулярном первоначальному направлению движения и касательном по отношению к стене тоннеля или его разделительной перегородке до контакта с последними» [9].

В разделе «Краткое описание чертежей» приводится перечень фигур с краткими пояснениями того, что изображено на каждой из них. Если представлены иные графические материалы, поясняющие сущность изобретения, они также указываются в перечне, и приводится краткое пояснение их содержания.

В разделе «Осуществление изобретения» показывается, как может быть осуществлено изобретение с реализацией указанного заявителем назначения, предпочтительно, путем приведения примеров, и со ссылками на чертежи или иные графические материалы, если они имеются.

Например:

«Настоящее изобретение поясняется следующими иллюстрациями, где:

На фиг. 1 – схема тоннеля с разделительными колоннами;

На фиг. 2 – схема столкновения автомобиля с колонной;

На фиг. 3 – вид на колонны с перегородками;

На фиг. 4 – схема движения автомобиля в тоннеле;

на фиг. 5 – схема гашения кинетической энергии о перегородки тоннеля...

...Практика строительства тоннелей показывает, что их можно разделить на два типа. Первый – это когда каждый однонаправленный поток ограничен монолитными гладкими стенками по бокам. Второй – это когда в одном тоннеле выполнены два разнонаправленных потока, разделенных опорами тоннеля в виде колонн, отстоящих друг от друга на некотором расстоянии для обеспечения возможности перехода с одной части тоннеля в другую...

...Согласно настоящему способу предлагается все колонны связать по границе основания силовыми гладкими и прочными перегородками 3 небольшой высоты, например 1 м (фиг. 3). Эта высота должна быть больше размеров

колеса и желательно не превышать высоту автомобиля. Это обусловлено тем, чтобы обеспечить возможность ремонтным рабочим, службам спасения и т.п. перелезть через перегородки. Такое исполнение колонн позволит иметь сплошную невысокую гладкую стенку, аналогичную стенке 4 тоннеля у другого края. При этом эти перегородки могут быть достаточно гладкими, чтобы уменьшить повреждаемость бортов автомобиля при контакте или упругоподвижными в направлении поперек расположения полос с тем, чтобы гасить энергию и уменьшить силу бокового удара автомобиля о перегородки (фиг. 5)...

...Учитывая изложенное, по настоящему способу автомобиль, движущийся в тоннеле по полосе, ограниченной по бокам стенкой или перегородкой колонн, в случае возникновения препятствия или экстремальной ситуации, может относительным перемещением по направлению первоначального движения погасить некоторую часть кинетической энергии за счет взаимодействия по касательной со стенкой или перегородкой. Взаимодействие под острым углом к стенке обуславливает появление рикошета и провоцирует отскок автомобиля от стенки без особо опасных для автомобиля последствий. Механическое взаимодействие по касательной автомобиля со стенкой тоннеля позволяет за счет возникновения трения и смятия корпусных листов кузова погасить часть кинетической энергии для сокращения необходимой длительности торможения в стесненных условиях, а также увеличить длину траектории и резерв времени для торможения...» [9].

Формула изобретения предназначается для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом.

Формула изобретения должна быть полностью основана на описании, т.е. характеризуемое ею изобретение должно быть раскрыто в описании, а определяемый формулой изобретения объем правовой охраны должен быть подтвержден описанием.

Формула должна быть ясной. Признаки изобретения должны быть выражены в формуле изобретения таким образом, чтобы обеспечить возможность понимания специалистом на основании уровня техники их смыслового содержания. Не допускается для выражения признаков в формуле изобретения использовать понятия, отнесенные в научно-технической литературе к ненаучным.

Формула может быть однозвенной и многозвенной и включать, соответственно, один или несколько пунктов.

Однозвенная формула изобретения применяется для характеристики одного изобретения совокупностью признаков, не имеющей развития или уточнения применительно к частным случаям его выполнения или использования.

Например:

«Способ повышения безопасности движения автомобиля в стесненных или не благоприятных для движения условиях тоннеля, противоположно направленные транспортные потоки в котором разделены сплошной стенкой или колоннами, заключающийся в том, что автомобиль перемещают в

направлении заданного движения с заданной скоростью и требуемой дистанцией между автомобилями из условия возможного безаварийного торможения в случае возникновения экстремальной ситуации в направлении движения автомобиля, отличающийся тем, что в случае возникновения препятствия на пути автомобиля последний в режиме торможения в направлении основного движения дополнительно перемещают в направлении, перпендикулярном первоначальному направлению движения и касательном по отношению к стенке тоннеля или к его колоннам, которые предварительно оснащают по границе основания силовыми гладкими перегородами с высотой не выше высоты автомобиля, позволяющими обеспечить при наезде на них рикошетный или касательный контакт» [9].

Многозвенная формула применяется для характеристики одного изобретения с развитием и (или) уточнением совокупности его признаков применительно к частным случаям выполнения или использования изобретения или для характеристики группы изобретений.

Многозвенная формула, характеризующая одно изобретение, имеет один независимый пункт и следующие за ним один или несколько зависимых пунктов.

Например:

«1. АСФАЛЬТОБЕТОННАЯ СМЕСЬ, включающая битум, карбонатный минеральный порошок и природный песок, отличающаяся тем, что она содержит карбонатный минеральный порошок, модифицированный 8 - 12% шлама гальванических производств при следующем соотношении компонентов...

2. Смесь по п. 1, отличающаяся тем, что шлам гальванических производств содержит гидроксиды металлов (на сухое вещество), мас. % :

Кальций 30 - 70

Железо 7 - 60

Медь 0,1 - 12,0

Цинк 0,1 - 18,0

Хром 0,1 - 16,0

Никель 0,01 - 3,0

Алюминий 0 - 8

Кадмий 0 - 0,5

Другие металлы (кобальт, марганец, свинец, олово) 0 - 1,5

Нерастворимые в кислотах включения 0 - 28» [10].

Реферат служит для целей информации об изобретении и представляет собой сокращенное изложение содержания описания изобретения, включающее название изобретения, характеристику области техники, к которой относится изобретение, и/или области применения, если это не ясно из названия, характеристику сущности изобретения с указанием достигаемого технического результата. Сущность изобретения излагается в свободной форме с указанием всех существенных признаков изобретения, нашедших отражение в независимом пункте формулы изобретения. При необходимости в реферате приводятся ссылки на позиции фигуры чертежей, выбранной для

опубликования вместе с рефератом и указанной в графе «Перечень прилагаемых документов» заявления о выдаче патента.

Реферат может содержать дополнительные сведения, в частности, указание на наличие и количество зависимых пунктов формулы, графических изображений, таблиц.

Рекомендуемый объем текста реферата – до 1000 печатных знаков.

Материалы, поясняющие сущность изобретения, могут быть оформлены в виде графических изображений (чертежей, схем, рисунков, графиков, эюр, осциллограмм и т.д.), фотографий и таблиц.

Рисунки представляются в том случае, когда невозможно проиллюстрировать изобретение чертежами или схемами.

Фотографии представляются как дополнение к графическим изображениям. В исключительных случаях, например, для иллюстрации этапов выполнения хирургической операции, фотографии могут быть представлены как основной вид поясняющих материалов.

Чертежи, схемы и рисунки представляются на отдельном листе, в правом верхнем углу которого рекомендуется приводить название изобретения.

Заявление о выдаче патента представляется на русском языке. Каждый документ заявки начинается на отдельном листе. Листы имеют формат 210 x 297 мм. Минимальный размер полей на листах, содержащих описание, формулу изобретения и реферат, составляет, мм:

- верхнее – 20;
- нижнее – 20;
- правое – 20;
- левое – 25.

Формат фотографий выбирается таким, чтобы он не превышал установленные размеры листов документов заявки. Фотографии малого формата представляются наклеенными на листы бумаги с соблюдением установленных требований к формату и качеству листа.

Нумерация листов осуществляется арабскими цифрами, последовательно, начиная с единицы, с использованием отдельных серий нумерации. К первой серии нумерации относится заявление, ко второй - описание, формула изобретения и реферат. Если заявка содержит чертежи или иные материалы, они нумеруются в виде отдельной серии. Так же нумеруется и перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот.

Документы печатаются шрифтом черного цвета с обеспечением возможности ознакомления с ними заинтересованных лиц и непосредственного репродуцирования. Тексты описания, формулы изобретения и реферата печатаются через 1,5 интервала с высотой заглавных букв не менее 2,1 мм (без деления на колонки).

Графические символы, латинские наименования, латинские и греческие буквы, математические и химические формулы или символы могут быть вписаны чернилами, пастой или тушью черного цвета. Не допускается смешанное написание формул в печатном виде и от руки.

В описании, в формуле изобретения и в реферате могут быть использованы математические выражения (формулы) и символы.

Форма представления математического выражения не регламентируется.

Все буквенные обозначения, имеющиеся в математических формулах, расшифровываются. Разъяснения к формуле следует писать столбиком и после каждой строки ставить точку с запятой. При этом расшифровка буквенных обозначений дается по порядку их применения в формуле.

Математические знаки: $>$, $<$, $=$, $+$, $-$ и другие используются только в математических формулах, а в тексте их следует писать словами (больше, меньше, равно и т.п.).

Для обозначения интервалов между положительными величинами допускается применение знака " " (от и до). В других случаях следует писать словами: "от" и "до".

При процентном выражении величин знак процента (%) ставится после числа. Если величин несколько, то знак процента ставится перед их перечислением и отделяется от них двоеточием.

Перенос в математических формулах допускается только по знаку.

Графические изображения (чертежи, схемы, графики, рисунки и т.п.) выполняются черными нестираемыми четкими линиями одинаковой толщины по всей длине, без растушевки и раскрашивания.

Масштаб и четкость изображения выбираются такими, чтобы при фотографическом репродуцировании с линейным уменьшением размеров до $2/3$ можно было различить все детали.

Цифры и буквы не следует помещать в скобки, кружки и кавычки. Высота цифр и букв выбирается не менее 3,2 мм. Цифровые и буквенные обозначения выполняются четкими, толщина их линий соответствует толщине линий изображения.

Каждое графическое изображение, независимо от его вида, нумеруется арабскими цифрами как фигура (фиг. 1, фиг. 2 и т.д.) в порядке единой нумерации, в соответствии с очередностью упоминания их в тексте описания. Если описание поясняется одной фигурой, то она не нумеруется.

На одном листе может быть расположено несколько фигур, при этом они четко отграничиваются друг от друга. Если фигуры, расположенные на двух и более листах, представляют части единой фигуры, они размещаются так, чтобы эта фигура могла быть скомпонована без пропуска какой-либо части любой из фигур, изображенных на разных листах.

Отдельные фигуры располагаются на листе или листах так, чтобы они были четко отделены друг от друга и листы были максимально насыщенными. Желательно располагать фигуры так, чтобы их можно было читать при вертикальном расположении длинных сторон листа. Если пропорции фигур таковы, что их удобнее расположить при поворнутом на 90° положении листа, то верх фигур должен приходиться на левую сторону листа.

Предпочтительным является использование на чертеже прямоугольных (ортогональных) проекций (в различных видах, разрезах и сечениях); допускается также использование аксонометрической проекции.

Разрезы выполняются наклонной штриховкой, которая не препятствует ясному чтению ссылочных обозначений и основных линий.

Каждый элемент на чертеже выполняется пропорционально всем другим элементам за исключением случаев, когда для четкого изображения элемента необходимо различие пропорций.

Чертежи выполняются без каких-либо надписей, за исключением необходимых слов, таких как "вода", "пар", "открыто", "закрыто", "А - А" (для обозначения разреза) и т.п.

Размеры на чертеже не указываются. При необходимости они приводятся в описании.

Изображенные на чертеже элементы обозначаются арабскими цифрами в соответствии с описанием изобретения.

Одни и те же элементы, представленные на нескольких фигурах, обозначаются одной и той же цифрой. Не следует обозначать различные элементы, представленные на различных фигурах, одинаковой цифрой. Обозначения, не упомянутые в описании, не проставляются в чертежах.

Если графическое изображение представляется в виде схемы, то при ее выполнении применяются стандартизованные условные графические обозначения.

Чертежи, схемы, рисунки не приводятся в описании и формуле изобретения.

Библиографические данные источников информации указываются таким образом, чтобы источник информации мог быть по ним обнаружен.

Заявки на изобретение представляются в Роспатент непосредственно, по факсу (с последующим представлением их оригинала), в электронном виде на машиночитаемом носителе (с одновременным представлением на бумажном носителе) или с использованием электронно-цифровой подписи либо направляются почтой по адресу: Бережковская наб., 30, к. 1, Москва, Россия, Г-59, ГСП-5, 123995. Факс: (495) 234-30-58, (495) 232-91-12. Телефон справочной службы: (499) 240-60-15.

3.3. Магистерская диссертация

Магистрант, выполнивший все требования учебного плана, а также установленный объем научно-исследовательской работы в соответствии с индивидуальным планом и прошедший практику, допускается к итоговой аттестации. Она включает сдачу итогового государственного экзамена и защиту магистерской диссертации, которая проходит публично.

Магистерская диссертация должна содержать совокупность результатов и научных положений, выдвигаемых автором для защиты, иметь внутреннее единство, свидетельствовать о способности автора самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания и практические навыки, видеть профессиональные проблемы, уметь формулировать задачи исследования и методы их решения. Содержание работы могут составлять результаты теоретических исследований, разработка новых методологических

подходов к решению научных проблем, а также решение задач прикладного характера.

Таким образом, магистерская диссертация – это самостоятельная научно-исследовательская работа, которая выполняет квалификационную функцию. Главная задача ее автора – продемонстрировать уровень своей научной квалификации, умение самостоятельно вести научный поиск и решать конкретные научные и прикладные задачи. Можно также выделить следующие основные цели выполнения и защиты магистерской диссертации:

- углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по направлению подготовки высшего профессионального образования,
- развитие умения критически оценивать и обобщать теоретические положения;
- применение полученных знаний при решении прикладных задач по направлению подготовки;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- овладение современными методами научного исследования;
- выяснение подготовленности магистрантов к практической деятельности в условиях рыночной экономики;
- презентация навыков публичной дискуссии и защиты научных идей, предложений и рекомендаций.

Наполнение каждой части магистерской диссертации определяется ее темой. Выбор темы, этапы подготовки, поиск библиографических источников, их изучение и отбор фактического материала, методика написания, правила оформления и защиты магистерской диссертации имеют много общего с дипломной работой. Однако требования к магистерской диссертации в научном отношении существенно выше, чем к дипломной работе. Магистерская диссертация, её тематика и научный уровень должны отвечать образовательно-профессиональной программе обучения.

Процесс выполнения магистерской диссертации включает следующие этапы:

1. Выбор темы, назначение научного руководителя.
2. Изучение требований, предъявляемых к данной работе.
3. Согласование с научным руководителем плана работы.
4. Изучение литературы по проблеме, определение целей, задач и методов исследования.
5. Непосредственная разработка проблемы (темы).
6. Обобщение полученных результатов.
7. Написание работы.
8. Рецензирование работы.
9. Защита и оценка работы.

Тема магистерской диссертации представляется на утверждение после оценки ее актуальности, научного и прикладного значения, наличия условий для выполнения в намеченный срок и обеспечения соответствующего научного

руководства. Магистранту предоставляется право самостоятельного выбора темы работы. Выбор производится на основании утвержденного на кафедре перечня направлений для выбора тем. Перечень является примерным, и магистрант может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Особенно тщательно следует подходить к выбору темы, если магистрант планирует продолжить свое обучение в аспирантуре и защищать кандидатскую диссертацию. В этом случае выбираемая тема должна быть направлена на решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли науки, и предполагать возможность дальнейшей более глубокой проработки.

Тематика магистерской работы должна отражать как теоретическую, так и практическую направленность исследования. Теоретическая часть исследования должна быть ориентирована на разработку теоретических и методологических основ исследуемых вопросов, использование новых концепций и идей в выбранной области исследования, отличаться определенной новизной научных идей и методов исследования.

Практическая часть исследования должна демонстрировать способности магистранта решать реальные практические задачи на основе разработки моделей, методологических основ и подходов в исследуемых вопросах.

После утверждения темы научный руководитель выдает магистранту задание на подготовку магистерской диссертации. Задание включает в себя название диссертации, перечень подлежащих к разработке вопросов, перечень исходных данных, необходимых для выполнения диссертации (нормативные документы и материалы, научная и специальная литература, конкретная первичная информация), календарный план-график выполнения отдельных разделов диссертации, срок представления законченной работы.

Кафедра регулярно заслушивает магистрантов и научных руководителей о ходе подготовки магистрантами диссертаций. О степени готовности магистерской диссертации они информируют руководителя магистерской программы и деканат.

Магистерская диссертация должна выполняться магистрантами самостоятельно, творчески, с учетом возможностей реализации отдельных частей магистерской диссертации на практике. Каждое принятое решение должно быть тщательно обосновано, полученные результаты подтверждены необходимыми экспериментами и теоретическими исследованиями.

Научный руководитель проверяет ход выполнения магистерской диссертации по отдельным этапам, консультирует магистранта по всем возникающим проблемам и вопросам, проверяет качество работы и по ее завершении представляет письменный отзыв на работу. В отзыве оцениваются теоретические знания и практические навыки магистранта по исследуемой проблеме, проявленные им в процессе написания магистерской диссертации. Также указывается степень самостоятельности магистранта при выполнении работы, личный вклад магистранта в обоснование выводов и предложений, соблюдение графика выполнения магистерской диссертации. Заканчивается

отзыв выводом о возможности (невозможности) допуска магистерской диссертации к защите.

Законченная магистерская диссертация должна отвечать следующим требованиям:

- а) авторская самостоятельность;
- б) полнота исследования;
- в) внутренняя логическая связь, последовательность изложения;
- г) грамотное изложение на русском литературном языке;
- д) высокий теоретический уровень.

Содержание магистерской диссертации составляет принципиально новый материал, включающий описание новых факторов, явлений, закономерностей или обобщение ранее известных положений с других научных позиций или в новом аспекте.

Введение к диссертации – наиболее ответственная часть текста, в которой должны отражаться все ее достоинства, элементы новизны, выносимые на защиту положения. Эти компоненты окончательно формируются на последнем этапе работы, когда достигнута полная ясность в понимании выбранной темы. Поэтому в большинстве случаев сначала оформляют основные части работы, а затем приступают к введению и заключению.

Основная часть диссертации неизбежно делится на главы в соответствии с логической структурой изложения. Логическая структура диссертации вырисовывается далеко не сразу. Для того, чтобы она стала предельно ясной, магистрант должен мысленно сформировать диссертацию как логическое целое, построенное в виде развернутого доказательства защищаемых положений.

Сначала такой «макет» целесообразно разрабатывать в форме плана, размышляя над правильным наименованием и расположением отдельных разделов.

Деление работы на главы должно служить логике раскрытия темы. Поэтому, с одной стороны, не следует вводить в план структурные единицы, содержательно выходящие за рамки темы или связанные с ней лишь косвенно, а с другой стороны, пункты плана должны структурно полностью раскрывать тему. План диссертации – это логическая схема изложения, и в этой схеме все должно быть на своем месте.

Главы магистерской диссертации – это основные структурные единицы текста. Название каждой из них нужно сформулировать так, чтобы оно не оказалось шире темы по объему содержания и равновелико ей, так как глава представляет собой только один из аспектов темы и название должно отражать эту подчиненность [29].

Начальным этапом любого исследования является обоснование актуальности выбранной темы. Способность автора правильно понять тему и оценить ее с позиций своевременности, экономической и социальной значимости характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность. Освещение актуальности не должно быть многословным. Нужно показать главное – суть решаемой задачи, из чего и будет видна

актуальность темы. Актуальность может быть определена как значимость, важность, приоритетность среди других направлений, вызвана неразработанностью ряда вопросов, появлением новых предпосылок и др. Любое научное исследование проводится для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания новых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту старых способов объяснения известных фактов.

От доказательства актуальности выбранной темы логично перейти к формулировке цели исследования, а также указать на конкретные задачи, которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Это обычно делается в форме перечисления (проанализировать..., установить..., разработать..., и др.). Как правило, текст цели исследования формируется из правильно сформулированной темы работы.

После этого необходимо показать методологическую, теоретическую и эмпирическую основу диссертации, её новизну, сформулировать положения, выносимые на защиту, обосновать теоретическую и практическую значимость исследования.

В заключительной части введения необходимо кратко сказать о степени апробации работы и ее структуре.

Требования к конкретному содержанию основной части магистерской диссертации устанавливаются научным руководителем и руководителем магистерской программы.

Основная часть должна содержать, как правило, три - четыре главы. В первой производится анализ состояния вопроса, вторая и третья посвящается теоретическим и экспериментальным исследованиям по выбранной теме, в последней главе производится оценка эффективности разработок.

Заключение как самостоятельный раздел работы должно содержать краткий обзор основных аналитических выводов проведенного исследования и описание полученных в ходе него результатов.

Следует отметить, что хорошо написанные введение и заключение дают четкое представление читающему о качестве проведенного исследования, круге рассматриваемых вопросов, методах и результатах исследования.

В заключении должны быть представлены:

- общие выводы по результатам работы;
- оценка достоверности полученных результатов и сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ;
- предложения по использованию результатов работы, возможности внедрения разработанных предложений в практике.

Заключение включает в себя обобщения, общие выводы и, самое главное, конкретные предложения и рекомендации. Представленные в заключении выводы и результаты исследования должны последовательно отражать решение всех задач, поставленных автором в начале работы (во введении), что позволит оценить законченность и полноту проведенного исследования.

Не позднее, чем за два месяца до защиты, выпускающая кафедра организует предзащиту магистерской диссертации, на которой магистрант

докладывает о результатах своей научно-исследовательской деятельности, а также принимается решение о допуске магистранта к защите магистерской диссертации. Подготовленная к защите магистерская диссертация должна пройти нормоконтроль. Задача нормоконтроля – проверка соответствия магистерской диссертации нормам и требованиям, установленным в действующих государственных стандартах специальностей и нормативных актах высшей школы.

На основании анализа содержания магистерской диссертации и после прохождения нормоконтроля научный руководитель решает вопрос о допуске к защите в ГАК. Магистерская диссертация, допущенная к защите, направляется на обязательное рецензирование. Рецензент после ознакомления с магистерской диссертацией составляет заключение – рецензию, в которой отмечает достоинства и недостатки работы, аргументировано оценивает ее качество и делает заключение о реальной практической ценности данной работы. Магистрант заблаговременно знакомится с рецензией.

Отзыв на магистерскую диссертацию и рецензия на магистерскую диссертацию вкладываются в диссертацию. На последней странице отзыва и рецензии должна стоять подпись магистранта об ознакомлении с ними. Магистерская диссертация принимается под роспись и только при наличии ее в распечатанном переплетенном виде.

Защита магистерской диссертации проводится на открытом заседании ГАК. Время защиты объявляется заранее. На защиту приглашаются научные руководители, рецензенты и все желающие. Первое слово предоставляется магистранту, время его выступления должно составлять не менее 15 минут. В своем докладе магистрант раскрывает актуальность выбранной темы, основную цель и обусловленные ею конкретные задачи, освещает научную новизну результатов исследования, обосновывает положения, выносимые на защиту и их практическое использование. Научно-практическую значимость исследования магистрант подтверждает полученными результатами.

После выступления автор отвечает на вопросы членов комиссии. Далее выступает научный руководитель, который характеризует, насколько самостоятельно, творчески относился магистрант к выполнению своего исследования и отмечает соответствие работы требованиям государственного стандарта, после чего начинается её обсуждение. В заключение слово предоставляется магистранту, который отвечает на замечания и вопросы, определяет свое отношение к выступлениям.

Результаты защиты оцениваются по всей совокупности имеющихся данных, в том числе:

- по содержанию магистерской диссертации;
- оформлению магистерской диссертации;
- докладу выпускника;
- ответам выпускника на вопросы при защите;
- характеристике выпускника научным руководителем работы;
- рецензии на работу.

Результаты защиты диссертации объявляются в тот же день после оформления протокола заседания ГАК.

Результаты магистерской диссертации могут быть рекомендованы к публикации или внедрению [4].

Глава 4. Организация работы над диссертацией

4.1. Основные сведения о диссертации, квалификации, правах и обязанностях соискателя ученой степени

Диссертация (от лат. *dissertatio* рассуждение, исследование) – специальная форма научного произведения, имеющего квалификационный характер, подготовленная для публичной защиты и получения ученой степени. Написание и защита диссертации является важнейшим этапом подготовки научных кадров в России и за рубежом и необходимым условием для приема в научное сообщество.

Как уже отмечалось ранее, в нашей стране существует двухступенчатая система ученых степеней: кандидат – доктор наук, для присвоения которых необходимо подготовить и защитить соответствующие диссертации, а также успешно пройти экспертизу в ВАК России.

В соответствии с «Положением о порядке присуждения ученых степеней» диссертация на соискание учёной степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо изложены научно обоснованные технические, экономические или технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны.

Диссертация на соискание учёной степени доктора наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, либо решена крупная научная проблема, имеющая важное социально-культурное или хозяйственное значение, либо изложены научно обоснованные технические, экономические или технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны и повышение её обороноспособности.

Объем диссертации, как правило, не должен превышать:

- 150 страниц – для кандидатской диссертации;
- 300 страниц – для докторской диссертации;

Объем диссертации по гуманитарным наукам может быть на 25% больше. Приложения в указанный объем диссертации не включаются.

Диссертация – уникальный по своей полноте вид научной работы. В ней фиксируются исходные предпосылки, ход и результаты научного исследования; приводятся факты и их многосторонний анализ; обосновывается применение общих и специальных методов; рассматриваются результаты апробации и

внедрения полученных результатов, оценивается их технико-экономическая эффективность и др.

Диссертация должна свидетельствовать не только о вкладе в науку, но и о личных качествах соискателя как ученого. Он при работе над диссертацией решает две основные задачи:

- повышает свою общеобразовательную, общенаучную, профессиональную и специальную научную подготовку;
- демонстрирует и подтверждает уровень своей квалификации перед другими учеными [24].

Квалификацию соискателя определяют следующие навыки:

1. Знание литературных источников по выбранной теме исследования, включая периодические издания, учебники и пособия, монографии, диссертации, справочную и нормативную литературу, патенты и др.

2. Свободное владение современными теоретическими и экспериментальными методами научных исследований, обработки и анализа данных, включая необходимые программные пакеты.

3. Умение подготавливать и оформлять все виды сопутствующих написанию диссертации трудов и документов: отчетов по НИР, научных статей, патентов, актов внедрения результатов исследований и др.

4. Знание понятийного аппарата учебных дисциплин по профилю выбранной научной специальности, способность вести лекции, практические и семинарские занятия.

5. Владение научным языком, терминологией, основами ораторского искусства, умение докладывать и защищать результаты своей работы, вести аргументированный диалог, спор.

Основной формой обучения в вузах, направленной на подготовку кандидатов наук, является аспирантура. В нее имеют право поступать выпускники вузов (специалисты и магистры), имеющие соответствующий диплом о высшем профессиональном образовании. Существуют две формы аспирантуры – очная со сроком обучения три года и заочная (четыре года). Прием в аспирантуру осуществляется по результатам сдачи вступительных экзаменов и конкурсного отбора. Как правило, будущие аспиранты должны иметь опубликованные статьи, опыт участия в научных конференциях, конкурсах, отличные и хорошие оценки в дипломе. Дополнительным преимуществом при поступлении может стать выполненный дипломный проект с элементами научных исследований или магистерская диссертация научной направленности, отмеченные в установленном порядке государственной аттестационной комиссией вуза.

Аспирантам очной формы обучения выплачивается государственная стипендия. С 1 сентября 2012 г. для аспирантов и докторантов федеральных государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования, образовательных учреждений дополнительного профессионального образования и научных организаций стипендии будут установлены в размере – 6000 рублей для аспирантов и 10000 рублей для докторантов, подготавливающих диссертации по специальностям научных

работников технических и естественных отраслей наук, перечень которых устанавливается Министерством образования и науки Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2010 г. № 991 «О стипендиях аспирантам и докторантам федеральных государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования, образовательных учреждений дополнительного профессионального образования и научных организаций»). Лицам мужского пола также предоставляется отсрочка от службы в вооружённых силах.

Ректоры высших учебных заведений и руководители научных учреждений, организаций могут устанавливать надбавки к стипендиям аспирантов без ограничения их предельных размеров. Аспирантам в установленном порядке могут быть назначены государственные именные стипендии, а также именные стипендии высшего учебного заведения или научного учреждения, организации на основании решения ученого совета вуза или научно-технического совета научного учреждения, организации за счет внебюджетных средств.

После зачисления аспирантам решением профильной кафедры назначается научный руководитель. Каждый аспирант обязан иметь индивидуальный план, в котором отражена по годам детальная программа обучения. В плане приводится обоснование выбора темы диссертационной работы, подготовленное аспирантом и подписанное научным руководителем.

Примерная программа обучения в аспирантуре включает в себя:

1. Первый год обучения:

- подготовка обоснования темы диссертации, обсуждение его на заседании кафедры, утверждение темы на заседании Ученого совета (в течение 3-х месяцев со дня зачисления);
- сдача кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку;
- изучение литературных источников по теме исследования;
- разработка методики опытно-экспериментальной работы;
- участие в конференциях университета.

2. Второй год обучения:

- уточнение плана диссертационного исследования;
- продолжение изучения литературных источников по теме диссертации;
- подготовка варианта обзорной главы диссертации;
- подготовка и проведение опытно-экспериментального исследования;
- участие в конференциях различного уровня (университетских, региональных, республиканских и др.);
- подготовка публикаций к печати.

3. Третий год обучения:

- анализ результатов опытно-экспериментальной работы;
- завершение работы над текстом диссертации;
- подготовка всех материалов для предварительной экспертизы на кафедре (диссертация, авто-реферат);
- сдача кандидатского экзамена по специальной дисциплине;

– представление диссертации в диссертационный совет для защиты.

В случае наличия задела по теме диссертации данная программа может быть существенно скорректирована.

Кроме аспирантуры в России существует форма «соискатель ученой степени кандидата наук», при которой он прикрепляется к соответствующей кафедре: для сдачи кандидатских экзаменов – на один год (в этом случае научный руководитель не назначается); для работы над диссертацией – до пяти лет (соискателям данной категории назначается научный руководитель).

Кандидаты наук, работающие над докторской диссертацией, имеют возможность поступления в докторантуру на срок не более трех лет. Для зачисления в докторантуру претендент подает заявление на имя ректора вуза, копию диплома о присуждении степени кандидата наук, личный листок по учету кадров, список опубликованных работ и развернутый план подготовки докторской диссертации. Ректор издает приказ о зачислении на основании рекомендации соответствующей кафедры и решения Ученого совета вуза (факультета). За период прохождения докторантуры докторант обязан подготовить диссертацию на соискание ученой степени доктора наук и представить ее на рассмотрение кафедры. Докторантам может быть назначен научный консультант [25, 26].

4.2. Выбор темы диссертации и научного руководителя

Начальным этапом работы над диссертацией является выбор ее темы и научного руководителя. Это очень ответственный этап, во многом определяющий дальнейшее успешное развитие диссертационного исследования.

Часто ученые, активно занимающиеся научной деятельностью, сами подбирают себе будущих учеников из числа успешных студентов и начинают с ними активно сотрудничать уже на старших курсах специалитета, бакалавриата и в магистратуре. Они подбирают соискателю тематику будущего исследования и разрабатывают первоначальный план работы. Такой вариант взаимодействия научного руководителя и соискателя следует признать наиболее естественным, эффективным и всячески поддерживать на государственном и вузовском уровне.

Однако распространен случай, когда соискатель ученой степени сам пытается найти научного руководителя из числа ученых, занимающихся научными исследованиями в интересной ему области знаний. Какими критериями следует руководствоваться в этом случае? Они достаточно просты. Прежде всего, об эффективности научного руководителя говорит число защищенных учеников. Их достаточное количество наряду с созданием собственной научной школы свидетельствует о способности ученого направлять соискателей в нужное русло. Напротив, если у предполагаемого научного руководителя были за годы профессиональной деятельности десятки аспирантов, но защитились из них единицы, следует достаточно критически оценивать его возможности. Не менее важное значение имеет научная репутация ученого, его известность научных кругах, количество публикаций в

престижных журналах, индекс цитирования и др. Хорошо, если ученый является членом диссертационного совета по выбранной специальности, это может несколько облегчить последующую процедуру прохождения диссертации. Как правило, удачные союзы получаются между аспирантами и докторантами, имеющими право руководства соискателями ученой степени. Пускай последние и не имеют большого опыта, но они находятся на пике своего развития и могут максимально реализовать свой научный потенциал, в том числе и при подготовке учеников.

Следует отметить, что часто соискатели боятся сами сделать первый шаг и обратиться с просьбой о научном руководстве к уважаемому профессору или научному работнику. Это напрасно, так как настоящие ученые зачастую достаточно просты в общении и с симпатией относятся к молодым коллегам. Самоутверждаются за счет других и кичатся своими регалиями те, кто мало что представляют собой в мире науки.

Выбрать тему диссертации – значит определить, в каком направлении в течение достаточно длительного времени будет двигаться соискатель, что будет составлять основу его деятельности. Поскольку диссертация – это не рядовая научная работа, а квалификационная, то ее тема должна быть направлена на развитие соискателя, углубление знаний, совершенствование навыков, т.е. обеспечить восхождение на более высокую квалификационную ступень как специалиста в определенной области знаний.

Выбору темы должен предшествовать анализ состояния вопроса. Необходимо понять, какие научные проблемы в соответствующей области знаний требуют быстрее разрешения, можно ли в таких проблемах вычленить самостоятельные части (разделы), какие из выделенных разделов являются ключевыми, какова степень их изученности. Следует проанализировать также степень практической значимости результатов решения составных частей проблемы, а также достаточность лабораторной базы и методического обеспечения для проведения исследований в организации, где предполагается выполнение диссертационного исследования.

Без такого анализа невозможно:

- сформулировать название темы;
- оценить актуальность выбранного направления;
- исключить «тупиковые» (проблема не решается вообще на современном уровне развития науки) или «глухие» (разработку тех разделов проблемы, которые самостоятельно могут быть решены только после получения результатов по другим разделам) темы;
- оценить ориентировочно время, требуемое для выполнения работы;
- спланировать проведение исследований в организации, где выполняется диссертационное исследование, а также при необходимости в других организациях.

Следует еще раз подчеркнуть, что в выборе темы ключевую роль должно играть мнение научного руководителя, который имеет гораздо больший опыт и

багаж знаний, чем соискатель, и может комплексно оценивать сложившуюся ситуацию в той или иной области науки.

Окончательно сформулированное название темы диссертации проходит рассмотрение на кафедре и утверждается ученым советом организации, в которой выполняется работа. Только на основании решения этого ученого совета можно изменить тему, если окажется, что первоначально избранное соискателем направление ошибочно.

Название диссертации в ходе выполнения работы и даже при ее первичной экспертизе (вплоть до принятия к защите советом по защите диссертаций) может уточняться, важно только, чтобы при этом сохранилось то направление исследований, которое определено утвержденной темой.

Выбранная тема диссертации должна быть актуальной. Именно в этом случае наиболее просто просматривается научная новизна и результативность экономических, технологических и технических решений, а также организационных мероприятий, предложенных соискателем. Результаты исследований находят быстрое признание и широкое внедрение, а значимость работы и вклад соискателя в решение рассматриваемой проблемы не вызывает сомнений.

Предварительный анализ степени изученности проблемы позволяет оценить степень сложности поставленной перед соискателем задачи. Если никаких предварительных научных «заделов» не обнаружено не только в организации, где планируется выполнение работы, но и в доступной литературе нет упоминания по данному вопросу, значит, это – пионерская тема, предусматривающая выдвижение научных решений, не имеющих аналогов. Несомненно, что научная новизна результатов выполнения такой работы будет самой высокой. Но в условиях современного уровня развития науки нерешенными остались достаточно сложные темы, их выполнение по плечу не отдельным исследователям, а целым творческим коллективам. Чтобы выделить фрагмент такой темы, обладающий относительной самостоятельностью и сохраняющий высокую степень новизны получаемых решений, нужен большой опыт, вряд ли соискатель сможет сделать это самостоятельно – здесь он должен положиться на интуицию своего научного руководителя. Успешная работа в новом направлении требует от соискателя ученой степени высокой организованности и полной самоотдачи, а также готовности терпеть неудачи. Задумав выполнить такую работу (либо получив предложение от научного руководителя), каждый соискатель должен серьезно взвесить свои возможности, не переоценивая при этом собственных способностей.

В случае выбора «избитой» темы сложно выделить ее фрагмент, где можно ожидать получение новых результатов, идентифицировать и оценить личный вклад соискателя. Могут возникнуть трудности при проведении экспертизы диссертации.

Оптимальным вариантом в определении темы является постановка перед соискателем задачи развития положений, выдвинутых той или иной научной школой, т.е. выбор довольно узких тем, имеющих определенный «задел». Не следует думать, что это уменьшает их актуальность: рассматривая частные

вопросы достаточно разработанной концепции, исследователь обеспечивает решение большой проблемы, так как отсутствие какой-то составной части делает эту концепцию неполноценной. Опыт показывает, что «узкая» тема прорабатывается более глубоко и детально. На первом этапе работы кажется, что она настолько узкая, что нельзя разработать что-то новое. Но по мере ознакомления с материалом это опасение исчезает, исследователю открываются новые стороны и аспекты проблемы, возникают дополнительные задачи и пути их решения.

Выбирая тему, и соискатель, и его научный руководитель должны оценить достаточность методического, лабораторного и информационного обеспечения работы в том структурном подразделении, в котором будет выполняться диссертационное исследование. Если для получения новых результатов предполагается освоение новых методик, приобретение и монтаж новых приборов и аппаратуры, необходимо, прежде чем выносить тему на утверждение ученым советом, заручиться гарантиями на соответствующее материальное обеспечение, заключить договоры о сотрудничестве с теми научными коллективами, где отработаны аналогичные методики. Если монтаж и самостоятельное освоение необходимой для проведения исследования установки потребует годы, лучше договориться об аренде (или другой форме совместного использования) такой установки с той организацией, где она имеется и накоплен опыт ее использования.

Целесообразно перед окончательным утверждением темы работы задаться вопросом – в каком диссертационном совете возможна ее защита? Лучший вариант, когда диссертационный совет по теме исследования создан при организации, где выполняется работа. Если таковой отсутствует, необходимо набросать карту диссертационных советов по выбранной специальности и оценить возможности защиты в них, вероятные трудности и «подводные камни». Большое значение здесь имеет наличие личных связей и контактов научного руководителя или руководства вуза с коллективами профильных диссертационных советов.

В заключении коротко остановимся на требованиях к формулировке названия диссертационной работы.

Название диссертации должно определять область научных исследований, быть по возможности кратким и точно соответствовать содержанию. В названии диссертации следует избегать использования усложненной узкоспециальной терминологии. Не рекомендуется начинать название диссертации со слов: «Изучение процесса...», «Исследование некоторых путей...», «Разработка и исследование...», «Некоторые вопросы...», «Материалы к изучению...», «К вопросу...» и т.п., в которых не отражается суть рассматриваемой проблемы, завершенность работы, нет достаточно ясного определения ее цели и результатов» [27, 28].

В наименовании темы обычно присутствует:

– «угол исследования», его направленность (повышение эффективности, обоснование технологии, совершенствование структуры, оптимизация, снижение затрат и т.д.);

- объект исследования (устройство, способ, явление, процесс, область знаний, классифицируемые УДК);
- предмет исследования (способ действия, инструмент, модель, метод исследования, методология, концепция изучения или построения).

Например:

- *«Повышение эффективности и безопасности эксплуатации автомобильного транспорта на основе увеличения пропускной способности автомагистралей»;*
- *«Оптимизация транспортного обслуживания населения муниципальных образований с учетом социальных факторов»;*
- *«Научные основы комплексной реструктуризации городского автобусного транспорта»;*
- *«Теоретические и методологические основы оценки остаточного усталостного ресурса асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог»;*
- *«Совершенствование теоретических основ и практических методов применения струйной цементации грунтов в конструктивных решениях транспортных сооружений»;*
- *«Обоснование эффективной технологии строительства глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях».*

Можно выделить следующие типичные ошибки в формулировках названия диссертации:

- некорректность, стилистическая ущербность названия. Так, из названия *«Проектирование и расчет несущих слоев дорожного полотна на основе учета основных негативных природно-климатических и эксплуатационных факторов»*, неясно, какие именно негативные факторы явились объектом исследования. Кроме того, приведенное название стилистически ущербно, так как оно не отражает научную направленность диссертационной работы, а расчет любой несущей конструкции является основной стадией ее проектирования;

- в названии не соблюдается последовательность представления первичного и вторичного, того, что является объектом исследования, и того, какой положительный эффект может быть достигнут. Например, в диссертации на тему *«Совершенствование организации строительства высотных зданий на основе разработки модифицированного поворотного механизма башенного крана»* разрабатываются элементы строительных машин, что соответствует научной специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины», а в названии сделан акцент на совершенствование организации строительства, что соответствует научной специальности 05.23.08 – «Технология и организация строительства».

- название формулируется как название этапа (задания) научно-исследовательской работы: *«Обосновать и разработать средства опережающего упрочнения транспортных тоннелей большого сечения»;*

- название перегружено специальными терминами (*«Обоснование параметров контурного взрывания при проходке сопряжений околоствольных*

дворов с применением шагающего вруба, непатронированных взрывчатых веществ и обратного инициирования»).

В названии также следует избегать использования узкоспециальных жаргонных выражений.

4.3. Организация и проведение диссертационного исследования

Поступая в аспирантуру или оформляясь соискателем для выполнения диссертационного исследования, молодой ученый должен понимать, что статус аспиранта или соискателя обязывает его подготовить и представить диссертацию в установленные сроки. Поэтому в период обучения он должен с особенной тщательностью, рационально планировать свое рабочее время. В сочетании с высокой требовательностью и систематической помощью научного руководителя и коллектива кафедры планирование и контроль выполнения отдельных этапов работы создают необходимую рабочую атмосферу для достижения поставленной цели – подготовки и защиты диссертации. Хотя в истории науки известны открытия, сделанные случайным образом, однако для современного уровня ее развития и объемах накопленной информации наиболее эффективным является планомерно организованная научная работа.

Основным документом, регламентирующим содержание этапов работы аспиранта (соискателя) над диссертацией и сроки их выполнения, является индивидуальный план обучения. Этот документ составляется в первые месяцы учебы в аспирантуре. Особенности его оформления определяются организацией, ведущей подготовку аспирантов. Тем не менее, некоторые общие подходы имеются. Как правило, для оформления индивидуального плана вузы имеют специальные формы, которые аспирант заполняет не менее, чем в двух экземплярах (один хранится в личном деле аспиранта или соискателя в отделе аспирантуры по месту обучения в ней, второй – лично у диссертанта). Этот план представляется соискателем на заседании кафедры, к которой он прикреплен, и при условии одобрения утверждается руководителем вуза.

В индивидуальном плане аспирантов и соискателей отражается распределение по годам основных мероприятий по их обучению и работе над диссертацией, а именно:

- подготовка и сдача кандидатских экзаменов;
- дополнительные мероприятия по повышению квалификации диссертанта, устанавливаемые организацией, осуществляющей подготовку аспирантов и соискателей (лекционная подготовка, сдача дополнительных экзаменов и зачетов, участие в педагогическом процессе и др.);
- основные этапы проведения исследований по теме диссертации (выполнение теоретических исследований, проведение эксперимента, обработка экспериментальных данных и др.) с указанием сроков их проведения;
- подготовка публикаций по теме диссертации, докладов и выступлений;
- основные этапы работы по написанию и оформлению диссертации (подготовка обзора литературы, методической части и др.).

На основании анализа объемов выполнения индивидуального плана производится ежегодная аттестация аспирантов на кафедре и перевод на следующий курс обучения.

Научный руководитель оказывает соискателю ученой степени помощь в составлении индивидуального плана и организации его работы. Он также должен:

- контролировать своевременное выполнение соискателем всех этапов обучения и подготовки диссертации;
- проводить систематические консультации по всем вопросам обучения в аспирантуре и проведению научных исследований по теме диссертации;
- давать квалифицированную оценку получаемых результатов на всех этапах с обеспечением требований по их достоверности и качеству обработки;
- рассматривать содержание диссертации как по частям, так и целом, на предмет соответствия требованиям, установленным ВАК на момент завершения соискателем работы над ней;
- активно содействовать организации предварительной экспертизы диссертации на всех этапах рассмотрения (включая ее представление в совет по защите диссертаций);
- представить в совет по защите диссертации отзыв, в котором дать научную оценку диссертации, а также характеристику личности соискателя.

Естественно, что в начале работы над диссертацией, когда индивидуальный план подготовки утверждается руководителем организации и становится официальным рабочим документом, невозможно предусмотреть заранее все детали процесса обучения в аспирантуре и работы над диссертацией в течение нескольких лет. Детально все этапы работы над диссертацией с привязкой к срокам их выполнения прописаны в рабочем плане (рабочей программе), который составляется не более чем на год, причем каждый последующий с учетом результатов предыдущего этапа – накопленных знаний у соискателя, а также новых фактов и данных по теме диссертации.

Перед составлением рабочего плана соискателю необходимо понять очередность и логическую последовательность выполнения намечаемых задач исследования, разработать стратегию и тактику выполнения научного исследования по своей работе. Меняя тактику на отдельных этапах, нельзя менять стратегическую цель, ибо можно потерять смысл проведения исследований. При этом должны быть уточнены возможности выполнения отдельных задач с учетом материально-технической базы и других условий для их реализации. Порядок же исполнения может и изменяться, однако в любом случае надо стремиться к выполнению поставленных задач. Одновременно следует помнить, что есть комплекс задач, при решении которых нельзя менять порядок их выполнения произвольно. Реализация таких задач возможна только при последовательном выполнении этапов друг за другом. Иначе может возникнуть ситуация с получением недостоверных и взаимно противоречащих результатов, что существенно затруднит завершение работы над диссертацией.

Таким образом, не только реализация, но и составление рабочего плана по диссертации является творческим и динамичным процессом, в котором необходимо активное взаимодействие соискателя и его научного руководителя.

4.4. Структура диссертационного исследования

4.4.1. Анализ литературных источников

Первая глава диссертации посвящается анализу литературных источников по рассматриваемому вопросу. По качеству ее выполнения можно сделать вывод об уровне подготовки соискателя, глубине понимания рассматриваемых проблем и способности критически и в то же время корректно оценивать результаты, полученные другими исследователями. Диссертант должен уметь логично систематизировать источники информации, критически их анализировать, выделять наиболее важные результаты, полученные другими авторами, вычленять нерешенные проблемы. О высокой квалификации соискателей свидетельствуют диссертации, в которых сжато и критически оценивается уровень состояния рассматриваемых вопросов на современном уровне с учетом особенностей развития научной мысли в историческом плане, а также логично и убедительно показываются на их фоне нерешенные предшественниками проблемы и задачи.

Тщательному просмотру и детальному анализу должны подвергаться все виды источников научной информации, содержание которых связано с темой диссертации. К ним относятся материалы, опубликованные в различных отечественных и зарубежных изданиях, описания изобретений, непубликуемые документы в виде отчетов научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских разработок (ОКР), диссертаций, депонированных рукописей, отчетов, нормативной документации и др.

Прежде чем начать систематическое изучение источников информации, диссертант должен выделить слова или словосочетания, наиболее полно характеризующие содержание работы (ключевые слова), поскольку они лежат в основе поискового аппарата реферативных и справочно-информационных изданий (в том числе на электронных носителях и в сети Интернет). Изучение состояния вопроса целесообразнее всего начинать со знакомства с информационно-библиографическими изданиями, цель выпуска которых состоит в предоставлении оперативной информации об отдельных публикациях и их основном содержании.

Существенно облегчает поиск информации применение поисковых систем и современных электронных ресурсов Интернет. Последние могут иметь свободный и ограниченный доступ, универсальную или специальную тематику, содержать разнообразные виды научных работ или только конкретные (например, диссертации) и др. В университетах России должна быть организована возможность использования сотрудниками и учащимися электронных ресурсов по реализуемым в вузе научным и образовательным направлениям, иначе они будут существенно ограничены в получении

новейшей информации. Перечень некоторых популярных электронных научных и образовательных ресурсов приведен в приложении 3.

Изучение литературы по выбранной теме нужно начинать с общих работ, классических учебников и пособий, чтобы сформировать вначале предварительное представление о предмете и объекте исследований. Только после изучения широкого круга вопросов, близких выбранной теме диссертации, соискателю следует приступать к поиску нового материала по отдельным специальным направлениям.

Сам процесс изучения литературных источников состоит из отдельных этапов, общепринятых в научной среде:

- общее ознакомление с источником информации в целом по оглавлению;
- беглый просмотр всего содержания;
- последовательное чтение всего материала в порядке его расположения;
- выборочное чтение какой-либо части источника информации;
- выписка материалов, представляющих интерес с точки зрения цели и задач исследований;
- критическая оценка выписанного материала, его обработка и выработка окончательных формулировок.

Основой для успешной подготовки обзора литературы является глубокое понимание соискателем цели и задач исследований. Лишь в этом случае подбор литературных источников может быть целенаправленным, а критический анализ состояния рассматриваемого вопроса достаточно глубоким. С другой стороны именно на основании выводов, вытекающих из анализа литературных источников, формулируется цель и задачи исследований. Поэтому часто при подготовке первой главы делается обзор большего числа вопросов, чем рассматриваемых в последующих главах диссертации. Важно, чтобы каждый подраздел первой главы быть посвящен анализу конкретного аспекта выделенной темы исследований и заканчивался четкими и логичными выводами.

Следует предостеречь соискателя от излишней категоричности по утверждению своего приоритета в каком-то научном направлении, особенно если это касается достаточно изученного вопроса. Объективность требует, чтобы такой вывод сделали его коллеги по завершении исследований, имеющие авторитет в данной области. Вполне возможно, что поспешный вывод сделан соискателем из-за недоступности ему отдельных источников информации.

Заключительной частью первой главы диссертации является выстраивание полученных ранее выводов в четкую логическую цепочку, из которой должно быть понятно, что сделано ранее по теме исследований, каков современный уровень практической реализации известных научных разработок, какие вопросы являются недостаточно изученными, наиболее актуальными и требуют первоочередного рассмотрения на современном этапе развития науки и техники. Выводы сопровождаются ссылками на конкретные работы, ученых и специалистов. Здесь нужна педантичность и скрупулезность, так как отсутствие в диссертационном обзоре упоминания о том или ином известном ученом в

рассматриваемой области науки считается дурным тоном. Если такая работа проведена правильно, окончательная формулировка цели и задач исследований не составляет труда. При этом выводы и материалы обзора литературы, которые не имеют прямого отношения ни к одной из поставленных задач, должны быть без сожаления исключены из окончательного варианта обзорного раздела.

В качестве примера ниже представлена структура первой главы диссертации на тему «Обоснование эффективной технологии крепления глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях» по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» [13].

«1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ»

1.1. Анализ техники и технологии строительства вертикальных стволов

1.1.1. Анализ опыта сооружения вертикальных стволов горнодобывающих предприятий в Советском Союзе и современной России

Основными вскрывающими выработками большинства горнодобывающих предприятий являются вертикальные стволы, связывающими подземные добычные горизонты с земной поверхностью и считающиеся важнейшими объектами строительства и эксплуатации шахты.

Стволы относятся к капитальным подземным сооружениям, срок эксплуатации которых может достигать 60 - 80 лет и более. В течение этого периода ствол в зависимости от своего назначения должен обеспечивать безаварийную выдачу полезного ископаемого и породы, спуск-подъем людей, материалов, оборудования, необходимый режим вентиляции, и др....

...На основе анализа опыта строительства вертикальных стволов в СССР и России, исходя из основных технологических признаков и ряда внешних факторов, можно выделить пять основных периодов сооружения вертикальных стволов: до 1952 г., с 1952 по 1958 г., с 1959 по 1969 г., с 1970 по 1990 г., с 1991 г. по настоящее время [8]...

...Таким образом, современный период сооружения стволов в России можно охарактеризовать двумя основными признаками:

- преобладающим применением совмещенной технологической схемы проходки с креплением монолитным бетоном и крепями на его основе;
- увеличением средних глубин проходки вертикальных стволов до 1000 м и максимальных глубин до 2 км.

В связи с этим в качестве объекта диссертационного исследования далее рассматриваем глубокий вертикальный ствол протяженностью от 700 до 1500 м и более, являющийся основной вскрывающей выработкой горнодобывающих предприятий XXI века.

1.1.2. Анализ опыта сооружения вертикальных стволов в передовых горнодобывающих странах

Наиболее высокий уровень развития техники и технологии проходки вертикальных стволов достигнут шахтостроительными фирмами ЮАР, Германии, США, Китая и др. [255].

В этих странах при проходке стволов применяется параллельная схема с совмещением работ по выемке породы в забое ствола и возведению постоянной крепи с отставанием до 25 м и более с помощью многоярусного полка. Разновидностью данной технологии также является схема с одновременным армированием, предусматривающая установку расстрелов армировки одновременно с креплением ствола...

...Рассмотренные примеры свидетельствуют о том, что в зарубежных странах в отличие от России нашла широкое применение параллельная технологическая схема, позволяющая обеспечить проходку стволов, в том числе большой глубины, с высокими скоростями (до 150 - 200 м/мес.). При этом в отличие от опыта применения параллельных схем проходки в Советском Союзе, зарубежные технологические решения предусматривают более простые схемы оснащения на поверхности, обеспечивающие уменьшение продолжительности и стоимости работ подготовительного периода.

Известен ряд попыток по адаптации параллельных схем проходки с анкерным креплением в условиях России [68, 226, 253]. Однако в данных работах в основном рассматривались относительно благоприятные условия, в которых анкерная крепь выполняла функцию временной ограждающей конструкции. Внедрение параллельной технологии при строительстве глубоких вертикальных стволов в условиях большого горного давления, неоднородных пород и др. требует более серьезного научного обоснования возможности обеспечения устойчивости обнаженных пород до возведения основной крепи.

1.2. Анализ влияния глубины вертикальных стволов на изменение условий их строительства и эксплуатации

Вертикальный ствол представляет собой сложную горнотехническую систему, на эффективность строительства и эксплуатации которой влияет комплекс горно-геологических и технологических факторов. Увеличение протяженности вертикальных выработок приводит к изменению количественных значений факторов и качественных закономерностей их влияния.

Исходной базой для разработки проекта строительства ствола, в частности для определения критерия устойчивости пород, C [212], являются горно-геологические условия строительства: физико-механические свойства пород, параметры структуры и строения массива, гидрогеологические характеристики, тектоника участка и др.

Рассматривая влияние увеличивающихся глубин на устойчивость ствола можно перейти к параметру $\gamma H/R_c$, также широко используемому для оценки горно-геологических условий, так как другие, учитываемые при определении критерия C величины, практически не зависят от глубины.

Проанализируем изменение параметра $\gamma H/R_c$ на примере условий Донбасса...

...Подводя итог выполненному анализу можно утверждать, что рост глубин строительства вертикальных стволов с одной стороны приводит к ухудшению горно-геологических условий, характеризуемому большим горным давлением, увеличением влияния неоднородности и реологических свойств пород, приствольных выработок и т.п., а с другой – усилению недостатков типовых проектных решений по проходке и креплению стволов. В связи с этим возникает двудеинная задача по разработке алгоритма более полного учета влияющих факторов и обоснованию на его основе эффективных конструктивных и технологических решений по креплению глубоких вертикальных стволов.

1.3. Анализ основных направлений совершенствования крепления вертикальных стволов

...На наш взгляд перспективы повышения эффективности крепления глубоких стволов, прежде всего, связаны с использованием высокоэффективных материалов крепи, современных средств упрочения крепи и массива, а также с переходом к инновационным технологиям крепления, основанным на комплексном учете влияющих факторов и условий. Сама технология работ должна рассматриваться с позиций обеспечения оптимального режима последующей эксплуатации крепи, а, в свою очередь, обоснование параметров крепи невозможно в отрыве от технологической реализации принятых решений.

1.4. Анализ математических методов исследования напряженно-деформированного состояния крепи и массива в вертикальных стволах

Современный уровень развития науки и техники в области строительства вертикальных стволов достигнут благодаря многоплановым исследованиям ученых и специалистов ВНИМИ, НИИГМ им. М.М.Федорова, ИГД им. Скочинского, НИИОМШС, МГГУ, С-ПбГГИ(ТУ), ТулГУ, ЮРГТУ (НПИ), КузГТУ, УГГА, «Днепргипрошахт», «Южгипрошахт», «Донгипрошахт», ЦНИИподземмаш, ОАО «трест Донецкшахтопроходка», ОАО «Ростовшахтострой», ОАО «Кузбасшахтострой» и др.

Значительный вклад в создание теоретической и экспериментальной геомеханики в области строительства и эксплуатации вертикальных стволов, разработку технологических решений по проходке, креплению, армированию стволов, способов их охраны внесли Х.И. Абрамсон, К.А. Ардашев, И.В. Баклашов, В.А. Борисовец, А.Ф. Булат...

...Вторая гипотеза применительно к креплению вертикальных стволов развита в работах Г.И. Кравченко, Д.И. Колина, М.Н. Степаняна, Р.Ю. Завьялова.

Следует отметить, что анкерная крепь в вертикальных стволах практически не применяется как отдельный вид крепи, а основы расчета

охранных конструкций стволов в рамках более сложной системы «породный массив – анкерная крепь – основная крепь» нуждаются в дальнейшем совершенствовании...

...Логичным продолжением этих идей стал, предложенный в работах В.В. Левита [103, 105], переход к рассмотрению системы «крепь – регулятивный элемент – породный массив», где под понятием «регулятивный элемент» подразумевается комплекс мер по управлению деформированием массива и крепи, например: изменение конструкции крепи, тампонаж, включение дополнительных податливых элементов и др. В то же время влияние технологических факторов на эффективность взаимодействия предложенной системы осталось не рассмотренным...

...В целом внедрение рассмотренных научных достижений позволило решить ряд задач, стоящих перед строительной геотехнологией, однако единый механизм управляющих воздействий по повышению эффективности крепления глубоких вертикальных стволов, основанный на тесной взаимосвязи конструкции крепи и технологии ее возведения, учете влияния комплекса горнотехнических и технологических факторов, создан не был.

1.5. Выводы, цель и задачи исследования

На основании выполненного анализа можно сделать следующие выводы:

- современный период проходки стволов в России характеризуется двумя основными признаками: преобладающим применением совмещенной технологической схемы проходки с креплением монолитным бетоном, а также увеличением средних глубин строительства вертикальных стволов до 1000 м при максимальных значениях более 2 км. Аналогичная тенденция по росту глубин сооружения стволов наблюдается и в зарубежной практике, однако в передовых горнодобывающих странах распространение получила параллельная технологическая схема с анкерной опережающей крепью, позволяющая обеспечить проходку стволов с высокими скоростями (до 150 - 200 м/мес.) в различных горно-геологических условиях;

- с переходом проходческих работ на большие глубины и ухудшением горно-геологических условий проектная несущая способность крепи повышена в среднем в 2 раза, затраты на материалы крепи выросли в 1,5 - 2,0 раза, трудоемкость – в 2 - 2,5 раза, а производительность труда уменьшилась в 1,3 - 1,8 раза. Значительно увеличились объемы перерасхода бетона на возведение крепи, интенсивнее проявляются недостатки типовых технологических решений. Несмотря на удорожание и усложнение конструкций, более 50% эксплуатируемых глубоких вертикальных стволов имеют те или иные нарушения крепи.

- основной причиной низкой технико-экономической эффективности строительства и эксплуатации глубоких вертикальных стволов являются устаревшие проектно-нормативная база и технологические решения, не позволяющие полностью учесть современные условия строительства, оперирующие ограниченным числом возможных способов повышения несущей способности крепи и базирующиеся на не всегда точных исходных данных;

– поиск и разработка мер по повышению эффективности крепления глубоких стволов связаны с использованием высокоэффективных материалов крепи, современных средств упрочения крепи и массива, а также с переходом к инновационным технологиям крепления, основанным на комплексном учете всех влияющих факторов и направленным на обеспечение наиболее благоприятного режима работы и максимальной эксплуатационной надежности крепи;

– ведущими отечественными учеными создана обширная научная база проектирования крепи вертикальных стволов, оценки устойчивости пород, сформированы концепции геотехнической системы «крепь – регулятивный элемент – породный массив» и двухстадийного проектирования. В то же единый механизм управляющих воздействий по повышению эффективности крепления глубоких вертикальных стволов, основанный на тесной взаимосвязи конструкции крепи и технологии ее возведения, учете влияния комплекса горнотехнических и технологических факторов, создан не был;

– в условиях быстрого развития программных средств и компьютерной техники необходимо дальнейшее совершенствование математических моделей и методов вычислительных экспериментов по анализу напряженно-деформированного состояния породного массива и крепи стволов, предусматривающее учет всего комплекса горнотехнических и технологических факторов и поэтапное рассмотрение отдельных стадий строительства и эксплуатации подземного сооружения с выявлением характерных особенностей. Это позволит обосновать наиболее адекватные конкретным условиям конструктивные и технологические решения по креплению глубоких стволов в сложных горно-геологических условиях.

Подводя итог выполненному анализу можно сказать, что в современных условиях теоретическое обобщение и научное обоснование инновационных конструктивных и технологических решений в области крепления глубоких вертикальных стволов, направленных на повышение технико-экономической эффективности строительства и эксплуатации выработок в ухудшающихся условиях, является актуальной научно-технической проблемой...

...В свете изложенного **целью** работы является обоснование параметров эффективной технологии крепления глубоких вертикальных стволов на основе комплексного учета горнотехнических и технологических факторов, обеспечивающей снижение затрат при их строительстве и эксплуатации в сложных горно-геологических условиях.

Для достижения поставленной цели сформулируем следующие основные **задачи**, определяющие содержание диссертационной работы:

1. Выполнить комплексный анализ взаимодействия системы «породный массив – технология – вертикальный ствол» в условиях большого горного давления, однородных, неоднородных и склонных к ползучести пород, влияния приствольных выработок.

2. Обосновать управляющие воздействия по улучшению режима работы, повышению несущей способности и эксплуатационной надежности крепи глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях на

основе комбинированных и поэтапно реализуемых конструктивных и технологических решений.

3. Получить аналитическое решение задачи по определению напряженно-деформированного состояния комбинированной крепи глубоких вертикальных стволов с учетом технологии ее возведения.

4. Произвести экспериментальное обоснование параметров конструктивных решений крепи глубоких вертикальных стволов для различных технологических схем строительства и условий эксплуатации и исследовать их работоспособность.

5. Разработать проектные и технологические основы для реализации управляющих воздействий по повышению эффективности крепления глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях.

6. Выполнить оценку технико-экономической эффективности разработок по результатам шахтной апробации и внедрения в практику».

Работа над литературными источниками должна продолжаться в течение всего периода времени работы над диссертацией, вплоть до ее публичной защиты, поскольку слабое знание последних достижений науки, неубедительные, не подкрепленные ссылками на новейшие данные доводы соискателя на завершающем этапе его аттестации являются аргументом не в его пользу.

4.4.2. Теоретические исследования по диссертации

Теоретические исследования являются обязательной составной частью любой диссертации. Объем и глубина исследований определяется с учетом соответствующей научной специальности, а также возможностей самого соискателя и его способностей. Теоретические исследования основываются на аксиомах, законах, принципах, постулатах и теоремах, т.е. на логических построениях, которые сформулированы в результате развития науки и образования на протяжении истории человечества. Их значимость состоит в том, что они исключают необходимость в повторении ранее пройденных человечеством этапов по накоплению опыта и нового получения данных тех экспериментальных исследований, которые послужили основанием для установления вышеперечисленных логических построений, если им подчиняются исследуемые объекты.

Основной целью теоретических исследований является решение следующих задач:

- изучение физической природы исследуемых объектов, явлений и процессов;
- построение принципиальных моделей этих объектов исследований в целом или по отдельным характеристикам;
- сравнение возможных эквивалентных моделей исследуемому объекту;
- построение расчетных моделей функционирования объекта;
- решение задач анализа, синтеза и оптимизации параметров исследуемых объектов.

При проведении теоретического исследования используются общелогические и специальные методы познания, рассмотренные во 2 части.

4.4.3. Экспериментальные исследования

Объекты исследований по любому из направлений диссертационных исследований, как правило, сложны и связаны со значительным количеством как управляемых, так и неуправляемых (независимых) факторов. На параметры их состояния могут существенно влиять элементы случайностей, имеющих сложную природу происхождения. Для установления закономерностей функционирования этих объектов в реальных условиях одних теоретических исследований недостаточно, так как аналитически описать изучаемый объект с достаточной точностью не всегда представляется возможным. Такие объекты характерны практически для всех направлений прикладных исследований, как в технологии, так и в технике и в области естественных наук. Экспериментальные данные могут быть использованы для проверки и уточнения рабочих гипотез, а также обоснования направления исследований в соответствующей области. Эффективность исследований в целом повышается, если теоретические предпосылки уточняются опытным путем, а экспериментальные данные анализируются и обобщаются на базе теоретических положений соответствующих отраслей наук.

Основной задачей любого эксперимента является не только получение неизвестных ранее сведений об объекте исследования, но и достоверное установление закономерностей его поведения в изменяющихся условиях, совпадающих с условиями его функционирования в природе, технике, общественной жизни и т.д. С помощью эксперимента могут быть получены данные, обработка которых позволит получить математические модели, достоверно описывающие изучаемый объект, вскрыть закономерности его поведения в изменяющихся условиях, т.е. решить задачу идентификации.

В зависимости от особенностей объекта и поставленных целей экспериментальные исследования могут проводиться в различных условиях. При этом различают лабораторные, лабораторно-полевые, производственные и т.д.

Для получения надежных и достоверных результатов экспериментальных исследований необходимо осуществить:

- анализ характеристик исследуемого объекта во всем многообразии свойств, предусмотренных целью проведения диссертационного исследования, на основе имеющихся сведений, полученных другими исследователями и опубликованных в источниках информации;
- разработку программы экспериментальных исследований;
- обоснование выбора количественных параметров (критериев или измеряемых величин) оценки свойств объекта, выбрать их размерности и способы измерения в ходе эксперимента;
- определение всех факторов, влияющих на выбранные параметры рассматриваемого объекта в условиях протекания изучаемых явлений и процессов;

- рассмотрение причинно-следственных связей между параметрами объекта и выявленными факторами;
- ранжирование факторов по степени их влияния на параметры объекта и выделение из них основных (доминирующих);
- определение рациональных интервалов варьирования выделенных факторов для установления соответствующих закономерностей, предусмотренных программой исследований по диссертации;
- фиксирование остальных факторов на определенных уровнях варьирования;
- разработка конструктивно-технологических схем опытно-экспериментальных установок, стендов, моделей и др., обеспечивающих реализацию намеченной программы исследований;
- изучение возможностей моделирования объекта;
- подбор существующей или разработка новой измерительной аппаратуры, фиксирующей измеряемые величины во время проведения экспериментов;
- разработка методики тарирования выбранных средств измерения, их установки для надежного измерения или регистрации контролируемых величин;
- разработка методики обработки первичной документации, в том числе журналов наблюдений, протоколов или актов исследований, с обеспечением требований надежности, точности и достоверности результатов эксперимента.

По результатам проработки этих вопросов оформляется методика проведения эксперимента, которую можно выделить в отдельную главу диссертации или поместить в первый подраздел экспериментальной части.

Результаты экспериментальных исследований с необходимой обработкой и анализом могут излагаться в одной или нескольких главах. Состав, объем и содержание отдельных разделов и подразделов этих глав является авторским решением. В ходе обработки результатов эксперимента устанавливаются закономерности исследуемых явлений и процессов, происходящих с участием изучаемого объекта, которые позволяют получить достоверный ответ на интересующие исследователя задачи и вопросы. Для иллюстрации установленных закономерностей принято использовать таблицы, диаграммы, графики, математические модели и др.

В прикладных диссертационных работах, особенно технического профиля, заключительным этапом является проведение испытаний исследуемого объекта условиях производства.

Испытание – это разновидность научных экспериментальных исследований, при которых исследуемый объект подвергается оценке в производственных условиях, для работы в которых он собственно и предназначен. При испытаниях не изменяют параметров его эксплуатации, кроме тех, которые предусмотрены соответствующими требованиями инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию в виде отдельных регулировок механизмов. Цель таких испытаний состоит в определении

соответствия данного объекта диссертационного исследования тем производственным требованиям, которые были первоначально поставлены перед исследователями (разработчиками).

Более подробно методология экспериментальных исследований рассмотрена во второй части.

4.4.4. Апробация, внедрение, оценка технико-экономической эффективности результатов исследования

Одним из разделов введения в диссертацию является апробация результатов исследования. Апробация дословно означает «одобрение, утверждение, установление качеств». В настоящее время под термином «Апробация» понимается критическая оценка со стороны научного сообщества научных исследований соискателя. Причем оценке подвергаются не только конечные результаты работы, но и методики исследования, промежуточные результаты работы и др.

Апробация стимулирует соискателя на переосмысливание своих научных исследований, более глубокую их доработку, помогает автору подтвердить или понять необходимость пересмотра научных положений.

С целью своевременного получения объективных оценок этапов проводимого исследования, выводов и практических рекомендаций апробацию необходимо начинать с самого начала работы над диссертационным исследованием.

Наиболее распространенными способами доведения до научной общественности материалов диссертационной работы является участие соискателя в научных конференциях, симпозиумах, выступления на заседаниях кафедры, участие в различных видах мероприятий научного сообщества, подготовка и направление в различные органы и организации предложений по теме исследований.

Публикации соискателя в виде книг, тезисов докладов на конференциях, депонирование частей научных исследований также являются апробацией результатов исследований.

Необходимо отметить, что материал, представленный для апробации, должен быть оформлен в виде текста доклада, проекта, сообщения.

Целесообразно проводить обсуждение работы с коллегами, с научными сотрудниками и преподавательским составом по месту подготовки диссертации.

Положительным моментом апробации диссертационной работы на различных научных форумах является не только формирование соискателя как ученого, но и получение опыта подготовки докладов и выступлений, ведения научной дискуссии, что позволит соискателю уверенно провести защиту диссертации на заседании диссертационного совета.

При описании результатов апробации диссертационной работы используются следующие формулировки:

– основные результаты диссертационного исследования были представлены на научно-практической конференции...., симпозиуме, совещании....

– по теме диссертации опубликованы монография, 2 учебных пособия, 5 статей, в которых нашли отражение теоретические принципы и результаты работы.

– результаты диссертационной работы включены в Отчет о научно-исследовательской работе....

Диссертационные исследования прикладного и частично теоретического характера находят свое применение в различных отраслях народного хозяйства. Причем эти результаты могут быть использованы еще до защиты диссертации. Такое использование результатов исследования называется внедрением и отражается в тексте введения в диссертацию.

Эффективность внедрения результатов исследования в практику определяется, разработанностью в диссертации теоретических и методических положений, которые в работе доведены до конкретных рекомендаций, представленных в виде методик, инструкций, нормативов и пр. Это могут быть как конкретные рекомендации по совершенствованию структуры производства или технологии, так и инструкции по использованию оборудования, программ и т.д.

Внедрение результатов подтверждается документально организацией, которая в своей деятельности применила эти результаты, что в свою очередь принесло этой организации экономический, социальный, либо другой эффект. Наибольшую практическую значимость имеют диссертации, внедрение результатов которых позволило получить фактический экономический эффект. Это оформляется соответствующим актом, в котором приводится подробное описание того, что именно внедрено в производство, что это позволило изменить, улучшить и усовершенствовать, за счет чего получен экономический эффект с указанием конкретных сумм, сроков внедрения и др.

Например:

АКТ

*о внедрении в промышленность результатов
докторской диссертационной работы к.т.н. Плешко М.С.*

Настоящим актом подтверждается, что ЗАО «...» и ОАО «...» велись работы по конструктивно-технологическим и организационным решениям для интенсификации строительства горнодобывающих предприятий с использованием рекомендаций по обоснованию параметров крепления глубоких вертикальных стволов, мероприятий и разработок, изложенных в диссертации Плешко М.С., представленной на соискание ученой степени доктора технических наук.

На основании комплекса шахтных исследований работоспособности анкерной крепи, рекомендаций и разработок Плешко М.С. в части обоснования основных параметров анкеров: длины, несущей способности и плотности установки, разработан проект крепления ряда участков столов шахты «...».

Проект предусматривает применение комбинированной анкерно-бетонной крепи, вместо дорогостоящей и сложной в изготовлении железобетонной крепи, что позволило обеспечить значительное увеличение (в 2,5 раза) скорости проходки стволов по сравнению с нормативной, а также снижение трудоемкости работ в 1,3 раза. Суммарный экономический эффект составил 29,8 млн.руб.

Разработанные и реализованные на практике решения по организации строительства комплекса ВПС №2, скипового ствола №2 и реконструкции скважины шахты «...» рекомендуются к широкому применению в аналогичных условиях при строительстве глубоких вертикальных стволов шахт и рудников».

Помимо фактического эффекта практическую значимость диссертационной работы прикладного характера можно подтвердить путем определения расчетного экономического эффекта от применения полученных результатов. Существуют большое число методов определения расчетного экономического эффекта и оценки технико-экономической эффективности, применяемых в зависимости от научной специальности, по которой выполняется диссертация, ее направленности (техническая, технологическая, социальная и т.п.) и других факторов.

Внедрением результатов научных исследований является также их использование в учебном процессе путем включения в учебные, учебно-методические и методические пособия и учебники.

То есть внедрение это передача результатов исследования потребителю научной продукции в удобной для потребителя форме, обеспечивающей повышение эффективности работы потребителя, оформленное соответствующими документами.

При описании результатов внедрения используются следующие формулировки:

– *«результаты работы Иванова И.И. внедрены в практику работы Отдела научных исследований НИИ в форме инструкции».*

– *«методические указания..., разработанные Ивановым И.И. использованы при написании учебно-методического пособия».*

4.4.5. Заключение

В заключении современной диссертации на соискание ученой степени отражается общий вывод о соответствии работы требованиям ВАК Минобрнауки России, прежде всего положениям п. 8 Положения о порядке присуждения ученых степеней (см. п. 4.1).

Например:

«Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические разработки бетонной крепи стволов с высокими эксплуатационными свойствами на основе установленных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния крепи при ее возведении с отставанием от забоя ствола большими

заходками, внедрение которых позволяет увеличить безопасность эксплуатации стволов и имеет существенное значение для экономики страны».

«Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой в результате шахтных исследований работы анкерной крепи и аналитического анализа взаимодействия системы «анкерная крепь – массив» установлены закономерности формирования срезающих усилий в анкерах и их влияния на напряженное состояние пород в окрестности выработки, что позволило решить актуальную задачу по совершенствованию методов расчета анкерной крепи протяженных выработок, имеющую существенное значение для подземной геотехнологии».

Далее приводятся краткие выводы по результатам диссертационных исследований, назначение которых – представить краткую но вместе с тем исчерпывающую информацию о научной работе. При этом необходимо раскрыть, как поставленная в диссертации цель достигнута, а задачи решены.

Например:

«Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. На основании исследования фактической прочности бетона крепи ствола неразрушающим методом установлено, что прочность бетона в заходках ниже прочности образцов, определенной в лабораторных условиях, в среднем на 30%, при этом вследствие влияния технологии работ и шахтных вод возникает неоднородность прочности бетона по высоте и сечению заходки (отклонения до 12,3% и 15% соответственно).

2. В результате вычислительного эксперимента по взаимодействию с породным массивом монолитной бетонной крепи, имеющей «холодные» швы и участки сниженной прочности установлено, что их наличие приводит к возникновению в данной области деформаций изгиба и растягивающих радиальных напряжений, нелинейно возрастающих от средней части к краю заходки, что может отрицательно повлиять на долговечность конструкции крепи.

3. Установлено, что при образовании в монолитной бетонной крепи внешнего ослабленного слоя ее несущая способность может уменьшиться до 20%, при этом величина снижения линейно возрастает при увеличении толщины ослабленного слоя и уменьшении прочности бетона в нем. Для учета этого эффекта при проектировании крепи целесообразно использовать дополнительный понижающий коэффициент к расчетной прочности бетона.

4. Разработаны составы модифицированного бетона с высокими эксплуатационными свойствами и получены зависимости его прочности на растяжение при изгибе и начального модуля упругости от прочности бетона на сжатие в проектном возрасте.

5. Установлено, что модифицированная бетонная смесь в диапазоне температур 10 - 30 °С сохраняет подвижность в течение 1,5 - 2,5 часов, после чего происходит резкое снижение величины осадки конуса с последующим началом схватывания. Интенсивность снижения подвижности в этот период

увеличивается при уменьшении отношения массы модификатора к массе цемента. На основании полученных данных определены максимальные сроки транспортирования бетонной смеси к стволу при его различной глубине и параметрах проходческого подъема.

6. Установлено, что отклонение температуры твердения бетона от нормальной приводит к значительному изменению скорости набора прочности модифицированного бетона, при этом влияние температуры уменьшается с возрастом бетона. С учетом температурного режима в стволе разработана методика определения оптимального времени распалубки монолитной бетонной крепи в вертикальных стволах.

7. На основании математического моделирования установлено, что в период возведения монолитной бетонной крепи с отставанием от забоя ствола наиболее опасными являются срезающие напряжения в опорном слое бетона, интенсивность которых определяется величиной давления свежесуложенного бетона, высотой опорного слоя и отношением модулей сдвига бетона и вмещающего массива.

8. В результате аналитических исследований разработана методика определения дополнительных нагрузок на постоянную крепь стволов и оценки запаса ее прочности на стадии исчерпания несущей способности временной анкерной крепи в процессе длительной эксплуатации.

9. Разработаны две технологические карты крепления вертикальных стволов монолитным бетоном с высокими эксплуатационными свойствами, предусматривающие использование составных опалубок для возведения закодок высотой 8 - 12 м.

10. Выполнен технико-экономический анализ разработанных решений, который показал, переход на крепление стволов монолитным бетоном с высокими эксплуатационными свойствами позволяет за счет уменьшения толщины крепи уменьшить сметную себестоимость крепления 1 м ствола на 7,2 - 33,8% в рассмотренном диапазоне условий.

11. Выполнено внедрение обоснованных решений при разработке проекта строительства северного вентиляционного ствола № 2 ОАО «...», в результате которого получен экономический эффект в размере 48 тыс. руб. на 1 м протяженности ствола за счет сокращения сроков проходки».

4.4.6. Список использованных источников

Список должен содержать сведения о печатных и электронных (Интернет) источниках, использованных при написании диссертации.

Список оформляется в соответствии с требованиями нормативных документов либо в алфавитном порядке, либо в порядке очередности упоминания источника в тексте диссертации.

4.4.7. Приложения

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной диссертацией, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть.

В приложения могут быть включены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- протоколы испытаний;
- описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;
- инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, решаемых с помощью компьютерных средств, разработанных в процессе выполнения диссертационной работы;
- иллюстрации (фотографии) вспомогательного характера;
- протоколы рассмотрения диссертационной работы (или ее части) на научно-техническом совете;
- акты внедрения результатов диссертационной работы и др.

4.5. Автореферат диссертации

Автореферат – это специфический научный труд, в котором кратко излагаются основные результаты диссертационной работы на соискание учёной степени доктора или кандидата наук, составляемый автором диссертации. Автореферат имеет силу юридического документа, так как без его опубликования и рассылки заинтересованным организациям и физическим лицам диссертация не может быть допущена к защите. В этой связи автореферат имеет значение юридического документа. Его подготовкой завершается последний и наиболее ответственный этап работы над диссертацией. Важность автореферата заключается также в том, что его читают значительно больше ученых и специалистов, чем саму диссертацию. По представленным в нем материалам судят об уровне диссертации, квалификации ее автора, в том числе и о его способности правильно оформить результаты своего научного труда.

Автореферат диссертации выполняет следующие функции:

- информационную – информирует читателей о структуре диссертации, актуальности разрабатываемой тематики, предмете, объекте, цели и задачах исследования, личном вкладе автора в разработку проблемы исследования;
- индикативную – описывает разработанные автором методики;
- сигнальную – извещает о том, что диссертация подготовлена и поступила в библиотеку по месту работы диссертационного совета, где и когда состоится ее защита, кто из ученых будет выступать оппонентами по диссертации;
- ознакомительную – является источником для получения справочных данных о проведенном научном исследовании и полученных результатах;
- познавательную – дает представление о научном потенциале автора.

Структура, содержание и оформление автореферата достаточно строго регламентированы.

На лицевой стороне обложки автореферата приводятся следующие сведения: фамилия, имя, отчество соискателя; название диссертации; шифр и

наименование специальности по номенклатуре специальностей научных работников; подзаголовок «Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора (кандидата) (отрасль науки)»; город, год.

На оборотной стороне обложки автореферата указываются: организация, в которой выполнена диссертационная работа; ученая степень, ученое звание, место работы и должность, фамилия, имя, отчество научного руководителя (консультанта); ученые степени, ученые звания, место работы и должности, фамилии, имена, отчества официальных оппонентов; название оппонировавшей (ведущей) организации и отдела (кафедры); дата и время проведения защиты с указанием шифра совета по защите диссертаций, адрес организации, при которой он работает; библиотека, в которой можно ознакомиться с диссертацией; дата рассылки автореферата; подпись ученого секретаря совета по защите диссертаций.

Автореферат диссертации должен быть подписан соискателем на лицевой стороне обложки.

В автореферате необходимо изложить основные идеи и выводы диссертации, показать вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическую значимость результатов исследований. Автореферат диссертации печатается типографским способом или на множительных аппаратах в количестве, определяемом диссертационным советом (как правило, для кандидатской диссертации – 100 - 150 экз., для докторской – 150 - 200).

Автореферат рассылается членам диссертационного совета и заинтересованным организациям не позднее чем за месяц до защиты диссертации. Перечень организаций, которым авторефераты рассылаются в обязательном порядке, определяется Положением о диссертационном совете. Других адресатов определяет диссертационный совет из числа ведущих организаций, ученых и специалистов по профилю защищаемой диссертации.

Ограниченный объем автореферата призван вместить самые необходимые сведения о работе и дать полное представление о ней; при этом он должен отвечать всем предъявляемым к научной работе требованиям. В автореферате не должно быть излишних подробностей, а также информации, которой нет в диссертации. Каждая фраза, каждый структурный элемент автореферата должны быть тщательно обдуманы и критически оценены.

В структуре автореферата диссертации целесообразно выделить следующие разделы:

I. Общая характеристика работы.

II. Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

III. Выводы и рекомендации (или заключение).

IV. Список работ, в которых опубликованы основные положения диссертации.

I. Общая характеристика работы. В этом разделе желательно отразить следующие позиции:

- актуальность исследования;
- степень разработанности проблемы;
- цель и задачи исследования;

- предмет и объект исследования;
- методологическая, теоретическая и эмпирическая база исследования;
- научные результаты, выносимые на защиту;
- научная новизна результатов исследования;
- обоснованность и достоверность результатов исследования;
- теоретическая и практическая значимость работы;
- апробация и реализация результатов исследования;
- публикации (с выделением публикаций по списку ВАК Минобрнауки России);
- структура (оглавление) диссертации.

Актуальность исследования. Любой автореферат начинается с обоснования актуальности проблемы исследования, позволяющего судить о глубине понимания автором проблемы собственного исследования и, соответственно, о качестве выполненного исследования.

При обосновании актуальности исследования можно остановиться на следующих моментах:

- новые условия и предпосылки, которые обуславливают актуальность изучаемого явления в настоящее время;
- освещение данной проблемы в официальных документах;
- запросы общества, которые могут быть удовлетворены решением данной проблемы;
- освещение вопроса в научной литературе;
- научные проблемы, с которыми связана проблема исследования;
- потребности науки, которые могут быть удовлетворены решением данной проблемы;
- обоснование проблемы с позиций развития других наук;
- причины, по которым в настоящее время проблема становится актуальной;
- причины, по которым данная проблема привлекает внимание практических работников;
- потребности практики, которые могут быть удовлетворены решением данной проблемы;
- имеющиеся достижения, которые следует обобщить и проанализировать.

Обоснование актуальности проблемы исследования может быть проведено с использованием разных подходов. Чрезвычайно важным представляется многоаспектность доказательства актуальности, попытка соискателя рассмотреть актуальность избранной проблемы с разных позиций.

Актуальность и значимость исследований подтверждается их выполнением в рамках соответствующих грантов, НИР и др.

Например:

«Диссертация выполнена в рамках темы НИР «...», выполняемой в ...университете по заданию Министерства образования и науки Российской

Федерации, госбюджетной темы кафедры... П00-000 «...», а также в рамках реализации программно-целевых мероприятий Научно-образовательного центра по проблемам..., поддержанного Аналитической ведомственной целевой программой «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009 - 2010 гг.) и Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (государственный контракт...).

Степень разработанности проблемы. Здесь приводится краткий анализ известных работ ученых по тематике диссертации с выделением неизученных аспектов проблемы, которые рассмотрены в диссертации. Необходимо перечислить отечественных и зарубежных ученых, занимавшихся данной проблемой в различных ракурсах, а также современных ее исследователей, указать недостаточно разработанные пункты и искажения, обусловленные слабой освещенностью темы в отечественной литературе, если таковые имеют место.

Например:

«Основополагающие результаты по оценке напряженно-деформированного состояния породных массивов вокруг горных выработок, базирующиеся на положениях теории упругости, пластичности, ползучести, предельного равновесия, запредельного деформирования при различной идеализации свойств массивов (однородная, анизотропная, линейная, нелинейная, упруго-ползучая, сплошная, пластическая, разупрочняющаяся, дискретная среда) были получены Б.З. Амусиным, Н.С. Булычевым, В.В. Виноградовым, Ж.С. Ержановым, В.Ю. Изаксоном, А.М. Козелом, Г.А. Крупенниковым, Ю.М. Либерманом, Г.Г. Литвинским, А.П. Максимовым, Л.Я. Парчевским, П.И. Пономаренко, К.В. Руппенейтом, Н.Н. Фотиевой и др.

Природа и механизм деформаций пород вокруг выработок рассмотрены в работах И.В. Баклашова, Н.С. Булычева, В.В. Виноградова, Ю.З. Заславского, Б.А. Картозия, Б.М. Усаченко, И.Л. Черняка, А.Н. Шашенко и др.

При анализе напряженно-деформированного состояния повторно используемой выработки можно выделить несколько основных периодов, формирующихся по мере развития горных работ и определяющих ее устойчивое состояние. Основные закономерности сдвижения подрабатываемого массива горных пород, формирования зон опорного давления, влияния очистных работ и других геомеханических процессов в окрестности подготовительных выработок установлены С.Г. Авершиным, К.А. Ардашевым, Е.В. Беляевым, А.Ф. Борzych, А.А. Борисовым, В.П. Зубовым, Д.А. Казаковским, М.В. Коротковым, Б.Б. Луганцевым, И.М. Петуховым, И.Л. Черняком и др.

По результатам данных исследований в качестве основной геотехнологической задачи при переходе на безцеликовые способы охраны стало рассматриваться обеспечение устойчивости кровли пласта после его отработки. Ее решению, разработке и проектированию искусственных охранных конструкций посвящены работы К.А. Ардашева, Н.П. Бажина, А.Ф. Борzych, А.С. Диманштейна, К.В. Руппенейта, Ю.М. Либермана и др.

Анализируя труды отечественных ученых, можно отметить, что основные рекомендации по обеспечению устойчивости повторно используемых выработок при увеличении глубин разработки и росте горного давления заключались в повышении несущей способности и плотности установки охранных конструкций. Однако в выработках, сооружаемых с подрывкой почвы и закрепленных анкерной крепью, реализация таких подходов не обеспечивала ожидаемого технического эффекта из-за скалывания и сползания породных блоков бермы за забоем первой лавы в зоне активного сдвижения кровли пласта. Данные процессы происходили при нагрузках, значительно ниже расчётного значения и паспортной несущей способности охранных конструкций, а применяемые в соответствии с существующими рекомендациями схемы крепи усиления боковых пород оказывались не эффективными.

Это позволяет сделать вывод о том, что разработка технических и технологических решений по обеспечению устойчивости повторно используемых выработок должна осуществляться на основе рассмотрения системы «кровля пласта – охранные конструкции – породы бермы». Особенности ее взаимодействия с учетом влияния комплекса горно-геологических и технологических факторов остаются недостаточно изученными».

Цель и задачи исследования. В этом разделе следует четко отразить цель работы, а также то, посредством каких поставленных и решенных задач она достигается.

Как правило, цель исследования должна вытекать из правильно сформулированной темы диссертации.

Например:

Тема диссертации: «Обоснование эффективной технологии крепления глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях».

Цель работы: обоснование параметров эффективной технологии крепления глубоких вертикальных стволов на основе комплексного учета горнотехнических и технологических факторов, обеспечивающей снижение затрат при их строительстве и эксплуатации в сложных горно-геологических условиях.

Предмет и объект исследования. Объект исследования – это конкретный фрагмент реального мира, где существует разрабатываемая проблема: элементы природной среды, организации, люди, процессы и т.п.

Предмет исследования – наиболее существенные свойства изучаемого объекта, анализ которых особенно значим для решения задач исследования.

Предметом исследования является проблема, т.е. реальное противоречие, требующее своего разрешения. На определение предмета влияют:

- реальные свойства объекта;
- знания исследователя об этих свойствах;
- целевая установка;
- задачи исследования.

Предмет исследования всегда имеет системно-структурный характер, предполагает разноаспектный анализ свойств объекта исследования.

Для решения разных задач один и тот же объект может рассматриваться через призму разных предметов исследования.

Методологическая, теоретическая и эмпирическая база исследования.

Методология – это логическая организация научной деятельности, состоящая в определении цели и предмета исследования, принципов, подходов и ориентиров в его проведении, выборе средств и методов, определяющих возможность получения достоверных и обоснованных результатов. Методологической базой исследования являются принципиальные подходы, методы, которые применялись для проведения диссертационного исследования.

В разделе, посвященном методологии, автор диссертации должен сообщить, какими методами познания он воспользовался в своей работе.

Например:

«В работе использован комплексный метод исследований: анализ и обобщение научно-технических достижений по проблеме; вероятностно-статистический анализ; проведение лабораторных и шахтных экспериментов; аналитические исследования с использованием апробированных программных средств и с применением положений механики сплошной среды и механики подземных сооружений; технико-экономический анализ, опытно-промышленная проверка результатов исследований».

Научные результаты, выносимые на защиту. Наиболее существенными научными результатами могут выступать сформулированные автором новые теоретические положения, новые идеи, новые факты, новые конкретные методики, модели, способы, обоснования, концепции, закономерности и др. В формулировке научного результата обязательно должно быть представлено описание (содержание) каждого объекта этой формулировки.

Структура «формулы» научного результата может иметь следующий вид: вводное слово, наименование объекта научной новизны, соединительные слова, перечень существенных признаков объекта научной новизны.

Если утверждается, например, что основан новый метод расчета, то следует показать сущность метода и то, как и чем он обоснован.

Если речь идет об обосновании уже известного в науке метода или о методе, предложенном автором, нужно дать краткое описание объекта, полученного в результате исследования.

Текст формулы научного результата, имеющего новизну, следует начинать с вводного слова: доказано, получено, установлено, определено, выявлено, разработано, предложено и др. Затем следует указать наименование объекта научной новизны (что именно создано, доказано: методика, модель, способ, положение, концепция и т.д.). После представления названия с помощью соединительных слов (состоящий, заключающийся в том, что...) можно перейти к изложению его отличительных признаков. Эти признаки нужно показать с такой полнотой, чтобы читающий заключение специалист мог понять сущность объекта научной новизны без каких-либо дополнительных комментариев автора.

Иными словами, описывая существо научного результата, нужно четко раскрыть содержание соединительных слов: состоящий, позволяющий.

Если в результате исследования получено несколько научных результатов, «формула» должна состоять из нескольких пунктов, каждый из которых должен иметь аналогичную структуру описания (вводное слово, наименование объекта научной новизны, соединительные слова, существенные признаки).

Научная новизна результатов исследования. Научная новизна исследования должна подтверждаться новыми научными результатами, полученными соискателем, с отражением их отличительных особенностей в сравнении с существующими подходами.

Краткое описание полученного объекта научной новизны может быть выражено через существенные отличительные признаки результата исследования, оказывающие влияние на эффект его использования.

Описывая научную новизну результата, нужно четко раскрыть содержание соединительного слова «отличающийся».

Существенность отличительных признаков объекта научной новизны нужно определять так же, как это делается для объектов изобретений: мысленно удалить проверяемый признак из описания объекта научной новизны. Если после этого предполагаемая отличительная сущность объекта остается понятной, данный признак не существенен, его не следует включать в описание объекта научной новизны.

Например:

«Научные результаты, выносимые на защиту:

1. Определены параметры анкерного упрочнения околоствольных пород в виде необходимых размеров зон и значений коэффициентов упрочнения в зависимости от прочности пород, глубины и диаметра выработки, позволяющие обеспечить устойчивое состояние стволов в сложных горно-геологических условиях до возведения основной крепи с отставанием 15 - 25 м от забоя по параллельной схеме.

2. Установлены закономерности влияния низкопрочных породных слоев мощностью до 5 м на напряженно-деформированное состояние крепи и более устойчивых пород массива при изменении положения и угла залегания слоев в призабойной зоне ствола, на основании которых разработан способ уменьшения неблагоприятного воздействия неоднородных пород на крепь путем опережающего упрочнения сложных участков.

3. Разработана методика обоснования параметров крепления глубоких стволов в зонах негативного влияния приствольных камер и сопряжений на основе установленных зависимостей изменения напряженно-деформированного состояния крепи и массива в период их строительства от основных технологических факторов: схемы проходки, очередности и последовательности вступления элементов крепи в работу, размеров сечений и протяженности проходческих забоев.

Научная новизна результатов исследования:

1. Определенные параметры упрочняющей анкерной крепи отличаются от известных учетом влияния образующихся зон разрушения и сниженной

прочности пород на окончательное распределение напряжений от контура ствола вглубь массива в призабойной зоне.

2. Установленные закономерности влияния низкопрочных слоев в отличие от известных ранее учитывают поэтапность формирования напряжений в крепи при проходке ствола в неоднородных породах в зависимости от мощности, угла залегания, а также соотношения модулей деформации слоев.

3. Разработанная методика и установленные зависимости впервые учитывают изменение пространственной геометрии приствольных камер и сопряжений в процессе их проходки, а также параметры технологической схемы строительства».

Обоснованность и достоверность результатов исследования.

Достоверность результатов исследования может быть обеспечена:

- использованием современных методик сбора и обработки исходной информации;
- совпадением теоретических результатов исследования с экспериментальными данными;
- использованием большого массива статистических данных;
- представительной выборочной совокупностью;
- точностью измерения параметров исследуемых объектов и др.

Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждается:

- корректностью применения апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата;
- сопоставлением результатов исследования с данными зарубежного и отечественного опыта;
- глубокими расчетами полученных выводов и закономерностей;
- подтверждением результатов экспертными оценками специалистов; опытом практической реализации результатов исследования и др.

Например:

«Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: сочетанием теоретических и экспериментальных исследований с использованием апробированных методик и фундаментальных положений механики сплошной среды, механики подземных сооружений, теории вероятности, математической статистики с применением апробированных программных средств; большим объемом сравнительного анализа результатов обработки исходной шахтной информации по 152 стволам; высокими значениями коэффициентов корреляции полученных автором эмпирических зависимостей (не менее 0,87); представительным объемом лабораторных испытаний бетонов крепи (исследовано более 50 различных составов бетона, произведено около 300 серий испытаний) и шахтных исследований работы анкерной крепи стволов (определено 486 значений усилий в анкерах); удовлетворительной сходимостью результатов математического моделирования и экспериментальных исследований (расхождения не превышают 20%); положительными результатами внедрения результатов диссертационных исследований при разработке проектов строительства и реконструкции 5 вертикальных стволов».

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость результатов исследования может характеризоваться следующими параметрами:

- выдвинутыми идеями, аргументами, доказательствами, их подтверждающими или отрицающими;
- обоснованием элементов изложения теории: аксиомы, гипотезы, научные факты, выводы, тенденции, этапы, стадии, фактор и условия;
- формулированием законов или закономерностей, общей концепции в целом;
- раскрытием существенных проявлений теории: противоречий, несоответствий, возможностей, трудностей, опасностей;
- выделением новых проблем, подлежащих последующему исследованию;
- характеристикой явлений реальной действительности, которые составляют основу практических действий в той или иной области;
- установлением связей данного явления с другими.

Например:

«Полученные научные результаты развивают и дополняют известные теоретические положения в области исследования напряженно-деформированного состояния повторно используемых выработок при реализации бесцеликовых способов охраны, получивших широкое распространение на угольных шахтах России, отрабатывающих пласты мощностью до 2,0 м».

Основными признаками и показателями практической значимости результатов исследования могут являться:

- число пользователей, заинтересованных в данных результатах;
- масштабы возможного внедрения результатов;
- экономическая и социальная эффективность реализации результатов;
- возможность и готовность к внедрению результатов исследования и др.

Практическое значение полученных научных результатов может, например, состоять в том, что их использование обеспечит повышение эффективности деятельности того или иного объекта исследования.

Практическая значимость может быть также оценена следующими показателями:

- определением сферы применения теории на практике, области реальной жизни, где проявляется данная закономерность, идея, концепция;
- созданием нормативной модели эффективного применения новых знаний в реальной действительности;
- рекомендациями для более высокого уровня организации деятельности;
- определением регламентирующих норм и требований в рамках оптимальной деятельности личности и коллектива в сфере исследования.

Например:

«Практическая значимость работы заключается в разработке технических и технологических решений по креплению глубоких вертикальных

стволов в сложных горно-геологических условиях, предусматривающих применение наиболее адекватных этим условиям материалов, конструкций крепи и схем поэтапного комбинированного крепления, которые позволяют снизить затраты при сооружении стволов в 1,3 - 1,7 раз, что подтверждается внедрением разработок при строительстве и реконструкции 4 горнодобывающих предприятий».

Апробация и реализация результатов диссертации. Апробация – это испытание (одобрение, утверждение) разработанных материалов в условиях, наиболее приближенных к реальности, и принятие решения об их внедрении в массовую практику.

Внедрение – это реализация, использование тех или иных разработок в практической деятельности. Оно может быть осуществлено на уровне государства, региона, отрасли, предприятия, учреждения, но везде необходимы решения соответствующих органов управления и документальное подтверждение этому: акты, справки о внедрении и т.п.

В этом разделе автореферата следует также указать, где апробированы или реализованы результаты исследования, например:

- в производственной деятельности предприятий и организаций;
- в научной деятельности, использование в научных отчетах и др.;
- в учебном процессе (в вузе, техникуме, школе и т.п.).

Публикации. Здесь должно быть прописано, в скольких опубликованных работах, какого уровня и каким объемом изложены лично автором основные результаты исследования, четко выделить, какие публикации осуществлены в изданиях по списку ВАК.

Структура диссертации. Здесь отмечаются следующие количественные сведения о диссертации:

- объем работы (количество страниц);
- наличие введения, заключения;
- количество глав;
- количество источников использованной литературы;
- количество приложений;
- количество таблиц и рисунков.

Но самое главное – следует кратко описать структуру диссертации, или привести текст оглавления работы.

II. Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Основные положения, выносимые на защиту, – это наиболее важные научные результаты исследования, обладающие научной новизной, теоретической и практической значимостью, позволяющие присудить соискателю ученую степень. Каждое положение, выносимое на защиту, должно быть квалифицировано как конкретный научный результат, оценка которого производится путем сравнения с аналогами, уже признанными в науке.

Изложение основных положений работы лучше всего приводить в виде обоснования тех научных результатов, которые выносятся на защиту. В этом случае и членам диссертационного совета, и специалисту, и самому

диссертанту будет более понятно, что же существенного разработано и будет защищаться.

При этом важно раскрыть суть предлагаемого, отличия от других подходов и значимость научного результата [34, 37].

Рассмотрим структуру построения обоснования научного результата во второй части автореферата на конкретном примере.

«...Для решения первой задачи выполнен комплекс шахтных исследований в штреках, пройденных с подрывкой почвы и поддерживаемых на границе с выработанным пространством для повторного использования с помощью искусственных ограждений, которые включали в себя: изучение физико-механических свойств и параметров трещиноватости пород, слагающих берму конвейерного штрека; определение фактической деформационно-силовой характеристики охранной конструкции; измерение смещений контура штрека; измерение растягивающих усилий в анкерах, установленных в породы бермы...

...Статистический анализ результатов наблюдений показал, что при расположении анкеров в берме по различным схемам, величина их натяжения надёжно коррелирует со значениями сближения кровли и почвы пласта в местах установки тумб типа БДБ ближнего ряда....

...Изменение натяжения анкеров, установленных в породы верхнего бока штрека, и нагрузки на анкерную крепь бермы с ростом сближения кровли и почвы пласта вблизи охранной конструкции описывается полиномиальными зависимостями...

...Схема расположения анкеров в берме определяет характер её деформирования в зависимости от сближения кровли и почвы пласта в месте установки тумбы ближнего ряда...

...Анализ данных показывает, что при установке анкеров по схеме I (горизонтальная установка анкеров верхнего и нижнего ряда) анкера эффективно работают только в диапазоне $140 \div 160 \leq \Delta t \leq 210 \div 230$ мм, когда рост горизонтальных смещений пород верхнего бока штрека существенно замедляется активным сопротивлением крепи, испытывающей наибольшую нагрузку.

При $\Delta t \geq 210 \div 230$ мм горизонтальные смещения пород верхнего бока выработки значительно интенсифицируются ввиду разрывов 50 - 70 % анкеров и «обыгрывания» оставшихся, что в итоге приводит к руинному разрушению бермы.

При $\Delta t \leq 140 \div 200$ мм анкерная крепь, установленная по схеме II (установка анкеров верхнего и нижнего рядов под углом к горизонтали соответственно $15 - 25^\circ$ и $30 - 35^\circ$), вовлекая в работу глубинные слои почвы пласта, эффективно препятствует смещениям пород верхнего бока штрека. За пределами этого интервала, то есть при $\Delta t \geq 140 \div 200$ мм, анкерная крепь продолжает оказывать воздействие на массив, чему способствует перевязка породных блоков бермы стержнями и применение в качестве опорного элемента полосовых подхватов...

...Наибольший упрочняющий эффект, обеспечивающий увеличение жесткости бермы на 25 - 30%, достигается при углах наклона анкеров к горизонтали $\alpha_1=15^\circ$ и $\alpha_2=30^\circ$.

...По результатам данных исследований сформулировано первое научное положение:

– переход с однорядной горизонтальной на двухрядную схему анкерного крепления боков повторно используемой выработки с углами наклона анкеров верхнего и нижнего рядов к горизонтали соответственно 15° и 30° позволяет повысить жесткость бермы на 25 - 30% и обеспечить ее устойчивость при взаимодействии с охранными конструкциями высокой несущей способности (более 4000 кН)».

III. Выводы и рекомендации (заключение). В данном разделе должна содержаться краткая, но вместе с тем достаточно исчерпывающая информация об итоговых результатах диссертационного исследования. При этом необходимо показать и раскрыть, как поставленные в диссертации цели были достигнуты, а задачи – решены.

Выводы, сделанные по результатам диссертационного исследования, должны принадлежать его автору. Они выносятся на публичную защиту, а потому к их формулировке следует подойти с особой тщательностью. Выводы и рекомендации должны отвечать на поставленные цели и задачи, учитывать положения, выносимые на защиту, а также исходить из структуры диссертации. Опыт работы совета подсказывает, что для экономического исследования кандидатской диссертации основные выводы и рекомендации должны содержать не менее 9-12 позиций. Это квинтэссенция диссертационной работы, «скелет» доклада соискателя на защите. Общими, малопонятными фразами обойтись здесь нельзя.

Примерное схематичное построение заключения может быть следующим:

1. Выполнен анализ...
2. Поставлены и решены задачи (новизна)...
3. Выявлены закономерности (особенности)...
4. Предложена (усовершенствована) модель...
5. Созданы и конструктивно проработаны...
6. Разработана методика...
7. Полученные решения позволяют (практическая и научная полезность)...
8. Результаты работы реализованы на ведущих предприятиях, что подтверждается справками о внедрении, и т.д. [38, 40].

Список работ, в которых опубликованы основные положения диссертации.

Здесь следует представить список наиболее значимых опубликованных соискателем трудов по теме исследования. Опубликованные труды можно привести в следующем порядке: монографии, брошюры, статьи в научных изданиях, тезисы докладов. В автореферате обязательно необходимо привести публикации по теме исследования в изданиях, входящих в официальные списки ВАК, а лучше с них и начинать список публикаций.

Автореферат представляется в диссертационный совет вместе с диссертацией. В случае рекомендации диссертации к защите автореферат подписывается соискателем и ученым секретарем диссертационного совета, утверждается председателем диссертационного совета и сдается в печать. Типография, в которой печатается автореферат диссертации, должна указать свои выходные данные согласно ГОСТу, например:

«Подписано в печать 21.03.2011.

Формат 60×84 1/16 Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 48-2449.

Отпечатано в ИД «Политехник»

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Тел., факс (863-5) 25-53-03»

В автореферате нельзя давать информацию, отсутствующую в диссертации, – это считается грубейшим нарушением. Здесь недопустимы орфографические ошибки, опечатки, жаргонные и цеховые выражения, нестыкующиеся между собой фразы. Автореферат почти наверняка прочтут рецензенты и оппоненты, на него обратят пристальное внимание на защите. Все это требует максимально серьезного подхода к его оформлению. Автореферат должен иметь строго определенную структуру и последовательность, которую не следует нарушать.

В соответствии с Положением о порядке присуждения ученых степеней оформление автореферата должно соответствовать требованиям, предъявляемым к работам, направляемым в печать [21, 39].

4.6. Подготовка доклада по результатам диссертационного исследования

Важнейшим этапом подготовки соискателя к защите является его работа над выступлением по результатам диссертационного исследования, призванного раскрыть суть, теоретическое и практическое значение результатов проведенной работы. По своей структуре доклад можно разделить на три части, каждая из которых представляет собой самостоятельный смысловой блок, хотя в целом они логически взаимосвязаны.

В начале доклада соискатель должен представить работу и научного руководителя: *«Уважаемый председатель! Уважаемые члены диссертационного совета! Позвольте представить вашему вниманию результаты диссертационного исследования на тему... Научный руководитель – ...»*. Первая часть доклада в своих основных моментах опирается на введение диссертации: характеризуется актуальность выбранной темы, дается описание научной проблемы, а также формулировки цели диссертации, ее задач, предмета и объекта исследования. Здесь же необходимо указать методы, при помощи которых получен фактический материал диссертации, а также охарактеризовать ее состав и общую структуру. Закончить первую часть доклада следует перечислением научных результатов, выносимых на защиту.

После первой вводной части следует вторая, самая большая по объему часть, которая раскрывает и доказывает существенность каждого научного результата диссертационной работы, выносимого на защиту. Переход от первой части доклада ко второй может быть выражен фразой: *«Разрешите остановиться на выдвигаемых научных положениях более подробно»*.

Завершается доклад заключительной частью, которая может начинаться следующим образом: *«Суммируя вышесказанное, следует отметить, что научная новизна результатов исследования заключается в следующем: 1)..., 2)..., 3)... и т.д.»*. Таким образом, соискатель, не повторяя частные обобщения, сделанные ранее во время доклада, останавливает свое внимание на принципиальных отличиях полученных им научных результатов от тех, которые уже известны науке. Кроме этого, в заключительной части доклада следует отметить практическую значимость результатов исследования: *«Практическая значимость диссертационного исследования заключается в...»*, а также апробацию диссертационной работы: *«Основные результаты исследования одобрены... используются... рекомендованы...внедрены...»*.

Заканчивается речь, как правило, следующей стандартной фразой: *«Доклад окончен. Спасибо за внимание»*.

В общей сложности доклад результатов кандидатской диссертации должен составлять около 15 минут. Соответственно на бумажном носителе он должен занимать до 8 страниц текста, шрифт Times New Roman № 14, полуторный интервал.

Языку и стилю доклада по диссертационному исследованию следует уделить самое серьезное внимание, поскольку именно языково-стилистическая культура научной работы лучше всего позволяет судить об общей культуре соискателя. Для текста должны быть характерны смысловая законченность, целостность, связность и вместе с тем простота изложения материала. Важнейшим средством повествования являются специальные слова, указывающие на последовательность развития мысли («вначале», «прежде всего», «затем», «во-первых», «во-вторых», «значит», «итак» и др.), противоречивые отношения («однако», «между тем», «в то время как», «тем не менее»), причинно-следственные отношения («следовательно», «поэтому», «благодаря этому», «вследствие этого», «кроме того», «к тому же»), переход от одной мысли к другой («прежде чем перейти к...», «обратимся к...», «рассмотрим», «остановимся на...», «рассмотрев...», «перейдем к...», «необходимо остановиться на...», «необходимо рассмотреть...»), итог, вывод («итак», «таким образом», «в заключение отметим», «все сказанное позволяет сделать вывод», «подводя итог», «следует сказать...»).

Текст научного доклада характеризуется тем, что в него включаются только точные, полученные в результате длительных наблюдений и научных экспериментов сведения и факты. Это обуславливает и точность их словесного выражения с использованием специальной терминологии. Необходимо с большим вниманием выбирать научные термины и определения, так как каждая отрасль науки имеет свои специфические особенности.

Сугубо деловой и конкретный характер описаний изучаемых явлений, фактов и процессов почти полностью исключает индивидуальные особенности слога, эмоциональность и изобразительность. Описание результатов исследования делается обычно с помощью кратких страдательных причастий. Например: *«Выявлены технологические, организационные и экономические факторы...»*, *«Было выделено три вида моделей...»*. Использование подобных синтаксических конструкций позволяет сконцентрировать внимание читателя на самом действии. Субъект действия при этом остается необозначенным, поскольку указание на него в научном докладе является необязательным.

Стиль научной речи – это безличный монолог. Поэтому изложение обычно ведется от третьего лица, так как внимание сосредоточено на содержании и логической последовательности сообщения, а не на субъекте. Сравнительно редко употребляется форма первого и совершенно не употребляется форма второго лица местоимений единственного числа. Авторское «я» как бы отступает на второй план.

Многие соискатели в своих докладах используют местоимение «мы» вместо «я», считая, что выражение авторства как формального коллектива придает больше объективности изложению: *«по нашему мнению»*, *«на наш взгляд»*, *«нами установлено»*. Это как бы позволяет отразить свое мнение в виде мнения определенной группы людей, научной школы или научного направления. Это вполне объяснимо, поскольку современная наука характеризуется коллективностью творчества и комплексным подходом к решению проблем.

В то же время излишнее частое употребление местоимения «мы» производит раздражающее впечатление и растворяет личный вклад соискателя, поэтому необходимо прибегать к конструкциям, исключающим употребление этого местоимения.

В целом при подготовке доклада всегда нужно помнить, что основными качествами, определяющими культуру научной речи, являются точность, ясность и краткость.

Необходимым элементом доклада по диссертационной работе, особенно выполненной по техническим наукам, является графическая часть. Она может быть представлена в виде рисунков, схем, таблиц, графиков и диаграмм, которые наглядно дополняют и подтверждают изложенный в тексте доклада материал.

Соискателю следует подумать, какой материал проиллюстрировать для его использования при защите диссертации, чтобы доказать выдвигаемые положения и обоснования сделанных выводов и предложенных рекомендаций.

Возможности современной техники позволяют соискателя использовать на защите не только традиционные плакаты (формата А1), но и специально подготовленные слайды, кино- и видеоролики, мультимедийную презентацию. При этом каждому члену диссертационного совета целесообразно подготовить комплект раздаточного материала, который состоит из иллюстраций (формата А4) и автореферата диссертации.

В составе обязательных иллюстраций очень полезен вводный плакат: кратко характеризующий актуальность, цель и задачи, предмет, объект исследования, научную новизну и практическую ценность диссертации.

Желательно подготовить плакат, описывающий методологию исследования. Основные научные результаты целесообразно представить в виде таблиц, графиков, формул, диаграмм и др., которые позволят лучше понять изложение материала доклада. Каждый научный результат, выносимый на защиту, должен обязательно иметь соответствующее иллюстративное подкрепление.

Очень важен плакат по оценке экономической эффективности, включающий краткое описание предложенного методического аппарата и количественную оценку диссертационных разработок. Заключительным является плакат о внедрении разработок диссертационного исследования на производстве, в учебном или научном процессе.

Поскольку не только содержание текста доклада, но и умение грамотно и четко донести свои мысли до слушателей без использования «бумажки» в значительной мере определяют оценку защиты, имеет смысл до защиты провести несколько репетиций своего доклада.

Первые репетиции можно проводить дома, запоминая текст, подбирая нужную интонацию, рассчитывая время своего выступления. При этом соискателю следует помнить, что его речь должна быть выразительной, что напрямую зависит от темпа, громкости и интонации. Если он будет говорить торопливо, проглатывая окончания слов, или очень тихо и невнятно, то качество выступления от этого резко снизится. Напротив, спокойная, неторопливая, уверенная манера изложения всегда импонирует слушателям. После каждой законченной мысли (предложения) нужна небольшая пауза. Пауза побольше – после изложений последовательности взаимосвязанных мыслей (абзаца). Совершенно недопустимо нарушение так называемых норм литературного произношения, в частности, неправильная расстановка ударений в словах и др. [35, 39].

Последнюю репетицию целесообразно провести в зале заседаний диссертационного совета, где будет происходить защита диссертации.

Ниже в качестве примера представлен текст доклада диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» с некоторыми сокращениями.

Уважаемые председатель, члены диссертационного совета, Вашему вниманию представляется диссертационная работа на тему: «Обоснование способов повышения несущей способности крепи вертикальных стволов на основе современных средств ее упрочнения».

В настоящее время в России проходка вертикальных стволов осуществляется по совмещенной схеме с креплением монолитным бетоном.

Однако в глубоких вертикальных стволах область применения монолитной бетонной крепи уменьшается из-за увеличения горного давления, влияния очистных работ, приствольных выработок и других факторов.

Основными направлениями повышения несущей способности крепи являются увеличение ее толщины или переход на железобетонное крепление. Эти решения нельзя признать эффективными.

Так стоимость проходки стволов прямо пропорционально зависит от толщины монолитной бетонной крепи.

При применении монолитной железобетонной крепи происходит снижение темпов крепления в 1,5 - 2 раза, увеличение трудоемкости работ на 30 - 40 % и более.

Одним из прогрессивных направлений совершенствования крепления стволов является переход на крепи минимальной толщины с улучшенными свойствами, а также применение анкерно-бетонных крепей.

Для внедрения этих решений необходимо совершенствование составов бетона крепи, дальнейшее исследование системы «монолитная бетонная крепь – анкера – породный массив», а также адаптация технологии возведения анкерной крепи к совмещенной схеме проходки.

Исходя из вышеизложенного целью работы является обоснование способов повышения несущей способности крепи стволов при совмещенной схеме проходки с использованием современных средств упрочнения, что позволит увеличить эксплуатационную надежность и технико-экономическую эффективность крепи.

Идея работы: повышение несущей способности и технико-экономической эффективности монолитной бетонной крепи вертикальных стволов достигается применением современных средств упрочнения материала и конструкции крепи: модифицированных бетонов, фибробетонов, анкеров контактного типа при сохранении минимальной толщины крепи с учетом стадии твердения бетона в призабойной зоне ствола.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Установить закономерности формирования напряжений в монолитной бетонной крепи призабойной зоны ствола при изменении условий эксплуатации, параметров технологии работ и свойств материала крепи.

2. Исследовать эффективность повышения несущей способности монолитной бетонной крепи минимальной толщины в различных условиях путем анкерного упрочнения и совершенствования свойств бетона.

3. Разработать методику проектирования ресурсосберегающей крепи вертикальных стволов при совмещенной схеме проходки.

4. Разработать технологические схемы возведения упрочняющей анкерной крепи в вертикальных стволах.

Совмещенная технологическая схема проходки характеризуется возведением постоянной крепи вслед за подвиганием забоя ствола.

Призабойная зона ствола представляет собой пространственный объект, в котором с массивом взаимодействует бетонная оболочка, состоящая из заходов крепи с разными свойствами.

Комплексного исследования такой системы не проводилось.

Также отсутствует полная информация о прочностных свойствах бетона крепи в раннем возрасте.

В связи с этим нами был выполнен анализ параметров крепи 97 стволов, на основе которого выделено 37 составов бетона с различным расходом материалов и проектной прочностью.

Выполнена статистическая обработка имеющихся данных о прочности бетонов, а также произведен ряд собственных лабораторных испытаний.

На основании исследований получены выражения, характеризующие максимальную и минимальную скорость набора прочности бетонов крепи стволов (показать на слайде). Коэффициенты корреляции составили 0,91 и 0,94.

Эти данные легли в основу численного моделирования призабойного участка ствола, выполненного методом конечных элементов с использованием программного комплекса «Лира 9».

В результате расчета модели в различных условиях установлено, что наиболее интенсивному воздействию подвергается заходка крепи в момент снятия опалубки.

На слайде 11 показаны зависимости отношения нормальных тангенциальных напряжений в крепи к прочности бетона в этой заходке при различной скорости проходки и скорости набора прочности бетона.

При увеличении скорости проходки относительная интенсивность напряжений в бетоне возрастает по линейной зависимости.

При увеличении скорости набора прочности бетона этот параметр нелинейно снижается.

Отсюда можно сделать вывод о возможности регулирования напряженно-деформированного состояния крепи в рассматриваемый момент путем управления скоростью твердения бетона.

На основании исследований получена зависимость для определения необходимой прочности бетона крепи на момент распалубки в зависимости от величины проектной прочности.

Она позволяет обеспечить необходимый запас несущей способности твердеющей крепи.

Входящие в формулу параметры могут быть определены по графикам и таблицам, представленным на слайде 13.

В результате лабораторных испытаний бетонов различных составов нами установлено, что обеспечить необходимую прочность бетона при распалубке можно путем использования современных добавок на основе суперпластификаторов (показать на слайде).

Их включение в объеме 0,8 - 1,0% от массы цемента обеспечивает высокую скорость твердения бетона в возрасте одних – трех суток.

Кроме того, происходит увеличение проектной прочности на 13 - 32% и подвижности бетонной смеси в 2 - 3 раза.

На основании выполненных исследований сформулировано первое научное положение...

Повышение несущей способности крепи минимальной толщины на протяженном участке ствола можно обеспечить с помощью включения в состав бетона стальной фибры.

В результате лабораторных испытаний установлено, что включение фибры позволяет увеличить прочность материала на сжатие в 1,1 - 1,5 раза, а прочность на растяжение при изгибе в 1,1 - 2,6 раз.

При увеличении расхода фибры прочность на сжатие возрастает по параболической зависимости, а на растяжение при изгибе – по гиперболической.

Проведенное на основе полученных данных математическое моделирование показало, что в условиях действия равномерных нагрузок на крепь запас несущей способности сталефибробетонной крепи на 10 - 20% больше чем монолитной бетонной той же толщины.

Величина относительного запаса несущей способности нелинейно уменьшается с увеличением модуля сдвига вмещающих пород.

Это свидетельствует об эффективности применения сталефибробетонной крепи в более слабых породах.

В условиях действия на крепь неравномерных по величине нагрузок запас несущей способности сталефибробетонной крепи в 1,9 - 2,0 раза больше чем монолитной бетонной крепи той же толщины.

По результатам исследований сформулировано второе научное положение...

В качестве дополнительного решения по усилению крепи в необходимых случаях рассматривается установка анкеров через возведенную ранее бетонную крепь.

Анкера представляют собой металлический стержень, изготовленный из стали периодического профиля, не имеющий опорной плиты.

Для обеспечения надежной связи системы «анкер–бетон–порода» закрепление стержня анкера цементно-песчаным раствором производится по всей длине шпура.

Результаты расчетов показывают, что анкерные стержни выполняют роль поперечной арматуры в бетоне, работают на растяжение, препятствуя радиальному деформированию крепи.

Благодаря этому происходит значительная разгрузка внутренних слоев крепи от напряжений по сравнению с обычной бетонной крепью.

Так на слайде №22 представлен график зависимости напряжений во внутреннем слое обычной монолитной крепи и упрочненной анкерами при различном начальном модуле упругости вмещающих пород.

Максимальное снижение напряжений при переходе на анкерно-бетонное крепление достигает 28%.

Для количественной оценки эффективности анкерного упрочнения монолитной бетонной крепи предложен коэффициент упрочнения, определяемый из выражения...

Установлено, что коэффициент упрочнения при закреплении штанг по всей длине шпура зависит от основных параметров анкерной крепи:

возрастает по параболической зависимости при увеличении длины анкеров, плотности их установки, линейно возрастает при увеличении диаметра стержня анкера.

Также нами выявлена зависимость коэффициента от среднего модуля сдвига упрочняемого объема крепи и пород.

На основании установленных зависимостей и статистической обработки данных получены корреляционные формулы по определению коэффициента упрочнения при различной плотности установки анкеров.

По результатам исследований сформулировано третье научное положение...

Выполнена технико-экономическая оценка эффективности разработанных решений.

На слайде 31 приведены графики роста стоимости крепления одного метра ствола при увеличении толщины крепи, включении в состав бетона химических добавок, также стальной фибры.

Расчеты показывают, что реализация предложенных решений позволяет снизить затраты на крепление до 25%.

Внедрение разработанных решений выполнено при разработке проекта строительства вентиляционно-вспомогательного вертикального ствола подземного рудника....

Для участка ствола длиной 400 м разработан проект крепления, предусматривающий использование анкерно-бетонной крепи.

По сравнению с типовыми решениями был уменьшен объем выемки породы на 9%, снижен расход бетона на возведение крепи на 42%.

Полученный в результате расчетов экономический эффект составил 6,7 млн. руб.

Спасибо за внимание, доклад окончен!

Глава 5. Рейтинг ученого

5.1. Общие положения

Научное сообщество всегда вырабатывало формальные и неформальные рейтинги ученых. Методы и критерии такой оценки часто были неоднозначны, системы показателей менялись с течением времени и во многом зависели от отрасли науки, общественно-политической ситуации, сложившейся в той или иной стране и других субъективных факторов.

В советское время ранг ученого оценивали по его регалиям (степень, членство в Академии, государственные награды, стаж работы на руководящих должностях и т.п.), т.е. по показателям, напрямую не имеющим отношения к его вкладу в науку. Естественно, специалисты могли оценить ученого по его работам, но круг таких людей в конкретной области знаний был весьма ограничен.

Сложившаяся система без особых изменений перешла и в Российскую действительность, и только в двухтысячных годах государство начало предпринимать попытки по изменению ситуации на основе зарубежного опыта.

В передовых в научном отношении странах мира значимость ученого принято определять по индексу цитирования, который представляет собой число ссылок на публикации ученого в реферируемых научных периодических изданиях. Логика применения этого показателя достаточно простая. Научные работники постоянно «голосуют» за того или иного ученого, ссылаясь в своих статьях на предшествующие работы и формируя тем самым индекс цитируемости. Это далеко не идеальная оценка, имеющая в частности следующие недостатки:

- зависимость от конъюнктуры: работы в популярной на данный момент области науки цитируются чаще, чем пионерские или выходящие за рамки сложившихся научных представлений;
- индекс цитируемости зависит не только от научного уровня, но и от активности ученого (конференции, контакты);
- проблема соавторов. Почти всегда кто-то один сделал основную работу, но правильно разделить индекс цитирования между соавторами очень сложно;
- самоцитирование. Постоянно ссылаясь на свои собственные работы можно существенно увеличить индекс цитирования, а исключить такие ссылки технически достаточно сложно.

В то же время индекс цитирования – это единственный показатель, который: реально существует (имеются данные на всех научных работников); объективен (не зависит от мнения вышестоящих лиц и инстанций); коррелирует с талантом и активностью ученого.

Разновидностью индекса цитирования является Индекс Хирша – наукометрический показатель, предложенный в 2005 г. американским физиком Хорхе Хиршем из университета Сан-Диего, Калифорния. Критерий основан на учёте числа публикаций исследователя и числа цитирований этих публикаций. Т.е. учёный имеет индекс h , если h из его N статей цитируются как минимум h раз каждая.

Например, h -индекс равный 10, означает, что учёным было опубликовано не менее 10 работ, каждая из которых была процитирована 10 и более раз. При этом количество работ, процитированных меньшее число раз, может быть любым. В научном мире принято считать, что состоявшийся учёный в области физики обладает h -индексом более 10. У нобелевских лауреатов h -индекс составляет порядка 60 и выше. При этом, даже у самых успешных зарубежных ученых, работающих в области машиностроения, h -индекс не превышает 15.

В 2005 г. Федеральное агентство по науке и инновациям объявило конкурс «Разработка системы статистического анализа российской науки на основе данных Российского индекса цитирования», который проводился в рамках федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники». Научная электронная библиотека (НЭБ) одержала победу в этом конкурсе и стала головным исполнителем проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) – это национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 2 миллионов

публикаций российских авторов, а также информацию о цитировании этих публикаций из более 2000 российских журналов. Она предназначена для оперативного обеспечения научных исследований актуальной справочно-библиографической информацией и оценки результативности и эффективности деятельности научно-исследовательских организаций, ученых, уровня научных журналов и т.д.

База данных РИНЦ расположена в сети Интернет по адресу <http://elibrary.ru>. В нее собирается и обрабатывается полная библиографическая информация о журнальных статьях, аннотации и пристатейные списки цитируемой в статьях литературы. Ресурс позволяет находить как публикации, цитируемые в отдельно взятой статье, так и публикации, цитирующие эту статью. Таким образом, пользователь может проводить эффективный масштабный поиск библиографии, охватывающей весь фронт публикаций по интересующей его теме или предмету. Помимо библиографической и цитатной информации, в РИНЦ включаются сведения об авторах публикаций и организациях, в которых они работают. Этот механизм дает возможность интегрировать публикационные и цитатные показатели по всей вертикали социального института науки: от научного сотрудника-автора, структурного подразделения и учреждения, где работает круг авторов, до министерств и ведомств или целых административно-географических регионов. Такого рода статистические сведения, в свою очередь, помогут проводить объективную оценку деятельности различных научно-образовательных организаций, научных коллективов и отдельных исследователей, а совокупные данные по цитированию журналов, так называемые импакт-факторы, позволяют выстраивать рейтинги периодических изданий [11].

В настоящее время индекс цитируемости учитывается в нашей стране в основном при участии ученого в научных конкурсах, грантовых программах и др. Между тем за рубежом его применение гораздо шире, например, индекс цитируемости учитывается при избрании ученого на должность в университете. Очевидно, с развитием РИНЦ в России его значение будет возрастать, и каждый ученый будет обязан прилагать усилия по его увеличению. Индекс цитирования станет стимулом для постоянной научно-исследовательской деятельности, подготовки качественных публикаций, участия в представительных конференциях и др. При этом уже не получится «почивать на лаврах» и поддерживать свой научный авторитет былыми заслугами.

5.2. Определение индекса цитируемости ученого с использованием базы данных РИНЦ

Поиск автора в РИНЦ возможен по фамилии, тематике, названию организации, города, региона, страны.

Для того чтобы получить наиболее достоверные данные о цитируемости ученого, следует иметь полный список его публикаций, оформленный в соответствии с действующими ГОСТами на библиографическое описание документов.

Получаемый с помощью базы данных РИНЦ индекс цитируемости ученого является неполным из-за ограниченности перечня и ретроспективы обрабатываемых журналов, диссертаций и авторефератов диссертаций. В качестве источников ссылок в незначительной степени отражаются монографии, патенты, статьи из сборников.

Следует иметь в виду, что создатели включают в РИНЦ статьи из переводных Российских и некоторых иностранных журналов, которые отражаются в международных системах (Web of Science, Scopus и др.). Это может привести к некоторому завышению индекса цитируемости.

В 2009 г. в РИНЦ появилась новая функция: «Анализ публикационной активности автора» предоставляет разнообразные статистические данные, касающиеся количества статей и их цитируемости. Поскольку эта функция является экспериментальной, то некоторые показатели могут рассчитываться некорректно.

Согласно Приказа N 406 Минобрнауки РФ от 14.10.2009 при анализе публикационной активности цитируемость учитывается за пять лет, предшествующих текущему году.

Порядок определения индекса цитируемости:

1. Зайти на сайт «Научной электронной библиотеки» по адресу <http://elibrary.ru>.

2. Выбрать раздел «Российский индекс научного цитирования».

3. Выбрать пункт «Поиск авторов».

4. Набрать фамилию и инициалы ученого. Регистр значения не имеет. Инициалы – один или оба – вводятся через пробел, точку после них ставить не обязательно, например: петров а б.

5. При необходимости, уточнить поиск, указав тематику, название организации, города, региона, страны.

6. Запустить поиск.

7. Вывести на экран ссылки на работы искомого автора щелкнув левой кнопкой мыши число цитирований (графа «Цит.»). По умолчанию показываются только включенные в список цитирований автора («привязанные») ссылки.

8. Для того чтобы индекс цитируемости был более полным, необходимо включить в список «непривязанные» ссылки, которые могут принадлежать искомому автору. Для этого в графе «Показывать» установить параметр «привязанные и непривязанные ссылки в одном списке».

9. Обновить список, нажав кнопку «Поиск».

10. Создать текстовый файл.

11. Используя поле «Год цитирующей публикации», осуществить поиск цитирований искомого автора за каждый год (из пяти необходимых), копируя релевантные публикации в созданный файл (исключая ссылки на «чужие» работы и возможное дублирование).

12. Подсчитать количество ссылок за каждый год и итоговое число. Цитируемость определяется по количеству источников, процитировавших

публикации искомого автора. При этом одна и та же работа может быть процитирована несколько раз в разных источниках.

13. При необходимости, оформить список (в заголовке указать фамилию и инициалы ученого, название и хронологические рамки использованной базы данных, итоговый результат, дату выполнения запроса, фамилию исполнителя) и выдать его пользователю.

14. В зарубежных системах (Scopus, Web of Science) индекс цитируемости представляется в виде таблицы. В РИНЦ таблицу необходимо составить вручную.

Пример. Определение индекса цитируемости по данным РИНЦ

Булычев Н.С.

Индекс цитируемости за 2007 - 2011 гг. по данным РИНЦ по состоянию на 01.01.2012 г.

2007 год

| | |
|---|--|
| 1 <input checked="" type="checkbox"/> | <p>Булычев Н.С., Фотиева Н.Н., Розенвассер Г.В., Шамрин Ю.Е. Расчет сборных обделок коллекторных тоннелей с учетом контактного взаимодействия с грунтовым массивом//<u>Основания, фундаменты и механика грунтов</u>. -1988. -№5. -С. 18 -20.</p> <p>Источник: <u>МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОБДЕЛОК КАМЕР ПОДЗЕМНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ</u> <u>Борисов В.Н., Павлов О.Н., Толмачев М.В.</u> Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2007. № 1. С. 20-28.</p> |
| 2 <input checked="" type="checkbox"/> | <p>Булычев, Н.С. Проектирование и расчет крепи капитальных выработок/<u>Н.С. Булычев, Н.Н. Фотиева, Е.В. Стрельцов</u> -М.: Недра, 1986. -288 с.</p> <p>Источник: <u>ФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ ВЫРАБОТОК ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГЛИНИСТЫХ НАНОСОВ</u> <u>Глазков Ю.Ф., Простов С.М., Рудковский Д.И.</u> Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2007. № 5. С. 44-48.</p> |
| 3 <input checked="" type="checkbox"/> | <p>Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М.: Недра, 1982.</p> <p>Источник: <u>ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА НАГРУЗОК НА ОБДЕЛКИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ТОННЕЛЕЙ</u> <u>Протосеня А.Г., Карасев М.А., Козин Е.Г.</u> Записки Горного института. 2007. Т. 172. С. 5-13.</p> |

...

| | |
|--|---|
| 17 <input checked="" type="checkbox"/> | <p>Bulychev, N.S., Fotieva, N.N., Sammal, A.S., Savin, I.I. 2000. Theoretical aspects of monitoring and back analysis in tunnels. In T.R.Sacey et al. (eds). AITES-ITA 2000 World Tunnel Congress. Symp. Series S24: 73-78. The South African Inst. of Mining and Metallurgy.</p> <p>Источник: Safety problems of underground structures in the design Bulychev N., Fotieva N., Levchenko A. "Proceedings of the 33rd ITA-AITES World Tunnel Congress - Underground Space - The 4th Dimension of Metropolises". 2007. С. 409-413.</p> |
|--|---|

...

2011 год

| | |
|---|---|
| 1 <input checked="" type="checkbox"/> | <p>Булычев Н.С. О расчете обделок тоннелей в очень слабых грунтах//Проблемы подземного строительства в XXI веке.: труды Международной конференции./ТулГУ. Тула, 2002. С. 35-37.</p> <p>Источник: <u>НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБДЕЛОК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ НЕКРУГОВЫХ ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ В ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОМ МАССИВЕ ПОРОД</u> <u>Воронина И.Ю.</u> Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2011. № 1. С. 240-247.</p> |
|---|---|

...

| | |
|---|--|
| 8 <input checked="" type="checkbox"/> | Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М., Недра, 1982. -270 с. Источник: <u>Анализ нормативной базы и научных исследований в области крепления вертикальных стволов. Направления их дальнейшего развития</u> <u>Плешко М.С., Курнаков В.А.</u> Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2011. № 4. С. 49-53. |
|---|--|

Итого за 5 лет

| ГОД | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | ИТОГО |
|------------|------|------|------|------|------|-------|
| Количество | 17 | 14 | 2 | 13 | 8 | 54 |

Дата выполнения запроса.

Подпись руководителя структурного подразделения.

Подпись исполнителя.

5.3. Определение индекса цитируемости ученого с использованием системы Web of Science (WoS)

Система Web of Science представляет собой совокупность разнообразных баз данных, функционирующих на платформе ISI Web of Knowledge. Для определения индекса цитируемости ученого используются базы данных Science Citation Index Expanded и Social Sciences Citation Index. В WoS заложена возможность поиска процитированных работ не только по первому автору, но и по соавторам, при условии, что источник, в котором содержится статья, расписан в Web of Science. Можно задать ретроспективу индекса цитируемости и хронологические рамки процитированных работ.

Существует два способа определения индекса цитируемости с использованием WoS. Первый – упрощенный, он проводится в два этапа: сначала осуществляется поиск публикаций искомого автора, затем автоматически (кнопка «Create Citation Report») определяется их цитируемость. Индекс цитируемости при этом будет ограничен только статьями и только из тех журналов, которые обрабатываются в Web of Science. Второй, более сложный способ, требует значительной ручной доработки, но индекс цитируемости будет полнее и отразит цитируемость монографий, диссертаций, авторефератов, патентов, статей из сборников и тех журналов, которые не обрабатываются в WoS.

Для того чтобы получить наиболее достоверные данные о цитируемости ученого, следует иметь полный список его публикаций, оформленный в соответствии с действующими ГОСТами на библиографическое описание документов. Это необходимо по двум причинам:

- для учета различных вариантов написания фамилии автора на иностранных языках (особенно малораспространенных);
- для удаления ссылок на публикации однофамильцев.

Порядок выполнения по первому способу следующий:

1. Зайти на сайт ISI Web of Knowledge (доступ лицензионный).
2. Выбрать режим поиска «Search».
3. Отметить нужные базы данных.

4. Выбрать поисковое поле «Author».

5. Зайти в список авторов, выбрать все возможные варианты фамилии и перенести их в поисковое поле.

6. Установить хронологические рамки списка статей (поисковое поле «Year Published»), но не более десяти лет.

7. Запустить поиск, нажав кнопку «Search».

8. Вывести на экран индекс цитируемости, нажав кнопку «Create Citation Report» в правом верхнем углу экрана. При этом автоматически также выдается индекс Хирша (h-index), среднеарифметическая цитируемость в год всех статей, среднеарифметическая цитируемость в год каждой статьи, среднеарифметическая цитируемость условной статьи. Можно исключить самоцитирование «View without self-citation», тогда на экран выводится список источников ссылок, исключая статьи самого автора, но таблица с индексом цитируемости не обновляется.

9. Изменить признак сортировки «Sort by» найденных статей в правой верхней или нижней части экрана, установив показатель цитируемости «Times Cited».

10. Определить количество процитированных статей.

11. Указать это количество в левой нижней части экрана.

12. Нажать кнопку «Print» или «E-mail» в нижней части экрана.

13. Распечатать или сохранить полученные результаты.

Порядок выполнения по второму способу:

1. - 6. – Аналогично первому способу.

7. Установить хронологические рамки поиска за один какой-либо год («Timespan» в нижней части экрана) и запустить поиск.

8. Создать документ в текстовом редакторе WORD. Заголовок документа включает фамилию автора, название и ретроспективу использованной базы данных (что соответствует ретроспективе индекса цитируемости).

9. Скопировать в документ поисковое выражение, содержащее все варианты фамилии автора.

10. Скопировать в документ все найденные ссылки (правая кнопка мыши): «Выделить» → «Копировать», затем «Правка» (основное меню) → «Специальная вставка» → «Неформатированный текст». Если количество ссылок небольшое, то можно все ссылки копировать в один файл. Если количество ссылок значительное, то ссылки за каждый год копируются в отдельный документ.

11. Осуществить поиск ссылок за остальные годы и скопировать их в файл. Если работа проводится не за один, а за несколько сеансов, то поисковое выражение можно не набирать каждый раз заново, а копировать его из соответствующего файла (см. п. 9).

2. Как только количество проверенных ссылок достигнет 100, программа выдаст сообщение о том, что достигнут лимит. Тогда в окне просмотра результатов «Search Results» необходимо выбрать кнопку «Search History», затем последовательно нажать кнопки «Select All» и «Delete». Далее

необходимо выбрать поисковый режим «Cited Reference Search» и повторить поиск. Поисковое выражение во время операции очистки сохраняется, поэтому набирать его заново не приходится.

12. Распечатать полученный файл (файлы).

13. Произвести сверку тех ссылок, где количество цитирований («Citing Articles») превышает 1, для чего отметить запись в базе данных и нажать кнопку «Finish». Количество источников и есть количество ссылок на эту публикацию в данном году.

14. Проставить количество ссылок в распечатке.

15. Подсчитать количество ссылок за каждый год и поставить эту цифру рядом с годом.

16. Отредактировать количество ссылок в файле.

17. При необходимости, свести файлы за отдельные годы в один общий (см. пример 1).

18. Установить «Параметры страницы».

19. Установить нумерацию страниц.

20. Распечатать файл на чистовик.

21. При необходимости, создать таблицу статистических данных (см. пример 2).

Пример 1. Результат определения индекса цитируемости ученого с использованием системы «Web of Science».

Фомин В.М.

Индекс цитируемости

по данным Web of Science за 2000 - 2006 гг.

(список процитированных работ)

2000 –11* ссылок

1 FOMIN VM II INT MACH REFL S 1996 138

1 FOMIN VM DOKL AKAD NAUK+ 1998 361 58 View Record

1 ...Fomin VM DOKL AKAD NAUK+ 1996 350 201 View Record

1 FOMIN VM DOKL PHYS 2000 45 84

1 FOMIN VM DOKL PHYS 1999 44 638

1 FOMIN VM DOKL PHYS 1998 43 443

1 FOMIN VM HIGH PR SH 1997 205

1 FOMIN VM HIGH PRESSURE SHOCK 1997

1 FOMIN VM HIGH SPEED INTERACTI 1999 600

1 FOMIN VM HIGH VELOCITY INTERA 1999

1 FOMIN VM Z PRIK MEK TECH FIZ 1988 5 15

...

2006 – 17* ссылок

1 FOMIN VM AEROSP SCI TECHNOL 2004 8 411 View Record

1 FOMIN VM AIAA J 2002 40 1170 View Record

1 ...Fomin VM COMBUST EXPLO SHOCK+ 1996 32 191 View Record

1 ...Fomin VM COMBUST EXPLO SHOCK+ 1992 28 372 View Record

1 FOMIN VM DOKL PHYS 2003 48 418 View Record
 1 FOMIN VM DOKL RAN 1995 340 188 View Record
 1 FOMIN VM FAST INTERACTION BOD 1999
 1 FOMIN VM IZD SIBIRSK OTD ROSS 1999
 1 FOMIN VM P 12 INT MACH REFL S 1996 137
 1 FOMIN VM PHYS DOKL 2000 45 84
 1 FOMIN VM PHYS DOKL 2000 45 503
 1 FOMIN VM PHYS DOKL 1998 43 440
 2 FOMIN VM SHOCK WAVES 2003 13 155 View Record
 1 ...Fomin VM SHOCK WAVES 2001 11 199 View Record
 1 ...Fomin VM SHOCK WAVES 1997 7 275 View Record
 1 FOMIN VM TEPLOFIZ AEROMEKH 1977 4 129

Итого: 85 ссылок (подсчитывается исполнителем вручную).

Пример 2. Результат определения индекса цитируемости ученого с использованием системы «Web of Science».

Фомин В.М.

Индекс цитируемости

по данным Web of Science за 2000 - 2006 гг.

(статистические данные)

| 2000* | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | Итого |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 11 | 5 | 11 | 11 | 16 | 14 | 17 | 85 |

*Примечание: – таблица создается исполнителем вручную.

Дата выполнения запроса.

Подпись руководителя структурного подразделения.

Подпись исполнителя [12].

5.4. Определение индекса цитируемости ученого с использованием базы данных SCOPUS

Несмотря на то, что в базе данных Scopus имеются авторские идентификаторы, необходимо подготовить полный список публикаций ученого в соответствии с действующими ГОСТами на библиографическое описание документов:

В БД Scopus имеется возможность автоматически исключить самоцитирование, а также установить ретроспективу индекса цитируемости и хронологические рамки списка процитированных работ.

Процесс определения индекса цитируемости ученого осуществляется в два этапа: сначала проводится поиск публикаций ученого, затем определяется их цитируемость.

В том случае, если вариант фамилии автора только один, используют режим поиска «Author search», если вариантов больше – то «Document search».

Порядок определения индекса цитируемости:

1. Поиск «Author search».

- 1) Зайти на сайт по адресу: <http://www.scopus.com> (доступ лицензионный).
- 2) Выбрать режим поиска автора «Author search».
- 3) Ввести фамилию автора по предлагаемому образцу.
- 4) Отметить необходимость точного соответствия результатов заданным параметрам поиска («Show exact matches only»).
- 5) Оставить предметные рубрики («Subject Areas»), которые соответствуют тематике искомого автора.
- 6) Запустить поиск («Search»).
- 7) Отметить в предложенном системой списке искомого автора. Следует иметь в виду, что авторы статей не всегда точно указывают свой адрес или указывают адрес той организации, где они проводили исследования, находились на стажировке и т.п.
- 8) Нажать кнопку «Show documents».
- 9) Просмотреть найденные документы и отметить релевантные (принадлежащие искомому автору), цитируемость которых больше «0», для чего:
 - изменить признак сортировки («Sort by»), указав цитируемость («Citations»), в правой верхней части экрана;
 - увеличить, при необходимости, порцию документов, выдаваемых на страницу («Display results per page») в левой нижней части экрана;
 - просмотреть документы на каждой странице и отметить те из них, которые имеют цитируемость больше «0».
- 10) Нажать кнопку «View citation overview» – на экран выводится список процитированных работ (по умолчанию документы отсортированы в обратном хронологическом порядке) и таблица с индексом цитируемости (по умолчанию за последние три года).
- 11) При необходимости, изменить признак сортировки («Sort documents») и (или) ретроспективу индекса цитируемости («Date range»), исключить самоцитирование («Exclude from citation overview»). Система исключает самоцитирование не только искомого автора, но и его соавторов.
- 12) В том случае, если произведено изменение какого-либо параметра, обновить индекс цитируемости, нажав кнопку «Update overview».
- 13) При необходимости, увеличить порцию документов, выдаваемых на экран одновременно (50, 100, 200).
- 14) Нажать кнопку «Print» в правой верхней части экрана.
15. Распечатать или сохранить таблицу с индексом цитируемости и список процитированных работ (см. пример). С помощью кнопки «Export» полученные данные сохраняются в формате CSV, который можно открыть посредством программы MS Excel.

2. Поиск Document search.

- 1) Зайти на сайт по адресу: <http://www.scopus.com> (доступ лицензионный).
- 2) Вызвать режим поиска «Document search».
- 3) Установить поисковое поле «Authors».

4) Ввести первый вариант фамилии автора по образцу, например: vlasov, v v.

5) Вызвать дополнительное поисковое поле, нажав кнопку «Add search field».

6) Установить поисковое поле «Authors», ввести другой вариант фамилии автора.

7) Установить между поисковыми полями логический оператор OR.

8) При необходимости, повторить пп. 5, 6, 7.

9) При необходимости, установить хронологические рамки поиска в нижней части экрана («Date Range» – «Published»).

10) Запустить поиск («Search»).

Далее см. п.п. 9 - 15 поиска «Author search».

Пример. Результат определения индекса цитируемости ученого с использованием БД Scopus (статистические данные и сокращённый список процитированных работ)

| | | Citations | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | | <2006 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | subtotal | >2010 | total |
| 68 Cited documents | Total | 405 | 83 | 90 | 103 | 114 | 120 | 510 | 45 | 960 |
| 1 (2010) A thermochemical mod... | | | | | | | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 2 (2010) Mineral resources an... | | | | | | | 2 | 2 | | 2 |
| 3 (2008) Geological implicati... | | | | | | 2 | 10 | 12 | 1 | 13 |
| 4 (2008) Preface | | | | | | 1 | | 1 | | 1 |
| 5 (2008) Heat and mass transf... | | | | | | 1 | | 1 | | 1 |
| 6 (2008) Modelling of thermoc... | | | | | 1 | 5 | 5 | 11 | 3 | 14 |
| 7 (2007) Ice cover of Lake Ba... | | | | | | 2 | | 2 | | 2 |
| 8 (2007) Late Cambrian-Ordovi... | | | | | | 5 | 9 | 14 | 4 | 18 |
| 9 (2006) Vendian-Early Ordovi... | | | | | 2 | 1 | 2 | 5 | | 5 |

Documents in overview

1)

Dobretsov, N.L., Borisenko, A.S., Izokh, A.E., Zhmodik, S.M.

A thermochemical model of Eurasian Permo-Triassic mantle plumes as a basis for prediction and exploration for Cu-Ni-PGE and rare-metal ore deposits

(2010) Russian Geology and Geophysics, 51 (9), pp. 903-924.

2)

Dobretsov, N.L., Pokhilenko, N.P.

Mineral resources and development in the Russian Arctic

(2010) Russian Geology and Geophysics, 51 (1), pp. 98-111.

3)

Dobretsov, N.L.

Geological implications of the thermochemical plume model

(2008) Russian Geology and Geophysics, 49 (7), pp. 441-454.

4)

Dobretsov, N.L., Izokh, A.E., Borisenko, A.S.

Preface

(2008) Russian Geology and Geophysics, 49 (7), pp. 439-440.

5)

Kirdyashkin, A.A., Dobretsov, N.L., Kirdyashkin, A.G.

Heat and mass transfer in a thermochemical plume under an oceanic plate far from the mid-ocean ridge axis

(2008) Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 44 (6), pp. 456-468.

и т.д. [12].

Глава 6. Организация труда в научном коллективе

6.1. Общие положения

В соответствии с иерархией структур научных учреждений и ведомств различают организацию научных исследований на различных уровнях: организация труда научного работника, работы подразделений научного учреждения, деятельности научного учреждения и т.д.

Научная организация труда предусматривает высокую организованность труда научного работника, строгое соблюдение режима и гигиены умственного труда, плавность научной работы, контролирование и точное фиксирование результатов работы, обеспечение резерва (задела) в научной работе, использование средств для механизации и автоматизации вспомогательных операций и т.д. Особое внимание приобретают вопросы организации научных коллективов, структура которых должна обеспечить возможность кооперации и специализации труда ученых.

В настоящее время наиболее распространена четырехзвенная структура научного учреждения: группа, лаборатория, отдел, учреждение (или группа, кафедра, факультет, институт). Оптимальный состав группы – 3...10 научных работников и 5...10 человек вспомогательного персонала. Состав лабораторий колеблется от 20 до 60 человек. Однако не только количество научных сотрудников определяет результат научной работы. Важное значение имеет подбор их по квалификации и специальности. Существенную роль играет руководитель коллектива, который обязан последовательно проводить меры по сплочению коллектива вокруг общих целей.

6.2. Методы и средства управления научным коллективом

В научном учреждении образуют Совет, который является совещательным органом при директоре (ректоре). В состав Совета входят руководители учреждения, его отделов, лабораторий, ведущие ученые и представители общественных организаций. Совет рассматривает научные и технические проблемы, планы, работу отделов и лабораторий и др. Управление научными исследованиями представляет собой целенаправленное воздействие на коллективы научных работников для организации и координации их деятельности в процессе производства новых научных знаний и эффективного использования их на практике. При выборе методов и средств управления

научным коллективом серьезное значение имеет его численность. Когда в непосредственном подчинении оказывается более семи или восьми человек, руководитель в процессе управления начинает испытывать определенные трудности. С ростом численности коллектива эти трудности непрерывно возрастают. Некоторые руководители при этом стараются как можно дольше удержать управление каждым человеком в своих руках; другие выделяют группу для непосредственного управления; третьи как-то структурируют коллектив. Первый стиль руководства может привести и часто приводит к хаотическому управлению, когда начальник отдает указания одним подчиненным, а спрашивает с других, не выдерживается плановое распределение обязанностей и т. п. Таким образом, в руководимом им коллективе почти всегда находятся сотрудники, которые, пообещав выполнить указание начальника, потом ничего не делают, но старательно не попадают на глаза начальнику, справедливо рассчитывая, что поручение может забыться. Второй стиль частично свободен от названных недостатков. Руководитель внимательно следит за деятельностью лишь трех – пяти подчиненных. Третий стиль – пассивный, так как управление практически полностью отдается в руки подчиненных и иногда приводит к так называемому порочному кругу управления, когда все в равной степени безответственны.

Различают экономические, организационно-распорядительные и социально-психологические методы управления исследованиями.

Экономические методы определяются экономическими отношениями и уровнем развития экономики страны.

Организационные методы существуют в форме организационного и распорядительного воздействия. Методы организационного воздействия определяют структуру научного учреждения, нормативные документы. Так как структура и документы изменяются через относительно длительные промежутки времени, то и организационное воздействие имеет периодический характер. Распорядительное воздействие более активная и гибкая форма. Оно направлено на устранение различных отклонений от поставленных задач и реализуется в форме приказов и распоряжений.

Социально-психологические методы учитывают специфику творческого интеллектуального труда в сфере науки. Эффективность научного творчества в значительной степени зависит от подбора научных работников, от воздействия на их психику со стороны руководителей, коллег – членов коллектива. Это воздействие осуществляется через определенные формы поощрения.

6.3. Основные принципы организации и управления научным коллективом

Успех в деятельности научного коллектива во многом зависит от того, соблюдаются ли следующие принципы организации работы с людьми. **Принцип информированности о существе проблемы.** Любое полезное нововведение может быть воспринято позитивно и даже с энтузиазмом, если для членов коллектива станет ясно, какие производственные или социальные задачи будут решены в результате их работы.

Принцип превентивной оценки работы заключается в соответствующем информировании сотрудников для исключения отождествления ими временных затруднений с отрицательными последствиями самого управленческого мероприятия.

Принцип инициативы снизу. Информация о предстоящей задаче должна войти в сознание непосредственных исполнителей как дело полезное и нужное, как самим работникам, так и обществу. Тогда работа выполняется значительно быстрее.

Принцип тотальности. Работники всех звеньев, на которых прямо или косвенно окажет влияние новое задание, должны быть не только заранее проинформированы о возможных проблемах, но и привлечены к участию в их разрешении.

Принцип перманентного информирования. Руководитель коллектива должен систематически информировать весь коллектив как о достигнутых успехах в решении задачи, так и о трудностях и срывах. При этом следует устанавливать самые разнообразные формы обратной связи.

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

Принцип индивидуальной компенсации. Учет особенностей ценностной ориентации людей, их потребностей и интересов.

Принцип учета типологических особенностей восприятия инноваций различными людьми. Результаты исследований психологов показывают, что всех людей по их отношению к новым заданиям и нововведениям можно подразделить на: новаторов, энтузиастов, рационалистов, нейтралов, скептиков, консерваторов, ретроградов. Учитывая эти индивидуальные особенности характеров, можно целенаправленно влиять на работников, формируя их поведение, способствующее эффективной деятельности. Высшая школа представляет студентам широкие возможности для занятий научно-техническим творчеством. Наиболее одаренным студентам дано право возглавлять студенческий творческий коллектив (например, подразделение студенческого конструкторского бюро). Уже на студенческой скамье молодому человеку приходится решать многие научно-организационные задачи, вести деловую переписку (или, по крайней мере, готовить проекты документов), проводить деловые совещания.

6.4. Методы сплочения научного коллектива

Чаще всего руководитель приходит в уже сформированный коллектив и должен по мере необходимости решать вопросы естественной текучести кадров, что является одним из аспектов управления коллективом. О каждом работающем сотруднике или вновь привлекаемом для работы в данном коллективе, чтобы успешно сотрудничать с человеком, руководитель должен иметь определенное представление о качествах личности, его социальной активности; оценить профессиональную подготовку (способность выполнять определенный тип работы); социально-психологические качества (умение

взаимодействовать с другими людьми в процессе совместной работы); деловые качества (способность без суетливости добиваться достижения определенных практических результатов за короткое время); интеллектуально-психологические возможности работника (интеллектуальный уровень, силу воли, творческий потенциал, инициативность и др.). Словом, надо знать все, что может влиять на процесс работы человека и его результаты. Кроме этого, надо уметь оперировать этим знанием так, чтобы получать надежный прогноз делового (а иногда и бытового) поведения работника. Дифференцированный подход в работе с людьми опирается на такую схему управленческого решения задач подбора и расстановки кадров: «хочу» – «могу» – «нужно». Все три компонента взаимосвязаны между собой. «Нужно» определяет потребность системы в кадрах определенной квалификации претендента на рабочее место. «Хочу» характеризует систему потребностей и интересов каждого отдельного работника (не всегда компоненты «нужно» и «хочу» полностью совпадают). «Могу» характеризует личные возможности человека (профессиональные, общественные). Следует иметь в виду, что возможности (способности) при соответствующих условиях могут развиваться, корректироваться. Разработан ряд методов изучения деловых и личностных качеств работников. Например, один из таких методов, называемый «Типология-7», предназначен для выявления у человека врожденных или приобретенных «управленческих» качеств: креативности (способности к прогрессивным преобразованиям), исполнительности, созерцательности, консервативности, авантюристичности, деловитости, надежности.

При формировании и сплоченности коллектива руководителю необходимы знание и выполнение организационных и психологических принципов и правил. Например, полезно учитывать правило неадекватности отображения человека человеком, чтобы не попасть в зависимость от ранее полученных сложившихся оценочных установок. На основе эффекта ложного согласия («Так говорят все») может сложиться неверное представление о сотруднике. Наносит вред для деятельности коллектива эффект снисхождения, если проявляется тенденция излишне положительной оценки качества личности, события и поступка. Типичная логическая ошибка может быть построена на неверном предположении тесной связи определенных свойств личности с признаками поведения. Например, молчаливость не всегда является признаком ума и т.п. Иногда неверная оценка личности формируется из-за так называемых ошибок контраста. Например, люди могут казаться более раскованными и легкими в общении, если их сопоставлять с людьми застенчивыми. Нередко встречаются также ошибки национальных, профессиональных и других стереотипов. Учет перечисленных выше оценок сотрудников, составляющих научный или другой тип коллектива, может способствовать повышению его работоспособности. Здоровый психологический климат в коллективе – основа сплоченности, а, следовательно, и эффективности работы коллектива. Этому способствует ориентация стимулов к труду одновременно и на личные потребности. Это не значит, что руководителю надо заботиться, прежде всего, о материальных стимулах. Важно удовлетворить и основные нравственные

потребности личности, которые возникают в ее профессиональной деятельности и профессиональном общении в процессе работы: осознание личной сопричастности к делам и планам коллектива; стремление творчески выразить себя в труде; гордость своим знанием, мастерством; уважение товарищей по работе; признание социальной значимости результатов работы, т.е. почет по заслугам. Сплачивает сотрудников общественная работа, которая развивает коммуникативные способности, помогает полностью раскрыть сильные стороны личности – интеллект, характер, нравственные качества. Эффективный метод сплочения коллектива – широкое привлечение сотрудников к техническому творчеству, изобретательству и, что следует выделить особо, к управлению делами производства. И, наконец, очень сближают людей совместные занятия спортом, отдых, культурные развлечения.

6.5. Психологические аспекты взаимоотношения руководителя и подчиненного

Руководитель должен также обладать предприимчивостью (находчивость, изобретательность, инициативность, энергичность, практичность). Развитию инициативы и предприимчивости способствуют постоянное изучение и обобщение передовых достижений науки и техники в той области знаний, в которой работает данный коллектив, передового опыта хозяйствования, а также периодическая переподготовка руководителей на базе современных достижений науки, всестороннее стимулирование и поддержка инициативных начинаний и новаторства, их юридическое обеспечение. Каждый руководитель должен обладать соответствующим уровнем компетентности, определяемым его личными возможностями, квалификацией (знанием, опытом). Именно компетентность позволяет ему принимать участие в разработке определенного круга решений или решать самому. В процессе управления руководитель всегда должен придерживаться определенной служебной этики, т.е. норм и правил поведения, сила которых основывается на общественном мнении и традициях; должен уметь выделять существенные общие и особенные черты в людях и в ситуациях, понимать логику развития ситуации, переносить положительный опыт из одной ситуации в другую. Важно также уметь сопереживать с другими людьми, уметь в условиях ограниченного времени свертывать до минимума процесс общения с подчиненными, воспитывать в себе память на людей и типичные социальные ситуации; для экономии энергетических затрат на руководство уметь избирательно реагировать на поступки людей, проявлять настойчивость в реализации своих стратегических целей и владеть всеми этими этически оправданными методами воздействия на людей. Следует при этом иметь в виду, что отдельные сотрудники иногда применяют различные приемы «самозащиты» в целях приобретения каких-то желаемых привилегий (держится подальше от руководства, чтобы иметь возможность сказать, что был заброшен и им не руководили, не помогали; заявляет, что задача для него слишком сложна: «Я не профессор и т. п.). Оценивая сотрудника положительно, руководитель должен учесть ряд факторов, от соотношения которых зависит правильность его оценочного решения: характер выполняемой работы (объем,

сроки, качество, важность задания); опыт выполнения подобной работы прежде; реакция коллектива; притязания сотрудника (похвала в меру, если они очень большие). Взвешивая эти и другие факторы, можно точнее сориентироваться в оценке сотрудника и по форме ее оглашения (публично или наедине и т. п.).

Особое чувство меры, большой психологический такт требуются от руководителя при негативных оценках деятельности. Только с учетом факторов, характеризующих последствия допущенной ошибки, переживания работником своей вины, руководитель может правильно оценить работника и в связи с этим усилить или ослабить критику, сразу ее высказать или спустя некоторое время; в какой обстановке (публично или наедине); в какой форме (устный или письменный выговор); от чьего имени (сам или совместно с общественными организациями). Но всегда принимаемое решение не должно зависеть от самочувствия и настроения руководителя. С провинившимся сотрудником необходимо побеседовать. Подобный разговор целесообразнее всего вести в конце рабочего дня; в необходимых ситуациях можно и перед работой, но ни в коем случае не перед ответственной, а тем более опасной работой. В некоторых организациях иногда публикуются памятки для руководителей с советами по типу следующих: хороший коллектив – чаще всего продукт повседневных, длительных усилий руководителя; воспитать хорошего подчиненного гораздо более благородная, хотя и трудная задача, чем постоянно думать за него и сделать его безукоризненным, но бездумным исполнителем; во избежание недоразумений отдавайте приказы и распоряжения в письменной форме; не критикуйте подчиненного на людях, особенно когда вы взволнованы и раздражены; умеете слушать подчиненных; говорите кратко, предварительно обдумав все, что хотите сказать; честно признавайте свои ошибки, в этом залог эффективной совместной работы; контролируйте работу подчиненных своевременно, оперативно, постоянно; при этом основной акцент на важные этапы работы; не выполняйте за подчиненных их работу; ориентируйтесь на положительную мотивацию, так как это эффективнее ориентации на отрицательную; передавайте любое задание на тот уровень организации (компетентности), на котором оно может быть успешно выполнено; если можете, будьте мудрее других, но не показывайте этого. К этому следует добавить, что руководителю в психологии общения с подчиненными нужно учитывать особенности психологии мужчин и женщин, возраст, темперамент, образовательный уровень сотрудников, иметь знания о конфликтах в коллективе и способах их разрешения. Конфликт является одним из средств управления и неверно поступает руководитель, когда стремится либо подавлять все без разбора конфликты, возникающие в подразделении, либо не вмешиваться в них. Обе эти позиции глубоко ошибочны. Полезная функция конфликтов вытекает из известного положения о том, что источником всякого развития является противоречие, столкновение противоположных тенденций или сил. Конечно, далеко не всякий конфликт способствует развитию коллектива, поэтому руководитель должен стремиться воздействовать на конфликт в нужном направлении. Конфликты можно подразделить на

эмоциональные (источник которых кроется либо в личностных качествах оппонентов, либо в их психологической несовместимости) и деловые (происходящие, например, из-за распределения ответственности за выполнение должностных функций, прав и т. д.). Известно несколько способов поведения человека в конфликте: рациональный (целенаправленный), предполагающий логический анализ позиций каждого из участников конфликта, определение цели и средств конфликтного взаимодействия, построение стратегии поведения; эмоциональный, направляемый сиюминутными требованиями ситуации и неосознанными побуждениями. В конфликтные ситуации чаще всего попадают неуправляемые личности, характеризующиеся отсутствием самоконтроля, неумением планирования своего поведения и пренебрежением последствиями поступков, и сверхточные личности, которые отличаются особой скрупулезностью и добросовестностью в работе и поведении; их завышенные требования предъявляются не только к себе, но и к окружающим, что иногда приводит к придирчивости. На стиль научной и производственной деятельности влияет тип нервной системы человека. Лица с сильной нервной системой способны дольше и с большей интенсивностью трудиться в течение суток. Однако вследствие этого они порой не щадят своего здоровья, расшатывают свою нервную систему и портят отношения с другими сотрудниками на работе. Лицам со слабой нервной системой особенно необходимо планирование режимов труда и отдыха. Заметны различия и между работниками разного возраста. Молодые сотрудники нередко оказываются участниками конфликтов из-за неумения соблюдать требования производства, в частности трудовой дисциплины, неумения подчинять свои интересы интересам дела и коллектива. Из-за этого у них происходят конфликты и со старшими товарищами, и с руководителями, предъявляющими к ним законные требования. Чем старше человек, тем требовательнее он относится к условиям своего труда, в частности к санитарно-гигиеническим условиям.

Руководитель должен учитывать, что образовательный уровень сотрудников предъявляет к нему свои дополнительные требования. Чем выше уровень, тем больше сотрудники ищут возможностей для реализации своего потенциала, ищут дело, которое приносило бы им удовлетворение, позволяло творчески проявить себя. И это стремление необходимо использовать. Нередко в организации в результате неформальных контактов складываются группы людей, тяготеющих друг к другу не только из-за определенной технологии работы. Подобные группы из трех, редко семи–восьми человек в социальной психологии называются неформальными. Такая группа обладает большой силой влияния на своих членов и человек, входящий в группу, подвергается двум видам управляющих воздействий: со стороны своего непосредственного руководителя и со стороны неформальной группы. Если руководитель сумеет направить воздействие группы на отдельного ее члена по нужному пути, та группа становится союзником руководителя. Если же группа ожидает от своего члена одного поведения, а руководитель другого, то, как правило, возникает конфликт. Исследования психологов показали, что хорошее отношение членов группы обычно ценится дороже, чем благодарность в приказе, а боязнь

потерять расположение и уважение группы действует на человека сильнее, чем угроза выговора. Если же член такой группы, следуя групповым ожиданиям, идет на конфликт с руководителем, то группа обычно «принимает удар на себя», в результате возникает конфликт между руководителем и группой. Поэтому если руководитель стремится к тому, чтобы его воздействия были эффективными, он должен найти формы управления не отдельными работниками, а неформальными группами, рассматривая каждую из них как самостоятельную единицу и учитывая их специфику при формировании стратегии управления. Эффективность работы группы во многом зависит от позиции ее неформального лидера. Некоторые руководители иногда чересчур настороженно относятся к деятельности лидера и стремятся потеснить его с занимаемых позиций. Такая тактика обычно кончается неудачей, ибо всякие нападки на лидера лишь укрепляют его позицию в группе и сплачивают группу вокруг него. Гораздо разумнее попытаться привлечь лидера на свою сторону, опереться на его реальный авторитет, сделать его союзником. Управлять – значит, создавать такую обстановку, в которой с необходимостью будет получен запланированный результат. Полный успех может быть достигнут тогда, когда цели организации воспринимаются членами группы как свои, личные.

Трудовой коллектив не просто функционирует, он постоянно развивается, но не всегда его развитие напоминает постепенную эволюцию. Новое, как известно, рождается в борьбе со старым, и даже те сознательные изменения, какие вносятся в деятельность коллектива, нередко встречают сопротивление, порождают споры и противоречия, ибо не всегда и не все сразу оказываются подготовленными к тем новым требованиям, с которыми им приходится столкнуться. Это не должно останавливать руководителя. В конечном счете, страшны не сами противоречия между людьми, а негативное следствие конфликтных ситуаций – неразрешенный конфликт, несправедливость и нанесение обиды, ухудшение отношений, а иногда и увольнение работников. Попытка полностью избегать конфликтов может даже наносить вред работе. Следует стремиться правильно разрешить конфликтные ситуации, обращать их на пользу дела и устранять возможные негативные следствия [6].

Глава 7. Коммерциализация научных разработок

7.1. Проблемы коммерциализации научных разработок в России

В настоящее время позиции отдельных стран и регионов в научно-технической сфере определяются не только научно-техническим потенциалом и научными успехами, но и интенсивностью применения этих достижений в реальном секторе экономики. По экспертным оценкам, в промышленно развитых странах от 70 до 85% прироста валового внутреннего продукта приходится на долю новых знаний, реализованных в различных технических и технологических решениях. В России этот показатель не превышает нескольких процентов, что свидетельствует о существенном отставании [14].

Одна из причин такого положения – недостаточная коммерциализация научно-технических разработок, под которой, прежде всего, понимают процесс практического использования результатов научных исследований с целью вывода на рынок новых или улучшенных продуктов, услуг, процессов с получением коммерческого эффекта.

Коммерциализация начинается там, где научные исследования уже в основном закончены и имеется готовая к внедрению разработка, которая представляет ценность для потенциальных потребителей из-за ряда своих свойств и преимуществ. Коммерциализация заканчивается, когда продукт успешно выведен на рынок – в общем случае, когда достигнута точка безубыточности, то есть доход от продаж превышает операционные расходы. При этом коммерциализация может принимать три основные формы:

- запуск нового бизнес-проекта для коммерческого использования технологии;
- продажа лицензии на использование технологии существующему бизнесу;
- эксплуатация технологии путём предоставления услуг, включая техническое консультирование, аналитические и экспертные услуги, а также исследования по контрактам.

Анализ современного состояния отечественной науки позволяет выделить следующие основные проблемы, препятствующие масштабной коммерциализации научных разработок [16]:

- отсутствие ясных ориентиров при выборе направлений поиска новейших технологий и современных разработок (в силу исторической запутанности структуры российской науки трудно понять, в каком научном учреждении ведутся перспективные исследования; ученые очень часто оторваны от реальных потребностей рынка и не учитывают их при выборе тематики научных исследований);
- сложность адекватной коммерческой оценки российских технологий из-за многочисленных факторов неопределенности, связанных с интеллектуальными продуктами, спецификой отечественной экономики и т.д.;
- незавершенность большинства исследований и малое количество разработок, близких к серийному производству (только одно из 500 запатентованных в России изобретений находит применение в промышленности [17]);
- постепенная потеря российскими учеными приоритета в различных областях науки и техники (в первую очередь это относится к информационным и телекоммуникационным технологиям, отдельным направлениям машиностроения и биотехнологии [18]);
- низкий уровень юридической грамотности участников процесса коммерциализации и др.

Фактором, сдерживающим коммерциализацию научных разработок в России, является также неразвитость и недостаток инфраструктуры ее поддержки, что, прежде всего, является обязанностью органов государственной

власти. Без сильной государственной политики в области инновационной деятельности добиться коренного перелома в повышении конкурентоспособности отечественных производств невозможно. В индустриально развитых странах (США, Германия, Япония и др.) именно сильная государственная инновационная политика обеспечивает устойчивое развитие экономики. Налоговая и таможенная система, законодательное обеспечение добросовестной конкуренции, охраны и защиты прав на интеллектуальную собственность создают у всех участников инновационного процесса высокие мотивации в быстром внедрении результатов научных исследований и разработок в практику.

Процесс создания инновационной инфраструктуры занимает длительное время. В таких странах как США, Германия, Япония это заняло 10-15 лет. В России в настоящее время государством также предпринимаются активные попытки по ее созданию.

В принятой в ноябре 2008 г. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (далее – Концепция 2020) заявлено, что переход экономики России на инновационный тип развития невозможен без формирования конкурентоспособной в глобальном масштабе национальной инновационной системы и комплекса институтов правового, финансового и социального характера, обеспечивающих взаимодействие образовательных, научных, предпринимательских и некоммерческих организаций и структур во всех сферах экономики и общественной жизни. Для создания эффективной национальной инновационной системы необходимо:

- повысить спрос на инновации со стороны большей части отраслей экономики;
- увеличить эффективность фундаментальной и прикладной науки, так как происходит постепенная утрата созданных в предыдущие годы заделов, старение кадров, снижение уровня исследований, слабая интеграция в мировую науку и мировой рынок инноваций, отсутствует ориентация на потребности экономики;
- преодолеть фрагментарность инновационной инфраструктуры, поскольку многие ее элементы созданы, но не поддерживают инновационный процесс на протяжении всего процесса генерации, коммерциализации и внедрения инноваций.

Концепция 2020 предполагает, что к сроку ее реализации доля инновационного сектора в структуре добавленной стоимости, создаваемой в различных отраслях экономики Российской Федерации, достигнет 17%, т.е. будет сопоставима с долей оптовой и розничной торговли и превзойдет нефтегазовый сектор.

Достижение такого результата возможно при формировании нового механизма социального развития, основанного на сбалансированности предпринимательской свободы, социальной справедливости и национальной конкурентоспособности. Это в свою очередь потребует взаимоувязанных по ресурсам и срокам преобразований по ряду направлений.

Первое направление – развитие человеческого потенциала России, включая преодоление негативных демографических тенденций, создание экономических и социальных условий повышения образовательного уровня населения, решение проблемы непрерывного образования.

Второе направление – создание высококонкурентной институциональной среды, стимулирующей предпринимательскую активность и привлечение капитала в экономику, в том числе улучшение условий доступа организаций к финансовым, информационным и иным ресурсам.

Третье направление – структурная диверсификация экономики на основе инновационного технологического развития, в том числе:

- формирование национальной инновационной системы, обеспечивающей эффективную интеграцию высшего образования и науки;
- создание мощного научно-технологического комплекса, обеспечивающего достижение и поддержание лидерства России в научных исследованиях и технологиях по приоритетным направлениям;
- создание центров глобальной компетенции в обрабатывающих отраслях, включая высокотехнологичные производства и экономику знаний;
- содействие повышению конкурентоспособности ведущих отраслей экономики путем использования механизмов государственно-частного партнерства, улучшения условий доступа российских компаний к источникам долгосрочных инвестиций, обеспечения отраслей экономики высокопрофессиональными кадрами менеджеров, инженеров и рабочей силы, поддержки экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью и рациональной защиты внутренних рынков с учетом международной практики в данной области.

Четвертое направление – закрепление и расширение глобальных конкурентных преимуществ России в традиционных сферах (энергетика, транспорт, аграрный сектор, переработка природных ресурсов).

Пятое направление – расширение и укрепление внешнеэкономических позиций России, повышение эффективности ее участия в мировом разделении труда.

Шестое направление – переход к новой модели пространственного развития российской экономики.

Переход к инновационной модели экономического роста планируется осуществить в два этапа. Первый этап (2008 - 2012 г.г.) предусматривает расширить те глобальные конкурентные преимущества, которыми обладает российская экономика в традиционных сферах (энергетика, транспорт, аграрный сектор, переработка природных ресурсов). Одновременно будут создаваться институциональные условия и технологические заделы, обеспечивающие на следующем этапе системный перевод российской экономики в режим инновационного развития.

На втором этапе в 2013 - 2020 годах намечается значительно повысить конкурентоспособность российской экономики на основе ее перехода на новую технологическую базу, улучшения качества человеческого потенциала и социальной среды, структурной диверсификации экономики.

Высокотехнологичные отрасли, определенные в Концепции 2020 в качестве локомотивов инновационного развития российской экономики, включают:

- авиационную промышленность и двигателестроение;
- ракетно-космическую промышленность;
- судостроительную промышленность;
- радиоэлектронную промышленность;
- атомный энергопромышленный комплекс;
- информационно-коммуникационные технологии.

Наряду с развитием высокотехнологичных отраслей модернизация экономики предполагает эффективное встраивание инновационных решений (в том числе управленческих и маркетинговых) в существующие технологическую и производственную структуры. Процесс развития в таком случае организуется как смена производственных и управленческих технологий в структуре объекта (экономики в целом, отрасли, предприятия).

В настоящее время заканчивается первый этап перехода к инновационной модели экономического роста в соответствии с Концепцией 2020, который показывает, что ее реализация встречает на практике значительные трудности. Причинами являются экономический кризис 2008 года, высокий уровень коррупции в государственных структурах, недостаточная проработанность и неэффективность ряда проводимых реформ. В частности активно реализуемая в настоящее время попытка создания крупных научно-образовательных центров путем объединения вузов на базе наиболее авторитетного из них приводит не к усилению, а к ослаблению вузов, вследствие усложнения организационной структуры управления, возникновения разобщенной инфраструктуры, утечке высококвалифицированных кадров и др. Многими оппозиционными деятелями высказывается соображение, что нынешнее руководство страны не сможет реализовать основных положений Стратегии 2020 [14, 15].

7.2. Направления коммерциализации научных разработок в вузах

Коммерциализация научных разработок в вузах России может осуществляться по двум основным направлениям:

1. В виде деятельности по организации системы продаж или иных методов коммерческой передачи результатов научной деятельности на основе договоров, заключаемых без образования юридического лица (контактное направление).

2. В виде деятельности по организации системы продаж или иных методов коммерческой передачи результатов научной деятельности на основе образования нового юридического лица (лиц) (институциональное направление).

Контактное направление может быть реализовано путем заключения следующих видов договоров:

- договора об отчуждении исключительного права на результат интеллектуальной (научно-исследовательской) деятельности;

- лицензионных договоров на право использования результата интеллектуальной деятельности;

- договоров купли-продажи, аренды, простого товарищества и других договоров, используемых в отношении имущества (вещей) в гражданском обороте.

Наиболее интенсивно в настоящее время развивается второе направление коммерциализации научных разработок, предусматривающее изменение институциональной среды, в которой работает высшее учебное заведение, путем создания:

- специализированной коммерческой организации с участием вуза;
- группы коммерческих организаций, формирующих внешнюю инфраструктуру вуза для коммерциализации научных разработок;
- специализированной некоммерческой организации в качестве инфраструктуры для внедрения результатов научно-исследовательской деятельности в коммерческий оборот.

Можно выделить следующие институциональные механизмы коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности вузов и научных организаций:

1. Центр трансфера технологий – структурное подразделение в высшем учебном заведении, которое обеспечивает коммерциализацию интеллектуального продукта, полученного в результате инновационной деятельности. Другое название – центр коммерциализации технологий.

2. Подразделения научно-инновационной инфраструктуры:

- инновационно-технологический центр – организация, созданная на базе вуза, обладающая имущественным комплексом в виде офисных, производственных помещений и соответствующего оборудования, использующая его для представления в аренду малым предприятиям на основе договоров или для осуществления собственной инновационной деятельности. Центр обладает квалифицированным персоналом сотрудников, оказывающих технологические, информационные, консультативные и иные услуги по обеспечению информационной деятельности. Может иметь различное местонахождение и разную степень хозяйственной самостоятельности (состоять на балансе вуза или на отдельном балансе);

- технопарк (технологический парк, технополис, научный парк, научно-технический парк) – специализированный научно-производственный территориальный комплекс, на базе которого создаются благоприятные условия для развития инновационной деятельности, становления малых и средних наукоемких предприятий. Им предоставляются в пользование помещения и оборудование, финансовая и кадровая помощь, необходимые услуги. Технопарк может быть юридическим лицом или структурным подразделением высшего учебного заведения;

- бизнес-инкубатор – организация, занимающаяся проблемами малых, вновь созданных предприятий и начинающих предпринимателей, которые хотят, но не имеют возможности начать свое дело. Поддержка направлена на

оказание помощи предпринимателям в создании жизнеспособных коммерчески выгодных продуктов и эффективных производств на базе их инновационных идей;

- центр коллективного пользования научным оборудованием – совокупность научного и/или технологического оборудования, включающая в себя, как правило, дорогостоящие прецизионные аналитические приборы и средства измерений, аттестованные методики измерений и/или модификации свойств объектов с целью их дальнейшего исследования (использования при проведении исследований), а также коллектив квалифицированных специалистов, способных по заказам заинтересованных организаций выполнять на этом научном/технологическом оборудовании измерения/технологические операции;

- малое предприятие инновационного типа (п. 6 подраздела 2 федерального закона от 10.04.2000 г. № 51-ФЗ «Об утверждении федеральной программы развития образования»);

- технико-внедренческая и научно-производственная зона (ст. 22 Федерального закона от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации») – создается по решению Правительства РФ и оформляются Постановлением Правительства РФ на основе заявки высшего исполнительного органа государственной власти субъекта РФ совместно с исполнительно-распорядительным органом муниципального образования [16, 19, 20].

7.3. Организация процесса коммерциализации научных разработок

Коммерциализацию научных разработок можно рассматривать как инновационный процесс, предусматривающий последовательное преобразование нового фундаментального знания, идеи, изобретения в прикладные знания, опытно-конструкторские разработки, макетные и опытные образцы новой или усовершенствованной техники, готовую новую или усовершенствованную товарную продукцию и др.

В состав коммерческих продуктов, которые могут предлагаться учреждениями образования и науки на основе их научно-исследовательской деятельности, могут входить:

- аналитические продукты для нужд государственных, частных и отраслевых организаций;

- издательская продукция;

- коммерческие продукты в сфере конференциальной деятельности вуза;

- прикладные образовательные продукты;

- коммерческие продукты в области экспертно-консультационной деятельности вуза;

- коммерческие продукты, имеющие перспективы промышленного производства и применения.

Структура процесса коммерциализации научной разработки, предусматривающей промышленное производство, представлена в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Структура процесса коммерциализации научной разработки

| № | Название этапа | Задача этапа | Объекты интеллектуальной собственности | Основные участники |
|----|------------------------|---|--|---|
| 1. | Идея | Ответ на запрос рынка | - | Ученые, изобретатели |
| 2. | НИР | Снятие риска несоответствия законам природы | Изобретения | Ученые, изобретатели |
| 3. | НИОКР | Снятие риска нереализуемости при данном уровне развития общих технологий | Изобретения, полезные модели, ноу-хау | Ученые, инженеры, конструкторы, технологи |
| 4. | Прототип | Снятие риска несоответствия условиям производства на конкретном предприятии | Изобретения, полезные модели, промышленные образцы | Маркетологи, инженеры, конструкторы, технологи, дизайнеры |
| 5. | Малая серия | Снятия риска несоответствия рыночному запросу | Полезные модели, промышленные образцы, ноу-хау, товарные знаки | Менеджеры, маркетологи, дизайнеры, логистики, конструкторы, инженеры |
| 6. | Серийное производство | Снятие риска несоответствия спроса и предложения | Товарные знаки | Менеджеры, экономисты, технологи, логистики, рабочие |
| 7. | Продажи | Снятие риска убыточного производства | - | Менеджеры, экономисты, логистики, дистрибьюторы, консультанты, продавцы |
| 8. | Сервисное обслуживание | Снятие риска недолговечной и неэффективной эксплуатации продукта | - | Менеджеры, логистики, технологи, рабочие |

В зависимости от вида инновационного продукта наполнение приведенной структуры может изменяться при сохранении основной последовательности выполнения этапов.

Залогом успешной коммерциализации является разработка новой идеи на основании анализа рынка, который становится двигателем инновационной деятельности, формируя те или иные запросы на высокотехнологичные продукты, услуги, процессы. Задача ученых и изобретателей правильно уловить сигналы рынка и эффективно направить свои знания, навыки и опыт на решение конкретной актуальной проблемы.

Основной целью этапов НИР и НИОКР является снятие наиболее существенных технологических рисков, апробация и отработка технологии. В некоторых случаях именно на этой стадии осуществляется проведение «решающего» эксперимента. Все работы на данном этапе выполняются в рамках вуза, НИИ, лаборатории и т.п. Основной проблемой часто становится

привлечение дополнительного финансирования, необходимого для выполнения научно-исследовательской деятельности.

После завершения исследований необходимо определение наиболее перспективных рыночных возможностей коммерциализации разработки, а также целесообразности создания малого инновационного предприятия. Производится «упаковка проекта» для поиска стартового финансирования и формирование команды для запуска проекта, подготавливается бизнес-план, осуществляется поиск инвесторов и партнеров, проводятся переговоры с потенциальными лицензиатами, заключаются необходимые договоры.

На следующем этапе осуществляется подготовка к организации и запуску производства. Происходит регистрация предприятия и оформление передачи предприятию прав на использование интеллектуальной собственности. Решаются вопросы, связанные с арендой помещения и оборудования, осуществляется установка, наладка и пробный запуск оборудования, выпуск и реализация пробной партии нового продукта.

После решения всех организационных вопросов и наладки производства предприятие выходит на стадию устойчивого развития. В случае необходимости проводится поиск инвестора для расширения и совершенствования производства. Осуществляется мониторинг исполнения лицензионных договоров, научное сопровождение и сервисное обслуживание.

Для успешного прохождения рассмотренных стадий коммерциализации научной разработки в вузе необходимо создание полносервисной структуры, осуществляющей весь цикл работ в сфере научных исследований и их коммерциализации. Она включает в себя:

- научные институты (научно-технические центры, подразделения, отделы, центры коллективного пользования и др.) и лаборатории, осуществляющие научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую деятельность;

- подразделение по коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности (центр трансфера технологий и т.п.);

- патентную службу, управляющую правами на результаты научно-исследовательской деятельности.

Общими функциями подразделения по коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности вуза являются:

- разработка и внедрение технологий управления научным производством;

- поиск и участие в конкурсах, организация и исполнение реализации проектов;

- разработка и внедрение единой информационной базы и стандартов по проектам коммерциализации научных разработок;

- взаимодействие с заказчиками, субподрядчиками, подразделениями вуза по вопросам реализации проектов коммерциализации;

- управление правами на результаты научно-исследовательской деятельности в процессе их коммерциализации;

- формирование команд и трудовых коллективов для реализации проектов коммерциализации;
- формирование бизнес-инкубаторов и других подразделений инновационной структуры, рассмотренных в п. 7.2.

Пример организационной структуры подразделения (центра) по коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности вуза представлен на рис. 7.1.

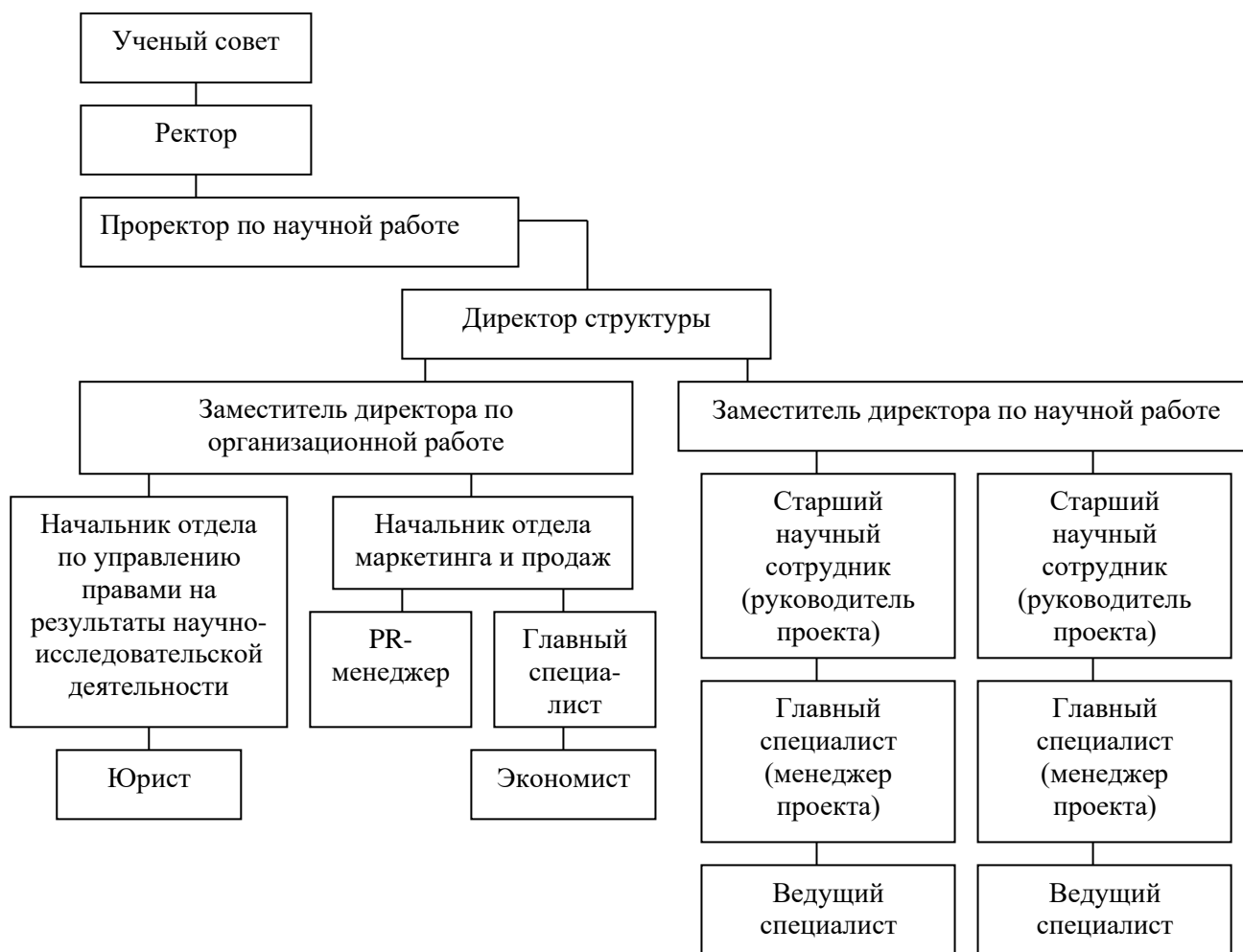


Рис. 7.1. Пример организационной структуры подразделения (центра) по коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности вуза

В своей деятельности центр подотчетен ученому совету и ректорату вуза, которые осуществляют общее руководство, определяют стратегические направления деятельности, утверждают внутренние нормативные документы центра и др.

Штатный персонал центра состоит из двух групп: административного и научного персонала. Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал отсутствует, так как подразделение использует материально-техническую и информационную базу вуза.

В период становления центра часть его штатных сотрудников может работать по совместительству. По мере развития подразделения, увеличения

объемов деятельности и усложнения проектов, штатная структура центра может быть расширена.

На должность директора центра целесообразно назначить известного специалиста, обладающего авторитетом в научном мире, автора новых технологий и разработок. В качестве квалификационных требований к должности директора центра можно установить наличие ученой степени доктора технических наук и не менее чем 5-летний стаж руководства научно-исследовательской деятельностью [19].

7.4. Продвижение проектов коммерциализации научных разработок. Бизнес-планирование

Ключевых участников процесса коммерциализации научных разработок можно разбить на три большие группы:

1. Авторы.
2. Менеджеры.
3. Инвесторы.

В некоторых случаях два или три из участников совмещаются в одном лице, но это, как правило, очень редкая ситуация.

В первой группе авторов научных разработок возникло несколько разнородных подгрупп, по разному решавших проблемы финансирования работ.

Первую подгруппу составляют активно развивающиеся научно-исследовательские институты, которым удалось найти финансирование, в основном, в виде международных грантов и прямых иностранных инвестиций. Это наиболее успешная группа, которая является источником значительного количества новых перспективных технологий.

Ко второй подгруппе можно отнести те научно-исследовательские коллективы, которые серьезно ограничены в средствах, финансируются небольшими грантами и существуют, в основном, на энтузиазме ученых. Эта группа имеет большое количество технологий, которые доведены до определенной стадии, но не подготовлены к коммерциализации.

Малые и средние инновационные предприятия, прошедшие определенный путь коммерциализации своих разработок и специализирующиеся на узких сегментах рынка, образуют третью подгруппу. Она чаще всего нуждается в расширении своих малых и средних предприятий за счет привлечения оборотных средств. Для поиска партнеров на этой стадии развития необходима определенная подготовка самих компаний и их проектов, поиск инвесторов и стратегических партнеров, привлечение эффективных менеджеров.

Четвертую подгруппу образуют ученые и изобретатели, которые по ряду причин выбыли из научных коллективов и процесса организованной научной деятельности и перешли в разряд «одиночек». Они чрезвычайно ограничены в средствах, но продолжают работать и патентовать разработки. В то же время довести разработку до рыночного применения им очень трудно без научно-производственной кооперации и концентрации большого количества финансовых и людских ресурсов.

Менеджеры представляют собой отдельных людей или команду, которые знают, как «делать деньги». Каждый из них имеет практические навыки в реальном бизнесе, иногда владеет одним или несколькими небольшими технологическими предприятиями, деятельность которых основана на высоких технологиях. В качестве менеджеров инновационных проектов могут выступать сотрудники центров коммерциализации и трансферта технологий, являющихся, по сути, посредниками между автором и внешним миром.

Менеджеры, как правило, имеют только общее представление относительно технической идеи Автора и могут не понимать ключевые особенности предложенной технологии. Но они действительно понимают, как построить реально функционирующий бизнес-процесс на базе этой идеи, как создать денежные потоки и заставить их приносить прибыль всем участникам проекта.

Достаточно разнородна и последняя группа участников процесса коммерциализации – потенциальных инвесторов. Здесь также можно выделить 4 подгруппы.

К первой подгруппе инвесторов, которые финансируют разработки технологии на самых ранних этапах, следует отнести различные государственные российские и международные фонды и программы. К таковым относятся, например, Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), Международный научно-технический центр (МНТЦ), программы Европейского Союза, в частности, EuropeAid и другие. Эта группа предоставляет значительный объем финансирования, аккумулирует большое количество научно-технической информации и оказывает существенное влияние на тенденции развития российской науки.

Негосударственные фонды, гранты и программы образуют вторую подгруппу инвесторов. В эту группу следует отнести международные проекты, фонды и гранты. Часто участники этой подгруппы начинают инвестировать в разработки только тогда, когда исследовательские коллективы уже получили финансирование от государственных фондов и в рамках российских и международных программ.

Венчурные фонды и «бизнес-ангелы» образуют третью подгруппу инвесторов. Несколько лет назад эта подгруппа была сформирована исключительно иностранными фондами. В настоящее время с преимуществом иностранных венчурных фондов начинают конкурировать российские венчурные фонды. И иностранные и российские венчурные фонды и бизнес – ангелы осваивают лишь небольшое число разработок, имеют значительное количество ограничений по секторам деятельности и часто специализируются только на разработках для определенной индустрии. Инвестиции членов этой подгруппы предусматривают полную или частичную передачу прав на результаты исследований финансирующей стороне, которая в дальнейшем заинтересована в их в эксплуатации или перепродаже стратегическому инвестору.

Четвертую подгруппу образуют промышленные компании, финансирующие научные исследования с целью их дальнейшего использования

в собственной деятельности. Такие предприятия развивают так называемую внутрифирменную коммерциализацию технологий, когда крупные российские и иностранные компании, имеющих собственные научные бюджеты, финансируют научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с целью внедрения новых технологий в своих производствах.

Сделки, которые инвестор заключает с коллективом разработчиков на стадии финансирования завершения НИОКР, могут быть оформлены как научно-технические проекты, создание совместных предприятий либо совместное патентование, в котором каждой стороне принадлежит определенная доля на результаты работы. Возможна ситуация, когда разработчики финансируются напрямую промышленной корпорацией.

Важнейшую роль в процессе коммерциализации научных разработок играют такие участники процесса коммерциализации, как центры коммерциализации, администрации разного уровня, консалтинговые компании, инновационные центры и другие. Эти участники процесса коммерциализации технологий, не являясь инвесторами, оказывают существенное содействие в коммерциализации технологий и привлечении финансовых средств. Их функции могут быть определены как брокерские, консультационные или юридические, защищающие и продвигающие на рынок интеллектуальную собственность разработчиков [20].

Каждый из ключевых участников процесса коммерциализации научных разработок играет уникальную роль, и все они действительно необходимы для успешной реализации инновационного проекта. Их деятельность осуществляется на основе определенной программы реализации, в качестве которой, как правило, выступает «бизнес-план».

Бизнес-план проекта коммерциализации технологии – это формальный документ, представляющий собой программу действий, которая состоит из различных последовательных разделов. Каждый бизнес-план должен быть реальной пошаговой инструкцией, как создать и развивать новый бизнес или новое направление в существующем бизнесе.

Формальный бизнес-план имеет следующие обязательные разделы: меморандум о конфиденциальности; резюме; описание предприятия и отрасли; описание продукции; план маркетинга; инвестиционный план; производственный план; организационный план; финансовый план и показатели эффективности проекта; анализ рисков (анализ чувствительности) проекта; выводы; приложения.

На первой стадии развития проекта бизнес-план представляет собой письменную документацию жизненных проблем, необходимых для убеждения инвесторов в том, что уникальность предложенного бизнеса достойна для инвестиций. В дальнейшем бизнес-план обеспечивает владельцу и менеджеру бизнеса детальную инструкцию по реализации проекта. Разработка такого документа требует систематического подхода, чтобы критические проблемы были вовремя выявлены и были разработаны соответствующие пути их разрешения.

Безусловно, на каждой фазе жизненного цикла бизнес-план изменяется, усложняется, обрастает подробностями. Фактически, с течением времени повышается уровень детализации.

В каждом разделе бизнес-плана авторы описывают реальную ситуацию и планы относительно будущего с пессимистическими и оптимистическими прогнозами.

Главная проблема при разработке бизнес-плана – необходимость средне- и долгосрочного прогнозирования. Авторы должны проанализировать возможные будущие ситуации и риски, принять будущие решения и написать формальные планы по завоеванию рынка, инструкции и систему мотивации для персонала.

Бизнес-план – существенный компонент процесса получения прибыли. Это основной документ нового бизнеса и он должен отражать самые существенные моменты бизнес-процесса, соответствовать предлагаемой стратегии развития, собранной команде проекта. Хороший бизнес-план должен быть по возможности кратким, убедительным и реалистическим. Кроме того, лучший бизнес-план должен быть «гибким» документом – допускать изменения и приспособливание, поскольку с началом реализации проекта и превращения его в реальный бизнес начнет изменяться и бизнес-среда, поэтому команда проекта должна будет отвечать на вызовы окружающей действительности.

Структура бизнес-плана может быть различной, однако в обязательном порядке необходимо отметить следующие позиции. В начале следует максимально четко описать цели проекта коммерциализации технологии. Авторы бизнес-плана должны убедить в своем понимании текущей стадии проекта коммерциализации разработки.

На первых страницах бизнес-плана необходимо привести текст «меморандума о конфиденциальности». Фактически, это просьба к читателю о неразглашении сведений, приведенных в документе. Именно просьба, пожелание, но никак не требование. Самая важная часть любого бизнес-плана – «Резюме». Аналогично аннотации к научной статье, в резюме бизнес-плана необходимо максимально кратко изложить все основные положения и преимущества документа, с тем, чтобы наиболее емко охарактеризовать предлагаемый бизнес и обосновать его прибыльность. Как правило, данный раздел пишется в последнюю очередь, когда все остальные разделы бизнес-плана уже составлены, проверены и просчитаны.

Следующая необходимая часть любого бизнес-плана – «Описание предприятия и отрасли». Здесь важно отметить нынешнюю фактическую ситуацию на предприятии и в отрасли в целом, проанализировать текущее финансовое и организационное состояние компании, ситуацию с кадрами и прочими ресурсами, отношения с клиентами и поставщиками. Фактически, речь идет о «мгновенной фотографии» компании, о том фундаменте, фоне, на который ляжет иницилируемый проект.

От объективности изложения материала в данном разделе зависит и достоверность следующих разделов. Например, от уровня развития отдела продаж компании будет напрямую зависеть эффективность реализации новой

продукции, от наличия или отсутствия опыта маркетинговых коммуникаций – эффективность мероприятий по продвижению нового товара или услуги на рынок. Не менее важно дать грамотную оценку всей отрасли в целом, в каком состоянии находятся большинство предприятий, растет или падает спрос и так далее. Авторы должны описать всех игроков на поле вокруг проекта, сотрудничество между ними и с внешними сторонами (это могут быть государственные структуры, конкуренты и др.). Целью этого раздела является формирование у лиц, изучающих бизнес-план и принимающих инвестиционные решения, четкого представления о предприятии, как объекте инвестирования или возможном партнере при реализации инвестиционного проекта, и об отрасли, как игровом поле, на котором планируется реализация проекта.

В разделе «Описание продукта» авторы бизнес-плана должны детально охарактеризовать новый продукт. При коммерциализации научных разработок это часто не так просто, как кажется на первый взгляд. Что будет являться продуктом проекта? Новый потребительский товар массового спроса? Или новая услуга, основанная на применении новой технологии? Или сама технология, как товар для промышленных предприятий, заинтересованных в технологическом перевооружении? Авторы должны описать основные особенности будущих клиентов, ключевое превосходство своего предложения по сравнению с продуктами конкурентов и т.д. Очень важно подобрать ясные, правильные слова, чтобы донести до читателя смысл. У бизнес-плана может быть много различных читателей – от потенциального клиента или делового партнера до прямого конкурента. У всех них должно сформировать правильное мнение, и авторы должны предпринять все возможные усилия, чтобы сделать бизнес-план понятным до мельчайших деталей. Это означает, что нет никакой необходимости приводить детальную техническую информацию с фундаментальным научным обоснованием примененных в продукте технических решений. На первой стадии процесса передачи технологии (на стадии становления проекта коммерциализации) авторы в своем бизнес-плане должны написать о возможных путях использования новой технологии, в как можно более широком спектре областей человеческой деятельности.

План маркетинговых мероприятий является, как правило, основным стратегическим разделом бизнес-плана. Здесь описываются пошаговые инструкции по завоеванию предприятием рынка. В данном разделе приводится оценка рыночных возможностей компании. Объем сбыта продукции с точки зрения прогнозирования является наиболее важным и сложным, поскольку анализ существующего рынка и политика формирования спроса определяют эффективность реализации инвестиционного проекта в целом. Инвестиционный план в проекте бизнеса играет существенную роль. В этом разделе бизнес-плана разработчикам документа необходимо дать детальный план инвестирования средств в те или иные формы собственности, обоснования необходимости вложения денег, в том числе в нематериальные активы. Инвестиционный план описывает обоснованную стратегию вложения денежных средств в проект на всех стадиях его развития.

Следующая выделяемая часть формальной структуры классического бизнес-плана это так называемый «Производственный план». Согласно данным маркетингового анализа, в соответствии с возможностями сбыта новой продукции, авторы планируют, какого объема товаропоток новый бизнес должен генерировать. Бизнес-план описывает характер и объем производства в оптимистических и пессимистических сценариях. Этот прогноз должен соответствовать фактической ситуации на потенциальном рынке и должен быть основан на реальных, объективных исследованиях. Рассчитываются издержки производства, оценивается себестоимость нового продукта с учетом характера и масштабов будущего производства.

«Организационный план» является развитием «Производственного плана». Он представляет собой модель будущей организации или нового подразделения в рамках существующего предприятия. Данное описание может быть оценочным в случае бизнес-планирования на ранних стадиях коммерциализации, когда еще не до конца понятно, где будет размещено предприятие, какова будет форма собственности, когда проект будет инициирован и запущен и т.д. Если речь идет о бизнес-планировании на стадии реализации инвестиционного проекта данный раздел должен содержать исчерпывающую информацию о штатном составе предприятия, принимаемой системе мотивации, конкретных величинах компенсаций и условиях «социального пакета». Также в этом разделе приводится деловое расписание, или план-график выполнения проекта в целом, что позволяет привязать выполнение проекта к шкале времени.

В разделе «Финансовый план» авторы описывают потоки финансов, источники прибыли, основные издержки. Во многом этот раздел является следствием «Инвестиционного плана». Этот раздел бизнес-плана должна быть максимально объективным, но в то же самое время должен соответствовать главному ожиданию инвестора. Эта часть обычно пишется для основного читателя документа. Из-за этого авторам необходимо еще до начала работы над бизнес-планом определить, на кого ориентироваться при составлении документа, кто будет главным экспертом и каковы его критерии оценки бизнес проектов. В этом же разделе, как правило, оценивается финансовая эффективность проекта. Этот подраздел является самым простым, прозрачным и однозначным. Эффективность рассчитывается по утвержденной методике, не допускающей двойной трактовки.

Очень важная часть каждого бизнес-плана – «Анализ рисков». Она должна содержать детальные прогнозы о возможных путях развития проекта и о том, какие препятствия ожидают команду проекта на каждом из этих путей. Очень важно систематически проанализировать все имеющиеся фактические и прогнозные данные и сделать правильные выводы о проектных рисках. Безусловно, заслуживают внимания все типы рисков – политические, экономические, социальные и прочие глобальные риски, также различные типы внутренних рисков, такие, как технологические и т.д. Важно понимать, что под рисками, как правило, подразумевают некие события, влияние которых негативно сказывается на успехе проекта, а возникновение этих событий никак

не зависит от команды проекта. Очень важно не только классифицировать и перечислить риски, но и разработать систему мероприятий по предотвращению негативных последствий возникновения событий, относящихся к рискам.

Части классической структуры формального бизнес-плана могут быть смешаны, их порядок отличаться от вышеприведенного, но общая структура должна сохраняться. Самое важное – подготовить ясный, понятный и актуальный для современного рынка документ.

Определив участников процесса коммерциализации научных разработок, «упаковав» технологию в соответствии с требованиями этих участников, можно перейти непосредственно к процессу поиска инвесторов и стратегических партнеров.

Существуют вертикальный и горизонтальный способы продвижения инновационных проектов.

При вертикальном продвижении проектов весь инновационный цикл сосредоточивается в одной организации с передачей результатов, достигнутых на отдельных стадиях научно-исследовательской деятельности от подразделения к подразделению. Это так называемая внутрифирменная коммерциализации разработок.

Применимость данного метода весьма ограничена, в связи с тем, что либо сама организация должна быть мощным концерном, объединяющим все виды отделов, производств и служб, либо предприятие должно разрабатывать и выпускать узкий спектр весьма специфической продукции, не содержащей разнородных составных частей (например, новые химические или фармакологические материалы).

Горизонтальный метод продвижения технологий – это метод партнерства и кооперации, при котором ведущее предприятие является организатором инноваций, а функции по созданию и продвижению инновационной технологии распределены между другими участниками коммерциализации технологий.

Поиск потенциальных инвесторов и стратегических партнеров может осуществляться:

- с применением Интернет – инструментов;
- с использованием услуг сетей трансфера технологий и сетей инновационных центров;
- с использованием услуг бизнес – инкубаторов;
- путем участия на венчурных ярмарках, выставках;
- путем участия на технологических брокерских событиях.

В сети Интернет можно не только искать информацию о возможных партнерах и инвесторах, но и размещать информацию о продвигаемом проекте. При этом можно пользоваться традиционными инструментами, такими как web-сайт, электронная почта, поисковые системы, так и специфическими, такими как сети трансфера технологий.

Общая схема построения процесса продвижения инновационного проекта на основе web-сайта включает четыре основных этапа:

1. Определение целей и стратегий их достижения, проведение маркетинговых исследований, разработка плана необходимых мероприятий.

2. Реализация web-сайта. На этом этапе должны быть решены вопросы выбора места размещения сайта, провайдера услуг Интернет, разработан дизайн сайта и его структура, произведено первоначальное информационное наполнение, и после проведения предварительного тестирования web-сайт может быть размещен в среде Интернет.

3. Привлечение посетителей – текущих и потенциальных покупателей продвигаемого товара или услуги.

4. Оценка полученных результатов и их соответствия поставленным целям.

В настоящее время в России и за рубежом активно работает ряд отечественных и международных сетей трансфера технологий, объединяющих центры коммерциализации, венчурных инвесторов, бизнес-ангелов и консультантов.

Так основными задачами Российской сети трансфера технологий являются передача технологий между научным сектором и компаниями, а также внутри промышленного сектора, поиск партнеров для осуществления кооперации в разработке и внедрении новых наукоемких технологий. В настоящее время она объединяет более 70 российских инновационных центров, ее клиентами являются компании малого, среднего и крупного бизнеса, академические и отраслевые научно-исследовательские институты, университеты, частные лица, осуществляющие продвижение технологической информации и поиск технологических партнеров. Подробное руководство о работе с этой и другими сетями трансфера технологий приведены на сайтах организаций (приложение 5).

Выставки и ярмарки инвестиционных и инновационных проектов являются активным механизмом продвижения проектов трансфера технологий и инициации инновационных проектов. Выставки и ярмарки обеспечивают приток отечественного капитала в российский технологический сектор, венчурных средств в инновационные компании на ранних стадиях трансфера технологий и российских и иностранных инвестиций в наиболее перспективные технологические отрасли.

Организационные комитеты таких ярмарок выступают в роли временных центров коммерциализации, которые организуют подготовку инновационных компаний к презентации их бизнеса и проектов, отбор наиболее перспективных проектов, а также привлекают инвесторов к участию в ярмарках.

В ходе подготовки к выставкам и ярмаркам инновационных проектов разработчики и их проекты проходят через технологический аудит и отбор проектов, подготовку инновационных проектов к презентации.

В результате участия в ярмарках разработчики и инновационные компании получают возможность установить контакты с потенциальными инвесторами, приобрести опыт общения с потенциальными инвесторами и провести презентации компании. Инновационные компании получают возможность взглянуть на свой бизнес «со стороны» и переосмыслить стратегию его развития. При подготовке к ярмарке и в ее ходе часто происходит переоценка

стоимости инновационной компании и ее проекта. Наиболее крупной российской ярмаркой инновационных проектов является Российская венчурная ярмарка, организуемая ежегодно Российской ассоциацией прямого и венчурного инвестирования (РАВИ).

Продвижению инновационных проектов может способствовать участие в международных программах в области научного и делового сотрудничества в инновационной сфере. Эти программы оказывают информационную, консультационную и финансовую поддержку научной, образовательной, управленческой и инновационно-предпринимательской деятельности на территории России [20].

Важную роль играет государственная поддержка коммерциализации научных разработок. Государственные структуры могут быть активно вовлечены в процессы трансфера технологий, выступая в качестве поставщиков информации об интересных и перспективных инновационных проектах федерального, регионального и местного уровней. Государственные структуры могут играть роль посредника между финансовыми институтами и авторами инноваций, выступая в качестве организаторов переговоров и гарантов сделок по коммерциализации технологий.

Продвижение проектов коммерциализации научных разработок может осуществляться через участие в различных программах и конкурсах, например «Старт», «Темп», «У.М.Н.И.К.» и др. Перечень ряда web-сайтов международных и отечественных организаций, программ, конкурсов, способствующих коммерциализации научных разработок приведен в приложении 4.

В заключение необходимо сказать, что процесс коммерциализации научных разработок в современных российских условиях может быть долгим и тернистым. Только постоянная деловая активность и налаживание контактов, одновременное участие в различных программах и конкурсах, непрекращающийся интеллектуальный поиск, непрерывное совершенствование и доведение полученных научных результатов до стадии «готового продукта» приведут к успеху.

ЧАСТЬ 2. МЕТОДОЛГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 1. Предмет и задачи методологии научного познания

Процесс познания в науке можно анализировать с различных точек зрения: философской и социологической, психологической и феноменологической, исторической и логической, гносеологической и методологической. Нас будет интересовать прежде всего методологическая сторона познания. Поскольку проблемы методологии теснейшим образом связаны с философией и логикой, при обсуждении методов науки мы постоянно будем обращаться к понятиям и принципам логики и диалектики.

Но это, разумеется, не исключает, а скорее предполагает специальное изучение тех общенаучных приемов и средств исследования, с помощью которых достигается новое знание в науке.

Научное познание по сути дела представляет исследование, которое характеризуется своими, особыми целями, а главное—методами получения и проверки новых знаний. Необходимость в специальном анализе методов науки станет яснее, если мы предварительно рассмотрим особенности, которые отличают научное знание от обыденного, а утверждения науки — от мнений так называемого здравого смысла.

1.1. Обыденное и научное знание

Научное знание всегда отличается последовательным и систематическим характером. Не говоря уже о математике и точных науках, где большинство утверждений логически выводится из немногих исходных посылок, даже в так называемых эмпирических науках сравнительно редко встречаются отдельные, изолированные обобщения или гипотезы. (Под эмпирическими обычно понимают науки, в существенной степени опирающиеся на такие опытные методы исследования, как наблюдение, эксперимент и измерение). Как правило, такие обобщения входят в науку лишь тогда, когда они согласуются с другими имеющимися в ней утверждениями и обобщениями. В конечном итоге их стараются получить логически из более широких обобщений, принципов и допущений.

Наука, на какой бы ступени развития она ни находилась, тем и отличается от обыденного знания, что представляет собой не простую совокупность «сведений» о мире, «набор» информации, а определенную систему знаний. Научное исследование является целенаправленным познанием, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Известно, что задолго до возникновения науки люди приобретали достаточно надежные знания о свойствах и качествах предметов и явлений, с которыми они сталкивались в своей повседневной практической жизни.

И сейчас мы немало узнаем с помощью обыденного знания. Это свидетельствует о том, что научное знание не отделено непреходимой стеной

от обыденного: и научное и обыденное познание в конечном итоге стремятся к достижению объективно истинного знания, опираются на факты, а не на веру.

Нередко, отмечая качественное отличие научного знания от обыденного, забывают о связи, существующей между ними, не учитывают того, что наука возникла из обыденного знания. Это не раз подчеркивали сами ученые.

Правда, иногда при этом допускается другая крайность, когда научное знание рассматривается только как усовершенствованное обыденное знание. Этот взгляд защищал, например, известный английский ученый Томас Гексли. «Я верю, — писал он, — что наука есть не что иное, как тренированный и организованный здравый смысл. Она отличается от последнего точно так же, как ветеран может отличаться от необученного рекрута».

Однако наука не является простым продолжением знаний, основанных на здравом смысле. Она представляет познание особого рода, со своими специфическими средствами, методами и критериями. Прежде всего, в отличие от обыденного знания наука не ограничивается нахождением новых фактов и результатов, а либо стремится объяснить их с помощью существующих гипотез, законов и теорий, либо специально вырабатывает для этого новые теоретические представления. Эта отличительная особенность науки дает возможность лучше понять систематический, последовательный и контролируемый характер научного знания. Действительно, чтобы объяснить то или иное явление, необходимо располагать определенной теоретической системой или, в крайнем случае, гипотезой, из которых суждение о данном явлении получается в качестве логического следствия. Но чтобы получить такое следствие, надо предварительно установить логическую взаимосвязь между различными суждениями, обобщениями и гипотезами, а самое главное располагать такими законами, принципами, гипотезами или допущениями, которые могут служить в качестве посылок для логического вывода менее общих суждений той или иной науки. Систематический и последовательный характер научного знания в значительной мере обусловлен именно тем, что наука не просто регистрирует эмпирически найденные факты и результаты, а стремится объяснить их. Точное оперирование понятиями, суждениями и умозаключениями позволяет также лучше контролировать результаты научного исследования.

Однако никакая систематизация и организация знания не будут составлять науки, если они не будут сопровождаться созданием новых понятий, законов и теорий.

Именно с их помощью как раз и удастся не только объяснить уже известные факты и явления, но и предсказать факты и явления неизвестные. Такие предсказания в некоторой мере можно осуществить уже с помощью простейших эмпирических обобщений, какими являются, например, предсказания погоды по целому ряду примет.

Гораздо более точные количественные предсказания можно получить с помощью эмпирических законов науки. Так, закон Бойля — Мариотта дает возможность по заданному объему газа численно определить давление, а зная

закон Шарля, можно предсказать, насколько увеличится объем данной массы газа при его нагревании.

Подобного рода эмпирические законы и обобщения, с которых начинается любая наука, в лучшем случае могут объяснить и предсказать определенные факты исследуемой области. Но сами эти законы в свою очередь требуют объяснения: почему именно с уменьшением объема газа увеличивается его давление или с повышением температуры увеличивается его объем? Ответ на этот вопрос требует выдвижения той или иной гипотезы о внутреннем механизме исследуемых зависимостей. Создание кинетической теории, базирующейся на допущении существования хаотического движения мельчайших частиц вещества — молекул, дало ответ на указанные вопросы.

Часто отличие науки от обыденного знания видят в том, что ученый имеет дело преимущественно с так называемыми ненаблюдаемыми объектами, такими, как «элементарные» частицы в физике или гены в биологии. Здесь подмечена существенная особенность процесса научного познания — раскрытие сущности исследуемых явлений. Поскольку сущность не лежит на поверхности явлений, для ее раскрытия приходится вводить абстракции и идеализации, обращаться к гипотезам и теориям.

В обыденном знании хотя и прибегают к догадкам и предположениям, но, во-первых, они касаются непосредственно наблюдаемых вещей и событий, во-вторых, эти догадки никогда не контролируются специальной техникой, не говоря уже о постановке особых экспериментов.

Наука даже на эмпирической стадии исследования руководствуется теми или иными теоретическими представлениями и контролирует свои гипотезы с помощью специальных приборов и инструментов, которые в свою очередь сконструированы на основе определенных теоретических принципов.

Любая достаточно зрелая наука представляет систему теорий, которые объединяют в единое целое её исходные принципы, понятия и законы вместе с твердо установленными фактами. Именно благодаря систематичности, обоснованности и контролируемости выводы науки отличаются наибольшей надежностью и проверяемостью, тогда как обыденное знание, а тем более вера или мнение, в значительной мере субъективно и ненадежно.

Однако, как бы ни было важно подобное различие, его нельзя абсолютизировать.

Важнейшей предпосылкой обыденного знания является его подчиненность решению непосредственных, узкопрактических задач, вследствие чего оно не может создавать такие абстрактные модели и теории, с помощью которых познаются глубокие, внутренние особенности и закономерности явлений.

Обычно когда сравнивают научное познание с обыденным, то существенное различие между ними видят прежде всего в тех способах и средствах, с помощью которых достигается знание в науке и повседневной жизни.

Надежность, систематичность и контролируемость научных знаний обеспечивается с помощью специальных и общих методов исследования, в то время как обыденное знание довольствуется рутинными правилами,

опирающимися на «здравый смысл», и простейшими индуктивными обобщениями непосредственно воспринимаемых предметов и явлений.

В самом общем смысле метод представляет некоторую систематическую процедуру. Эта процедура может состоять из последовательности повторяющихся операций, применение которых в каждом конкретном случае либо неизменно приводит к достижению поставленной цели, либо такая цель достигается в подавляющем большинстве случаев. Но такая характеристика метода может быть применена к тем операциям практического и теоретического рода, правила которых носят весьма элементарный характер. Подобные правила, указывающие строго фиксированный порядок действия для решения задач теоретического или практического характера, можно уподобить алгоритмам математики. Известно, что, располагая алгоритмом, мы всегда можем решить ту или иную задачу. Например, если нам заданы числа, то мы можем найти их наибольший общий делитель. Но из математики мы знаем, что далеко не все ее проблемы допускают алгоритмическое решение: в противном случае математика вполне заменила бы машина.

Сложные, серьезные проблемы науки меньше всего поддаются алгоритмизации, и поэтому их решение нельзя свести к применению каких-то готовых правил и рецептов.

Научное исследование не ведется вслепую, оно не сводится к непрерывной цепи догадок. Даже в повседневном познании мы в какой-то мере предварительно отсеиваем явно неправдоподобные догадки. При выдвижении гипотез, поиске законов, построении и проверке теорий ученые руководствуются определенными приемами, правилами и способами исследования, которые в своей совокупности и характеризуют метод исследования. Хотя такие методы и не гарантируют достижение истины, тем не менее, они в значительной мере облегчают ее поиски, делают их более систематичными и целенаправленными.

Большинство специальных проблем конкретных наук и даже отдельные этапы их исследования требуют привлечения специальных методов решения. В эмпирических науках для этого приходится обращаться также к специальной технике наблюдения, эксперимента и измерения.

Разумеется, частные методы решения конкретных научных проблем имеют весьма специфический характер.

Естественно поэтому, что такого рода методы изучаются, разрабатываются и совершенствуются в конкретных, специальных науках.

В отличие от этого общие методы науки используются на всем протяжении исследовательского процесса и в самых различных по предмету науках. Кроме них существуют также методы, которые применимы лишь в более или менее родственных науках или же на определенной стадии процесса познания. Такие методы также выходят за рамки частных наук.

Специальные методы и технику, которые используются в частных науках, можно рассматривать как тактику исследования. Она может не раз меняться в зависимости от характера исследуемых проблем, отдельных этапов их решения, новых выявленных возможностей и т.п. Общие же методы науки сохраняют

свое значение для целого множества проблем в самых различных науках, ибо они скорее указывают направление и общий подход к исследуемым проблемам, чем конкретные способы их анализа и решения. Поэтому с известным основанием их можно отождествить со стратегией исследования.

1.2. Предмет методологии науки

По мере того как возрастал объем научных знаний и углублялся уровень отражения в них свойств и закономерностей объективного мира, становилось все более очевидным стремление ученых проанализировать разнообразные формы и методы, с помощью которых приобретаются знания в науке. Еще на заре античной культуры монополия на исследование проблем познания вообще и науки в частности принадлежала философам. И это не удивительно, ибо в то время сама наука в значительной мере еще не отделяла себя от философии. Даже XVI—XVII вв., когда сформировалось экспериментальное естествознание, исследованием методов познания занимались в основном философы, хотя наибольший вклад в этот период был сделан теми из них, которые одновременно с философией занимались и специальными науками (Галилей, Декарт, Ньютон, Лейбниц).

Начиная со второй половины прошлого века и в особенности в конце его происходит дифференциация и отпочковывание различных дисциплин, исследующих те или иные стороны процесса научного познания. Наряду с традиционными философскими методами анализа в это время возникают математическая логика и начала вероятностной логики, заметно возрастает интерес к истории и философии науки в связи с революцией в естествознании, несколько позже формируются психология и социология науки, и уже в наши дни возникает наука о науке, или науковедение.

В последние десятилетия значительные результаты достигнуты в области логики науки. Применяя методы современной символической логики, она смогла тщательно исследовать проблемы, связанные с построением и использованием специальных формализованных, научных языков. Но на этом пути она встретила с рядом фундаментальных трудностей, решение которых, по-видимому, может быть достигнуто путем привлечения новых средств и методов.

Проблемы метода исследования и методологии науки привлекали внимание ученых и философов давно, начиная с античной эпохи, однако детальный анализ методов и средств научного познания стал осуществляться лишь в последние полвека. Известные затруднения здесь возникают из-за неясного разграничения сфер таких направлений исследования науки, как философия, методология и логика науки. До сих пор идут споры по вопросу о предмете и задачах этих логикофилософских дисциплин. Правда, большинство авторов склоняется к мысли, что философия науки должна анализировать наиболее общие, мировоззренческие и гносеологические проблемы науки; что касается логики и методологии науки, то здесь мнения расходятся: многие хотя и считают логику науки самостоятельной отраслью, но включают ее в

методологию науки. Другие, наоборот, полагают, что методология должна стать частью логики науки, поскольку она использует в большинстве случаев многие из тех средств и методов, которые разрабатывает логика науки.

Такие расхождения и споры нередко возникают в силу того, что само научное знание представляет весьма сложный объект исследования, различные элементы которого, хотя и связаны друг с другом, все же обладают относительно самостоятельным значением. В науке важно различать деятельность, направленную на достижение новых знаний, т.е. процесс исследования, от результатов этой деятельности — готовых, полученных знаний.

Кроме того, любые знания представляют отражение некоторых свойств и закономерностей объективного мира, и поэтому нужно четко отличать объект исследования науки от тех идеальных способов его выражения, которые как раз и воплощаются в знании. Наконец, знания могут существовать лишь в материализованной форме. Такой формой служит язык — естественный (разговорный или литературный), а также различные специальные научные языки.

Логика науки анализирует готовое, сформировавшееся научное знание, отвлекаясь от процесса получения этого знания, от тех приемов и методов исследования, которые использует ученый для достижения этого знания. Поскольку знание выражается с помощью языка, то в логике науки непосредственно рассматривается не знание в целом, а только форма его выражения, т.е. язык науки.

Научные языки строятся на базе обычного, естественного языка, но отличаются от него значительно большей точностью и строгостью.

Таким образом, непосредственным предметом логики науки является язык науки — определенное множество правил построения формализованного языка, которые имеют общезначимый характер. Логика науки, по крайней мере, на современном этапе ее развития, исследует лишь те особенности выражения научных знаний, которые могут быть проанализированы с помощью понятий и методов математической или, точнее, современной символической логики.

(Под современной символической логикой понимается то направление логических исследований, которое ставит своей целью построение, анализ и интерпретацию различных логических исчислений, формализующих те или иные содержательные теории или их фрагменты.)

Такое понимание логики науки в основном определяется уровнем развития современной символической логики и возможностями применения её аппарата для исследования структуры готового, наличного знания. При этом наибольшие успехи в применении методов этой логики достигнуты в тех науках, которые используют дедуктивные формы умозаключений и оперируют со сравнительно стабильными понятиями (математика и математическое естествознание). Иначе говоря, там, где в большей или меньшей степени можно абстрагироваться от процесса возникновения и развития знания, там методы символической логики дают ощутимые результаты.

Но даже в этих науках чисто формальные методы приводят к значительным трудностям и тупиковым ситуациям.

Так, после работ известного австрийского математика и логика К. Геделя стала ясной бесперспективность усилий формалистов во главе с Д. Гильбертом обосновать всю математику с помощью формализованного аксиоматического метода. Оказалось, что не все содержательные высказывания математики могут быть логически выведены из имеющихся аксиом. Во всяком случае, для подобной формализации приходится строить все более сильные аксиоматические системы, причем такой процесс нельзя считать законченным на какой-либо стадии исследования. Это служит свидетельством в пользу того, что методы современной символической логики оказываются не подходящими для решения ряда фундаментальных проблем и формальных наук. Неадекватность такого подхода в науках, где приходится считаться с изменением и развитием объектов исследования, не говоря уже об эволюции самого знания, приводит к значительным трудностям, и как следствие — к критике современной логики науки.

В последние годы все чаще раздаются голоса в пользу исследования не только готового знания, но и самого процесса формирования и развития этого знания. Если в 30-е годы многие буржуазные философы, в том числе К. Поппер, видели задачу логики научного познания и даже открытия в том, чтобы «построить дедуктивную теорию проверки научных утверждений», то теперь главное внимание чаще обращается на анализ самого процесса возникновения новых гипотез, законов и теорий науки. (*Дедукция* (от лат. *deductio* - выведение), переход от общего к частному. *Индукция* (лат. *inductio* — наведение) — процесс логического вывода на основе перехода от частного положения к общему.)

Логика науки может реконструировать процесс открытия, осуществив анализ последовательности рассуждений, приводящих к новому результату. Известно, что не существует правил, с помощью которых можно было бы находить и доказывать новые теоремы в математике. Однако после того как теорема найдена, логика может проверить ее доказательство, т.е. убедиться в том, что она может быть строго логически выведена из аксиом или ранее доказанных теорем. Такой анализ математических доказательств и составляет главную задачу математической логики.

В области опытных наук аналогичную роль выполняет современная индуктивная логика, которую зачастую отождествляют с вероятностной логикой. Обращение к вероятностным методам в этих науках диктуется тем, что большинство обобщений и выводов естествознания и других опытных наук имеет не строго достоверный, а лишь вероятностный характер. Вот почему применение указанных методов может в значительной мере уточнить способы рассуждений, используемых в эмпирических науках, сделать их более точными и эффективными.

Однако все эти способы анализа научного знания имеют дело прежде и больше всего с результатами, а не с самим процессом исследования, приемами и методами достижения нового знания. Именно в связи с этим и возникает

задача специального изучения средств, приемов и методов научного исследования, чем и занимается методология научного познания, или методология науки.

Главной целью методологии науки является изучение тех средств, методов и приемов исследования, с помощью которых приобретает новое знание в науке.

Поскольку эти методы и средства исследования применяются в процессе познания, то следует, пожалуй, говорить не о методологии вообще, а о методологии научного исследования, или познания. Такая характеристика сразу же отграничивает предмет методологии науки от логики науки.

Если основной задачей логики науки является анализ структуры знания, то методология научного исследования анализирует средства, приемы и методы познания, которые применяются для получения этого знания. Как мы уже отмечали, метод представляет определенную последовательность действий, приемов и операций, выполнение которых необходимо для достижения заранее поставленной цели. Цели эти могут быть как практическими, так и теоретическими, познавательными. В науке приходится иметь дело главным образом с познавательными задачами, или, точнее сказать, проблемами. Такие проблемы в свою очередь могут быть разделены на эмпирические и теоретические, оценочные и методологические.

Важно с самого начала подчеркнуть, что каждая проблема в науке требует определенных средств и методов ее решения: по это вовсе не значит, что для решения каждой новой проблемы нужно создавать свои, особые методы.

В любой науке можно выделить некоторую совокупность средств, приемов и методов исследования, оправдавших себя на практике. Наряду с этим можно указать методы исследования, которые являются общими для обширной группы научных дисциплин. Наконец, существуют методы познания, которые являются универсальными или почти универсальными. К числу первых относится, прежде всего, диалектический метод познания и действия. К почти универсальным методам часто причисляют методы формальной логики и математики.

Методология научного исследования анализирует главным образом те методы и средства познания, которые используются ученым, как на эмпирической, так и теоретической стадии исследования. Так, изучая конкретные способы осуществления экспериментов, наблюдений и измерений, методология выделяет существенные признаки, которые присущи любым экспериментам, измерениям и наблюдениям.

Возникает вопрос: в каком отношении находятся методы исследования конкретных, специальных наук с методами, изучаемыми в методологии? Фактически методология как особая наука возникает в связи с необходимостью обобщения и развития тех методов и средств исследования, которые были открыты в частных науках.

Например, эксперимент как специальный метод исследования впервые эффективно начал использоваться в механике. Впоследствии он получил весьма

широкое распространение в науке, и встал вопрос о выделении его в качестве самостоятельного эмпирического метода исследования.

То же самое можно сказать о некоторых теоретических методах. Известно, что аксиоматический метод построения научного знания долгое время считался почти исключительной привилегией математики. В настоящее время он находит все большее распространение и в нематематических науках (физике, теоретической биологии, лингвистике), не говоря уже о логике науки, где он служит основным методом построения формализованных языков. Все эти примеры показывают, что методология науки в своем анализе отталкивается от конкретных, частных наук и на этой основе строит свои теоретические обобщения и дает практические рекомендации.

На этом основании часто различают методологию как теоретическую дисциплину и как нормативную. Первая ставит своей задачей разработку теорий, систематизирующих методы исследования в зависимости от целей познания. Вторая стремится реализовать эти цели оптимальным образом с помощью известных операций и методов исследования.

Методология научного исследования составляет часть общей методологии познания, но часть, несомненно, наиболее существенную и актуальную как с теоретической, так и практической стороны. Она рассматривает наиболее существенные с познавательной точки зрения особенности и признаки методов исследования, раскрывает методы по их общности и глубине анализа. Такой анализ значительно облегчается благодаря возникновению целого ряда специальных теорий, которые ставят своей задачей изучение тех или иных особенностей общих методов познания, а также методов, используемых во многих науках. Так, математическая теория эксперимента раскрывает важнейшие количественные способы, с помощью которых планируется эксперимент и обрабатываются его результаты. Поэтому с ее выводами и рекомендациями вынужден считаться всякий современный исследователь-экспериментатор. Методологию науки математическая теория эксперимента и сама экспериментальная техника интересуют лишь в той мере, в какой они дают возможность понять роль экспериментального метода в получении первичной эмпирической информации, а также как специальный способ проверки гипотез и теорий в опытных науках. То же самое следует сказать о таких общетеоретических методах, как системно-структурный анализ, семиотика, теория моделей и другие.

Методология как общее учение о методе не сводится к простой совокупности ни частных, ни общих методов исследования. При анализе как частных, так и более общих методов исследования она изучает, прежде всего, возможности и границы применения этих методов в процессе достижения истины, их роль и место в познании.

Поэтому многие авторы справедливо считают ее специальным разделом гносеологии, исследующим формы и методы научного познания. При этом часто различают методы построения и организации наличного знания и методы достижения нового знания, которые по сути дела представляют методы научного исследования. Такое противопоставление относительно, так как

результаты исследования приходится определенным образом систематизировать и в этих целях использовать разработанные наукой методы организации и построения знания.

С другой стороны, систематизация накопленного наукой знания во многих случаях требует специального исследования, и, следовательно, применения специфических методов анализа. Однако различие между этими методами остается, поскольку существует отличие между результатом и процессом исследования.

Учитывая это различие, часто говорят о методологии научного познания в широком и узком смысле слова.

В первом случае речь идет об анализе, как методов построения наличного знания, так и методов его получения и расширения. Во втором случае ограничиваются только рассмотрением методов и средств достижения нового знания, т.е. по сути имеют дело с методами научного исследования. Но в обоих случаях предметом анализа остаются методы познания, поэтому методология с полным правом может рассматриваться как составная часть теории познания.

В то время как гносеология ставит своей целью изучение общих закономерностей процесса познания, его ступеней и форм, методология сосредоточивает свои усилия на исследовании средств и методов познания. Такое размежевание областей исследования отнюдь не исключает взаимовлияния методологии и гносеологии друг на друга. При анализе методов познания нельзя не учитывать общих закономерностей процесса познания, открытых гносеологией. В свою очередь результаты методологических исследований значительно обогащают и конкретизируют общие положения гносеологии, уточняют и развивают их. Об этом свидетельствует вся история гносеологии и методологии познания. (*Гносеология* (греч. *gnosis* - знание, *logos* - учение) - философская дисциплина, занимающаяся исследованиями, критикой и теориями познания.)

Глава 2. Научная проблема

Всякое исследование в науке предпринимается для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания новых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту старых способов объяснения известных фактов. Эти трудности в наиболее отчетливом виде выступают в так называемых проблемных ситуациях, когда существующее научное знание, его уровень и понятийный аппарат оказываются недостаточными для решения новых задач познания. Осознание противоречия между ограниченностью имеющегося научного знания и потребностями его дальнейшего развития и приводит к постановке новых научных проблем.

Научное исследование не только начинается с выдвижения проблемы, но и постоянно имеет дело с проблемами, так как решение одной из них приводит к возникновению других, которые в свою очередь порождают множество новых

проблем. Разумеется, не все проблемы в науке являются одинаково важными и существенными.

Уровень научного исследования в значительной мере определяется тем, насколько новыми и актуальными являются проблемы, над которыми работают ученые. Выбор и постановка таких проблем определяются целым рядом объективных и субъективных условий. Однако любая научная проблема тем и отличается от простого вопроса, что ответ на нее нельзя найти путем преобразования имеющейся информации. Решение проблемы всегда предполагает выход за пределы известного и поэтому не может быть найдено по каким-то заранее известным, готовым правилам и методам. Это не исключает возможности и целесообразности планирования исследования, а также использования некоторых вспомогательных, эвристических средств и методов для решения конкретных проблем науки.

2.1. Выбор и постановка научных проблем

Возникновение проблемы свидетельствует о недостаточности или даже об отсутствии необходимых знаний, методов и средств для решения новых задач, постоянно выдвигаемых в процессе практического и теоретического освоения мира. Как уже отмечалось, противоречие между достигнутым объемом, и уровнем научного знания, необходимостью решения новых познавательных задач, углубления и расширения существующего знания и создает проблемную ситуацию. В науке такая ситуация чаще всего возникает в результате открытия новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних теоретических представлений, т.е. когда ни одна из признанных гипотез, законов или теорий не может объяснить вновь обнаруженные факты. С наибольшей остротой подобные ситуации проявляются в переломные периоды развития науки, когда новые экспериментальные результаты заставляют пересматривать весь арсенал существующих теоретических представлений и методов.

Так, в конце XIX и начале XX века, когда были открыты радиоактивность, квантовый характер излучения, превращение одних химических элементов в другие, дифракция электронов и множество других явлений, то на первых порах физики попытались объяснить их с помощью господствовавших в то время классических теорий. Однако безуспешность таких попыток постепенно убедила ученых в необходимости отказаться от старых теоретических представлений, искать новые принципы и методы объяснения.

Итак, возникновение проблемной ситуации в науке свидетельствует либо о противоречии между старыми теориями и вновь обнаруженными фактами, либо о недостаточной корректности и разработанности самой теории, либо о том и другом одновременно.

Проблемные ситуации, возникающие в науке, в самом общем виде можно охарактеризовать как объективную необходимость изменения теоретических представлений, средств и методов познания в узловых пунктах развития той или иной отрасли науки. При этом речь идет о ситуациях, которые приводят не только к революционным изменениям в науке, но и к любым более или менее

значительным открытиям. Американский специалист в области истории и методологии науки Томас Кун в книге «Структура научных революций» квалифицирует такие ситуации как изменение так называемых парадигм, а сами научные революции — как переход от нормального состояния науки к аномалиям. (*Парадигма* — в методологии науки — совокупность ценностей, методов, технических навыков и средств, принятых в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции в определенный период времени.)

Анализ проблемной ситуации в конечном итоге и приводит к постановке новых проблем. При этом, чем более фундаментальной является проблема, тем более общий и абстрактный характер имеет ее первоначальная формулировка.

Но, как правило, именно фундаментальные проблемы определяют постановку других, более частных проблем. Нередко только после решения целого ряда взаимосвязанных частных проблем удастся более точно сформулировать, а затем и решить фундаментальную проблему.

Правильная постановка и ясная формулировка новых научных проблем нередко имеет не меньшее значение, чем решение самих проблем. Правильно поставленный вопрос, справедливо подчеркивает В. Гейзенберг, порой означает больше, чем наполовину решение проблемы.

Чтобы правильно поставить проблему, необходимо не только видеть проблемную ситуацию, но и указать возможные способы и средства ее решения.

Умение видеть новые проблемы, ясно их ставить, а также указывать возможные пути их решения характеризуют степень талантливости ученого, его опыта и знаний. Не существует никаких рецептов, указывающих, как надо ставить новые проблемы, в особенности фундаментальные.

Разумеется, опыт и знания, помноженные на талант, лучше всего содействуют этой цели. Не случайно, поэтому наиболее важные проблемы выдвигаются выдающимися учеными той или иной отрасли науки, много поработавшими в ней и хорошо освоившимися со специфическими ее трудностями. Известно, что многие оптические проблемы, сформулированные Ньютоном в его книге «Оптика», стали предметом исследования ученых на протяжении целого столетия. То же самое следует сказать о проблеме тяготения. Открыв закон всемирного тяготения, Ньютон не раз отмечал, что ему удалось найти лишь количественную связь между тяготеющими массами. Природа же тяготения, механизм взаимного притяжения тел остаются нераскрытыми до сих пор, хотя общая теория относительности А.Эйнштейна значительно расширила наши знания по этой проблеме.

Постановка научных проблем находится в прямой зависимости от их выбора. Чтобы сформулировать проблему, надо не только оценить ее значение в развитии науки, но и располагать методами и техническими средствами для ее решения. Это означает, что не всякая проблема может быть немедленно поставлена перед наукой.

Здесь-то и возникает весьма сложная и трудная задача по отбору и предварительной оценке тех проблем, которые призваны играть первостепенную роль в развитии науки. По существу именно выбор проблем,

если не целиком, то в громадной степени, определяет стратегию исследования вообще и направление научного поиска в особенности. Ведь всякое исследование призвано решать определенные проблемы, которые в свою очередь способствуют выявлению новых проблем, ибо, как отмечает Луи де Бройль, «...каждый успех нашего познания ставит больше проблем, чем решает...».

В конечном итоге выбор проблем, как и исследований, предпринимаемых в науке, детерминируется потребностями общественной практики. Именно в ходе практической деятельности наиболее рельефно выявляется противоречие между целями и потребностями людей и имеющимися у них средствами, методами и возможностями их реализации. Однако познание, как известно, не ограничивается решением проблем, связанных с непосредственными практическими потребностями. С возникновением науки все более значительную роль начинают играть запросы самой теории, что находит свое выражение в относительной самостоятельности ее развития и конкретно воплощается во внутренней логике развития науки.

Выбор и постановка научных проблем в огромной степени зависят от уровня и состояния знаний в той или иной отрасли науки. Это такой же объективный фактор, как и степень зрелости исследуемого объекта, и ученый вынужден с ним считаться. Поскольку возникновение проблемы свидетельствует о недостатке существующих в науке знаний, то первая задача исследователя состоит в том, чтобы конкретно выявить пробелы и дефекты в имеющихся гипотезах и теориях. Однако во всей последующей работе он должен максимально использовать все накопленное и проверенное знание. В опытных науках это знание обычно представлено твердо установленными фактами, эмпирическими обобщениями, законами, надежно подтвержденными теориями.

В зрелой науке любая проблема возникает в рамках определенной теории, поэтому и сам выбор проблемы в значительной мере детерминируется теорией. При этом разработанность и уровень имеющейся теории во многом определяет глубину проблемы, ее характер. Можно сказать, что каждая достаточно широкая теория потенциально определяет совокупность тех проблем, которые впоследствии могут быть выдвинуты на ее основе исследователями.

Выбор проблем для исследования во многом зависит также от наличия специальной техники и методики исследования. Поэтому нередко ученые, прежде чем приступить к решению проблемы, создают сначала методы и технику для соответствующих исследований. Все перечисленные факторы, характеризующие состояние объекта исследования, а также объем и уровень наших знаний о нем, оказывают определяющее влияние на выбор проблем в науке. Эти факторы не зависят от воли и желания ученого и поэтому квалифицируются обычно как объективные предпосылки исследования.

Кроме них существуют еще субъективные факторы, которые также оказывают немаловажное влияние, как на постановку, так и на выбор проблем для исследования.

К ним относятся, прежде всего, интерес ученого к исследуемой проблеме, оригинальность его замысла, эстетическое и нравственное удовлетворение, которое испытывает исследователь при ее выборе и решении.

Хотя эти побудительные факторы играют весьма существенную роль в научном познании, они составляют скорее предмет изучения психологии научного творчества, чем методологии науки.

2.2. Разработка и решение научных проблем

В самом начале, когда лишь осознается противоречие между уровнем и объемом достигнутого знания и невозможностью с его помощью объяснить новые явления и факты, проблема может быть поставлена лишь в самой общей форме, в виде некоторого проблемного замысла или идеи. Эта идея требует всесторонней разработки и развития, чтобы можно было наметить некоторые возможные пути ее реализации. В противном случае она надолго может остаться на стадии общего замысла, т. е. будет фиксировать существующую трудность в науке, ставить в весьма неопределенной форме задачу, но не указывать никаких возможных способов решения или хотя бы подходов к такому решению.

Разработка первоначального проблемного замысла ведется по линии как подкрепления его основной идеи фактическими данными, так и установления связей этой идеи с существующими теоретическими представлениями.

При теоретическом анализе самое серьезное внимание обращается также на выяснение логических связей рассматриваемой проблемы с другими проблемами и в особенности на возможность расчленения основной проблемы на более простые и элементарные проблемы. На необходимость этого указывал уже выдающийся французский философ и математик Ренэ Декарт в «Рассуждении о методе». Во втором правиле он требовал «делить каждое из исследуемых... затруднений на столько частей, сколько это возможно и нужно для лучшего «их преодоления». В третьем правиле он рекомендует «придерживаться определенного порядка мышления, начиная с предметов наиболее простых и наиболее легко познаваемых и восходя постепенно к познанию наиболее сложного, предполагая порядок даже и там, где объекты мышления вовсе не даны в их естественной связи».

Научное исследование имеет дело не с отдельными, изолированными проблемами, а с определенной их системой.

Эта система упорядочена, по крайней мере, во временном отношении, т.е. относительно времени выдвижения и решения отдельных проблем. Но сама эта упорядоченность составляет лишь внешнее проявление более глубокой внутренней связи, существующей между элементами проблемной системы. Проблема, которая логически предшествует другим, должна, естественно, ставиться и решаться раньше, хотя при ее исследовании может возникнуть ряд новых проблем, которые прольют дополнительный свет как на решенные, так и на нерешенные проблемы.

Выявление очередности решения проблем определяется в первую очередь спецификой исследования в той или иной отрасли науки, но зависит также от опыта и проницательности ученого. Для того чтобы исследование было целенаправленным и эффективным, необходимо придерживаться определенного порядка в выдвижении и решении проблем, выделенных из общей системы. Этот порядок и составляет стратегию или общее направление исследования. Очевидно, что всякий научный поиск не может осуществляться с неизменной стратегией, так как в ходе исследования обнаруживаются новые, неожиданные явления и проблемы, которые заставляют менять стратегию, согласовывать ее с вновь обнаруженными результатами.

Все это не умаляет значения планирования и организации в процессе исследования. Важно только, чтобы порядок выдвижения и решения проблем вытекал из внутренних потребностей и целей исследования, а не диктовался внешними для науки соображениями.

Что касается разработки проблемного замысла, а тем более решения конкретной научной проблемы, то здесь нельзя указать на какие-либо жестко фиксированные правила действий. Существует, однако, более узкий взгляд на проблемы, который связан с разработкой в последние годы теории принятия решений. Согласно этой теории, решить проблему означает «сделать наилучший выбор из известных курсов действия». Все дело, однако, в том, что в процессе исследования глубоких проблем науки часто остается неизвестным, какой курс действия является оптимальным и какой результат желательным.

Вполне понятно поэтому, что методы теории решений могут найти здесь ограниченное применение. Скорее всего, такие методы можно эффективно использовать для решения частных проблем прикладного характера, когда исследователь знает желательный результат и может оценить различные альтернативные курсы действий для его достижения. Относительно же общих проблем науки могут быть сделаны лишь рекомендации ориентирующего характера, в рамках которых ученый располагает широкой свободой действий.

Прежде чем взяться за решение проблемы, необходимо провести предварительное исследование, в процессе которого будет точно сформулирована сама проблема и указаны примерные пути и методы ее решения. Такая разработка проблемы может осуществляться примерно по следующим основным направлениям.

1. Обсуждение новых фактов и явлений, которые не могут быть объяснены в рамках существующих теорий.

Предварительный анализ должен раскрыть характер и объем новой информации. В опытных науках такой анализ связан в первую очередь с обсуждением новых экспериментальных результатов и данных систематических наблюдений. Насколько многочисленны полученные данные? Как сильно противоречат они имеющейся теории? Существует ли принципиальная возможность приспособления и модификации известных теорий к этим данным? История науки показывает, что старые теории не сразу отвергались, если обнаруживались противоречащие им факты: эти теории

старались модифицировать таким образом, чтобы они смогли объяснить и новые факты. И только безуспешность таких попыток, увеличение числа фактов, противоречащих старой теории, вынуждали ученых создавать новые теории.

2. Предварительный анализ и оценка тех идей и методов решения проблемы, которые могут быть выдвинуты исходя из учета новых фактов и существующих теоретических предпосылок.

По сути дела, этот этап разработки проблемы естественно переходит в предварительную стадию выдвижения, обоснования и оценки тех гипотез, с помощью которых пытаются решить возникшую проблему. Однако на этой стадии не выдвигается задача конкретной разработки какой-либо отдельной гипотезы. Скорее всего, речь должна идти о сравнительной оценке различных гипотез, степени их эмпирической и теоретической обоснованности.

3. Определение типа решения проблемы, цели, которая преследуется решением, связи с другими проблемами, возможности контроля решения.

Если проблема допускает решение, то часто возникает необходимость определить, какое решение следует предпочесть в конкретно сложившихся условиях исследования в той или иной отрасли науки. Как правило, исчерпывающее решение проблем в науке лимитируется или объемом и качеством существующей эмпирической информации, или же состоянием и уровнем развития теоретических представлений.

Вследствие этого часто приходится ограничиваться либо приближенными решениями, либо решением более узких и частных проблем. Хорошо известно, какие ограничения иногда приходится делать в астрономии, физике, космологии, химии и молекулярной биологии вследствие отсутствия надежно работающего математического аппарата. В результате этого приходится вводить значительные упрощения (например, заменять нелинейные члены уравнения линейными и т.п.) и тем самым отказываться от полного решения проблемы.

Нередко сложный и комплексный характер многих фундаментальных научных проблем (например, возникновение жизни) требует выдвижения и решения первоначально более узких и частных вопросов, а не постановки явно неразрешимой в данных условиях более общей проблемы, хотя ее основные идеи могут направлять, и в какой-то мере содействовать решению частных вопросов.

Так, по-видимому, обстоит дело с любым проблемным замыслом: его идеи оказывают влияние на постановку, разработку и окончательное решение проблемы. Предполагая данную проблему решенной, можно заранее представить, какое влияние она окажет на другие проблемы науки и существующие в ней теоретические представления. Такой анализ проще всего осуществить в математике и математическом естествознании, но это не исключает возможности более или менее удовлетворительного прогноза и в

опытных науках, если обсуждаемая проблема при этом имеет фундаментальный характер.

4. Предварительное описание и интерпретация проблемы.

После выяснения необходимых данных, теоретических предпосылок, типа решения и цели проблемы открывается возможность более точного описания, формулировки и истолкования проблемы с помощью разработанных в науке понятий и суждений. На этом этапе должна быть выяснена специфика связи между данными, на которых основывается проблема, и теми теоретическими допущениями и гипотезами, которые выдвигаются для ее решения.

Необходимой предпосылкой такого анализа служит выявление всех тех факторов, которые могут оказаться существенными для решения данной проблемы. Этот этап в разработке проблемы в известной мере подводит некоторый итог всей той предварительной работы, которая была предпринята для того, чтобы ясно сформулировать и четко поставить саму проблему. Естественным его завершением является ответ на вопрос о принципиальной возможности решения проблемы. В формальных науках, т.е. прежде всего в математике и формальной логике, нередко удается найти или разработать специальные методы и средства для решения проблем и проверки правильности их решения. Такие методы, которые приводят от некоторых исходных данных к определенным результатам, основываются на четко сформулированном правиле осуществления операций и обладают массовым характером, получили название алгоритмов. Общепонятность алгоритма, его результативность и возможность применения для решения целого класса однотипных проблем или задач делает его весьма ценным средством исследования не только чисто математических проблем, но и проблем, допускающих достаточно четкое математическое выражение. По сути дела, все те задачи и проблемы математики, которые могут быть решены по единому правилу или общей схеме, принадлежат к числу алгоритмических.

Интерес к таким проблемам значительно усилился после возникновения современной вычислительной математики и кибернетики, так как именно алгоритмически разрешимые проблемы можно запрограммировать и тем самым решить с помощью электронно-вычислительной машины. Что касается доказательств существования и несуществования алгоритма, то они принадлежат к творческим проблемам, имеющим большое общенаучное и методологическое значение. Огромная масса исследовательских проблем не поддается алгоритмизации и, следовательно, не может быть передана машине, хотя использование таких машин может во многом облегчить трудоемкую задачу обработки многочисленных эмпирических данных.

Когда же говорят о неразрешимости какой-либо проблемы, то под этим подразумевают, что для данной проблемы существует доказательство ее неразрешимости с помощью некоторых точно указанных средств. В истории науки не раз бывало, что проблема, не поддававшаяся решению с помощью известных средств, находила довольно быстрое решение посредством новых,

более совершенных средств. Так, знаменитая задача о трисекции угла, которую античные математики не смогли решить с помощью циркуля и линейки, была довольно просто решена с помощью арифметических методов.

Многие важные проблемы современной математики, которые нельзя решить с помощью финитных методов, разрешаются посредством трансфинитных методов. Все это говорит о том, что даже в «формальных науках» разрешимость проблемы должна пониматься в относительном смысле, т.е. с учетом достигнутого уровня развития этих наук.

Относительный характер решения проблем еще резче выступает в эмпирических науках. Поскольку возможность решения проблем определяется здесь в значительной мере объемом и характером эмпирических данных, техническими средствами исследования и уровнем развития теории, то никакое решение не может претендовать на абсолютность. Раз навсегда найденное решение научных проблем невозможно не только потому, что эмпирическая основа их является неполной, а технические средства и теоретические представления и предпосылки исторически ограниченными, несовершенными, но и потому, что в самом процессе исследования обнаруживается ряд других проблем, в свете которых по-иному выступает и первоначальная проблема.

Доказательство неразрешимости ряда проблем ни в коей мере не свидетельствует о существовании каких-либо границ и пределов для познания и исследования.

Фактически когда утверждают или доказывают, что некоторая проблема неразрешима, то тем самым заявляют, что она неразрешима не вообще, а с помощью существующих методов и средств. Это стимулирует поиски новых методов, средств и идей, применение которых может способствовать решению поставленной проблемы и тем самым расширению достигнутых рубежей исследования, а также развитию науки в целом.

2.3. Классификация научных проблем

Обилие и разнообразие проблем, возникающих на различных стадиях исследования и в разных по своему конкретному содержанию науках, крайне затрудняет исчерпывающую классификацию таких проблем. Даже такое, на первый взгляд очевидное, деление проблем на научные (теоретические) и прикладные, основывающиеся на конечных целях исследования, вызывает ряд затруднений.

Дело в том, что нередко даже чисто теоретическая, абстрактная проблема в конечном итоге может привести к разнообразным практическим приложениям.

В свою очередь иногда узкоприкладная проблема дает толчок для постановки и решения проблем широкого теоретического характера.

Не претендуя на исчерпывающую классификацию проблем, попытаемся выбрать в качестве основания деления такие признаки, которые давали бы возможность группировать проблемы по их наиболее существенным объективным и теоретико-познавательным характеристикам.

Прежде всего, все научные проблемы могут быть разделены на два больших класса в зависимости от того, ставят ли они своей задачей раскрытие новых свойств, отношений и закономерностей объективного мира или же осуществляют анализ путей, средств и способов познания.

Большинство наук исследует проблемы, относящиеся к первому классу, т.е. проблемы, связанные с познанием законов объективного мира. Вопросы же, касающиеся средств, методов и путей познания, чаще обсуждаются на ранней стадии становления той или иной науки, а также в переломные периоды ее развития, когда происходит пересмотр ее понятийного аппарата. Как показывают история науки и современная практика, проблемы поиска и обоснования новых средств и методов исследования обычно привлекают внимание ученых тогда, когда та или иная отрасль науки только складывается или когда старые методы оказываются малоэффективными, приводят к значительным трудностям. Само разделение труда в области науки, непрерывный рост числа различных методов и средств исследования приводят к обособлению и выделению таких научных дисциплин, которые ставят в качестве специальной задачи анализ различных методов познания вообще и процесса научного исследования в особенности.

Важно подчеркнуть, что указанное деление научных проблем соответственно характеру исследуемого ими предмета — реальный мир или пути и средства его познания — имеет относительный характер, ибо нельзя понять особенности и границы применения того или иного метода, не учитывая специфики тех объектов, к которым он применяется.

В процессе исследования и решения проблем, относящихся к объективному миру, можно выделить проблемы, разрешение которых требует в первую очередь привлечения эмпирических средств и методов исследования.

В науке к таким методам относят систематические наблюдения, эксперимент и измерения. Однако использование эмпирических методов вовсе не исключает, а скорее предполагает применение определенных идей, гипотез и теоретических представлений, поскольку без них невозможно не только обобщение и осмысление эмпирического материала, но и целенаправленные поиски исходных фактов.

С другой стороны, существует множество проблем науки, для решения которых достаточно привлечения концептуальных, теоретических средств исследования.

Это, конечно, не означает игнорирования или недооценки результатов, добытых с помощью эмпирических средств и методов. Однако на теоретической стадии исследования предполагается, что они не только уже известны, но и соответствующим образом обработаны. Такая обработка осуществляется в процессе измерения и количественного анализа тех или иных величин, характеристик и факторов исследуемых процессов.

Теоретическая стадия исследования проблемы начинается с выдвижения и обоснования некоторой гипотезы, которая призвана дать пробное решение проблемы, т.е. более или менее правдоподобное объяснение тех новых фактов и

явлений, которые не только не вытекали из старой теории, а наоборот, противоречили ей.

Дальнейший этап теоретического исследования связан с выявлением наиболее существенных сторон и отношений вновь обнаруженных фактов: результатов наблюдений, экспериментов, их теоретических обобщений в рамках эмпирической стадии исследования (так называемые сложные факты). Гипотеза может нащупать правильный ответ на поставленную проблему, но она может оказаться и явно несостоятельной. Убедиться в этом можно лишь после проверки гипотезы. Достаточно надежная и хорошо подтвержденная гипотеза, если она вскрывает существенные, повторяющиеся и необходимые связи между исследуемыми явлениями, может привести к открытию закона. Установление закона требует учета множества различных факторов, эмпирических и теоретических предпосылок, гипотез, идей, догадок. Но ясным является одно: не существует никаких стандартных правил, схем, алгоритмов или индуктивных процедур, с помощью которых можно было бы открывать законы науки. Поэтому единственно возможный для этого путь состоит в выдвижении гипотез и систематической их проверке с помощью наблюдений, опыта, практики.

Открытие законов дает возможность научно объяснять интересующие нас явления, события, факты и одновременно с этим позволяет предсказывать новые, неизвестные явления.

Наконец, вся совокупность рациональных методов и форм познания находит свое законченное выражение в теории, где все утверждения, посылки, законы, гипотезы выступают не обособленно друг от друга, а в виде системы логически взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. Будучи отображением некоторого фрагмента объективного мира, теория дает единое, цельное представление о нем. Построение теории означает переход от изолированного, абстрактного исследования реальной действительности к ее воспроизведению в виде конкретной системы научного, рационального знания.

В ходе научного познания приходится также решать проблемы стратегии и тактики исследования, связанные непосредственно не с изучением реального мира, а с наиболее целесообразным и эффективным осуществлением самого процесса исследования. К их числу относятся такие специфические методологические проблемы, как рациональная организация наблюдений и экспериментов, в частности методов планирования и построения эксперимента, осуществления измерений и способов количественной обработки эмпирических данных. На теоретической стадии исследования особенно важное значение приобретают способы построения и проверки научных гипотез и теорий.

Вторую группу проблем, относящихся к стратегии исследования, составляют проблемы, связанные с оценкой и обоснованием эмпирических данных, технических средств и приемов исследования. На теоретической стадии познания с проблемами оценочного характера приходится встречаться при сравнении различных, конкурирующих между собой гипотез, выборе и обосновании законов и теорий. Конечно, объективное содержание исследуемых проблем не зависит от наших оценок, но для их успешного решения возникает

необходимость в оценке существующих эмпирических и теоретических методов познания. Именно такая оценка и предварительное обоснование позволяют выбирать методы, которые могут оказаться наиболее эффективными в той или иной ситуации.

Рассмотренная классификация проблем в значительной мере имеет относительный характер.

В реальном процессе исследования проблемы, непосредственно относящиеся к изучению объективного мира, теснейшим образом связаны с проблемами оценки и обоснования возможных средств и методов их решения, Поэтому их нельзя отделять, а тем более противопоставлять друг другу.

Глава 3. Методы эмпирического исследования

Эмпирическое (то, что воспринимается органами чувств) познание осуществляется в процессе опыта, понимаемого в самом широком смысле, т.е. как взаимодействие субъекта с объектом, при котором субъект не только пассивно отражает объект, но и активно изменяет, преобразует его.

Эмпирический метод состоит в последовательном совершении следующих пяти операций: наблюдение, измерение, моделирование, прогнозирование, проверка прогноза.

В науке основными формами эмпирического исследования являются наблюдение и эксперимент. Кроме того, к ним относят также многочисленные измерительные процедуры, которые хотя и ближе примыкают к теории, все же осуществляются именно в рамках эмпирического познания и особенно эксперимента.

Исходной эмпирической процедурой служит наблюдение, так как оно входит и в эксперимент и в измерения, в то время как сами наблюдения могут производиться вне эксперимента и не предполагать измерений. Поэтому мы начнем обсуждение методов эмпирического исследования с анализа особенностей процесса наблюдения и его функций в науке.

3.1. Наблюдение

Научное наблюдение представляет целенаправленное и организованное восприятие предметов и явлений окружающего мира. Связь наблюдения с чувственным познанием очевидна: любой процесс восприятия связан с переработкой и синтезом тех впечатлений, которые познающий субъект получает от внешнего мира. Эти впечатления в психологии называют ощущениями. Они являются отображением отдельных свойств, сторон предметов или процессов внешнего мира. Иногда наблюдение может относиться к восприятию переживаний, чувств, психических состояний самого субъекта.

Деятельность сознания в процессе наблюдения не ограничивается только тем, что оно синтезирует в единый чувственный образ результаты различных ощущений.

Активная его роль проявляется, прежде всего, в том, что наблюдатель, особенно в науке, не просто фиксирует факты, а сознательно ищет их, руководствуясь некоторой идеей, гипотезой или прежним опытом. Сторонники эмпиризма, чтобы гарантировать чистоту и надежность данных опыта, требуют сбора данных и фактов без какой-либо предварительной гипотезы или руководящей идеи. Нетрудно, однако, понять утопичность такой программы. Даже в обыденном познании наблюдение опирается на прежний опыт и знания людей.

В науке же, как правило, наблюдения имеют своей целью проверку той или иной гипотезы или теории и поэтому они существенным образом зависят от этой цели. Ученый не просто регистрирует любые факты, а сознательно

отбирает те из них, которые могут либо подтвердить, либо опровергнуть его идеи.

Наблюдения в науке характеризуются также тем, что их результаты требуют определенной интерпретации, которая осуществляется с помощью некоторой теории.

Это обстоятельство играет чрезвычайно важную роль в тех случаях, когда непосредственно наблюдается не сам предмет или процесс, а результат его взаимодействия с другими предметами и явлениями. Так, например, о поведении микрочастиц мы можем судить лишь косвенно, наблюдая не сами микроявления, а результаты их взаимодействия с теми или иными макроскопическими приборами и установками. Но такие заключения требуют обращения к определенной теории, с помощью которой и осуществляется интерпретация полученных результатов наблюдения. Интерпретация данных наблюдения как раз и дает возможность ученому отделять существенные факты от несущественных, замечать то, что неспециалист может оставить без внимания и даже совершенно не обнаружить. Вот почему в науке редко бывает, чтобы открытия делались неспециалистами, хотя бы потому, что случай, как указывал Луи Пастер, может научить чему-то только подготовленный ум.

Все это показывает, что процесс наблюдения в науке имеет ряд таких специфических особенностей, которые отсутствуют в обычных, житейских наблюдениях. Хотя в принципе и обыденное и научное наблюдение представляют восприятие предметов и явлений, но в науке это восприятие гораздо лучше и целесообразней организовано, а самое главное — оно направляется и контролируется определенной идеей, тогда как повседневные наблюдения опираются в основном на практический опыт и те знания, которые приобретаются в ходе этого опыта.

Это различие между научными и повседневными наблюдениями проявляется в самой их структуре. Всякое наблюдение предполагает наличие некоторого наблюдаемого объекта и воспринимающего его субъекта, который осуществляет наблюдения в конкретных условиях места и времени. В научном наблюдении к указанным трем элементам добавляются еще специальные средства наблюдения (микроскопы, телескопы, фото-и телеаппараты и т.п.), назначение которых состоит в том, чтобы компенсировать природную ограниченность органов чувств человека, повысить точность и объективность результатов наблюдения. Наконец, немаловажная роль принадлежит здесь и концептуальным средствам, т.е. понятиям и теориям, с помощью которых организуются и в особенности интерпретируются научные наблюдения.

Использование специальных материальных и концептуальных средств придает результатам научных наблюдений, как и всему процессу наблюдения в целом, такие новые черты и особенности, которые лишь в неразвитой форме присутствуют в обыденных, житейских наблюдениях.

По-видимому, наиболее общим признаком, сближающим научные наблюдения с повседневными, является их объективность, хотя степень этой объективности далеко не одинакова.

Для лучшего уяснения специфики научного наблюдения рассмотрим по порядку те особенности, которыми оно отличается от наблюдения обыденного, начав обсуждение с такого признака, как объективность результатов наблюдения.

3.1.1. Интерсубъективность и объективность

В повседневной деятельности и в науке наблюдения должны приводить к результатам, которые не зависят от воли, чувств и желаний субъекта. Чтобы стать основой последующих теоретических и практических действий, эти наблюдения должны информировать нас об объективных свойствах и отношениях реально существующих предметов и явлений. Однако достижение таких результатов часто сопряжено с немалыми трудностями.

Прежде всего, наблюдение, основанное на восприятии, не есть чисто пассивное отражение мира. Сознание не только отражает мир, но и творит его. В процессе такого активного освоения мира возможны ошибки, заблуждения и даже простые иллюзии органов чувств, которые также нельзя игнорировать. Всем хорошо известно, что палка, опущенная в воду, кажется сломанной; параллельно расположенные рельсы вдали кажутся сходящимися.

Ошибочность подобного рода чувственных иллюзий обнаруживается простым опытом. Гораздо труднее обстоит дело с теми ошибками наблюдений, которые происходят вследствие предвзятых склонностей или представлений, ошибочных исходных установок и других субъективных факторов. Эти трудности возрастают в еще большей степени, когда приходится обращаться к косвенному наблюдению, т.е. делать выводы о свойствах или характеристиках непосредственно невоспринимаемых объектов. Таким образом, достижение объективности результатов наблюдения требует исправления и устранения ряда недостатков и ошибок, связанных как с природной ограниченностью органов чувств человека, так и деятельностью сознания вообще.

Первым необходимым, хотя и недостаточным условием получения объективных данных наблюдения является требование, чтобы эти данные имели не личный, чисто субъективный характер, а могли быть получены и зафиксированы другими наблюдателями. Иначе говоря, наблюдение должно давать результаты, не зависящие от индивидуальных особенностей конкретного субъекта,— они обязаны быть интерсубъективными. Если одни и те же данные будут получены многими наблюдателями, то тем самым возрастает их надежность и правильность.

С этой точки зрения понятно, что непосредственные данные чувственного опыта отдельного субъекта, так называемые *sense data*, имеют небольшую ценность в науке именно потому, что индивидуальные ощущения и восприятия человека не поддаются контролю и проверке, а следовательно, не могут стать подлинной основой для построения научного знания, которое по своему характеру имеет объективный характер. Даже одинаковые результаты, полученные многими наблюдателями, сами по себе не гарантируют их

объективности, ибо ошибки, заблуждения и иллюзии могут быть свойственны разным людям. Вот почему интерсубъективность не тождественна объективности. Объективно истинное знание, как известно, не зависит от сознания и воли ни отдельного человека, ни человечества в целом. Окончательным критерием такой объективности служат опыт и практика, понимаемые в широком смысле, а именно как материальная, общественно-историческая деятельность людей.

При научном подходе к исследованию интерсубъективность служит важным этапом на пути достижения объективно истинного знания. Но в этом случае сами наблюдения тщательно анализируются и корректируются в свете существующих теоретических представлений.

Очень часто в науке для повышения объективности результатов наблюдения (не говоря уже об их точности) используются приборы и регистрирующие устройства.

На первый взгляд может показаться, что замена наблюдателя приборами начисто исключает если не ошибки, то субъективизм в процессе наблюдения. Однако данные, фиксируемые с помощью приборов, сами по себе еще ни о чем не говорят. Они требуют определенной оценки и интерпретации, которая опять-таки осуществляется человеком.

Поэтому-то единственный путь для достижения объективности и точности наблюдений состоит в усилении контроля за их результатами, что достигается с помощью, как материальных средств наблюдения, так и концептуальных.

3.1.2. Непосредственные и косвенные наблюдения

Наибольшие трудности в достижении объективных результатов наблюдения встречаются тогда, когда непосредственно наблюдается не сам предмет или процесс, а эффект его взаимодействия с другими предметами и явлениями. Такие наблюдения, получившие название косвенных или опосредованных, играют все более важную роль в современной науке. Действительно, объекты и процессы, которые исследуют современная атомная и ядерная физика, квантовая химия и молекулярная биология непосредственно не наблюдаемы ни с помощью органов чувств, ни с помощью приборов. Но они могут стать наблюдаемыми, если исследовать результаты их взаимодействия с другими объектами и процессами.

Однако в этом случае мы фактически непосредственно наблюдаем не сами микрообъекты и процессы, а только результаты их воздействия на другие объекты и явления, в частности те, на которых основано действие того или иного прибора или измерительного устройства. Так, в камере Вильсона, предназначенной для исследования свойств заряженных частиц, о свойствах этих частиц мы судим косвенно по таким видимым проявлениям, как образование треков, или следов, состоящих из множества капелек жидкости. Они возникают в результате конденсации перенасыщенного пара, содержащегося в камере, как раз в тех центрах, которыми служат ионы, образующиеся вдоль траектории полета заряженных частиц. По своей форме

такие следы очень похожи на туманный след, оставляемый высоко летящим самолетом. Их можно фотографировать и измерять и по этим данным делать соответствующие заключения о свойствах исследуемых частиц. Подобным же образом по изменению зерен на фотопластинках можно изучать потоки космических лучей, α -частиц и других излучений.

Таким образом, во всех этих примерах мы имеем дело не с прямым, непосредственным наблюдением, а с косвенным.

Особенность такого наблюдения состоит в том, что об исследуемых явлениях здесь заключают через восприятие результатов взаимодействия ненаблюдаемых объектов с наблюдаемыми. А такое заключение обязательно основывается на некоторой гипотезе или теории, устанавливающих определенное отношение между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами. Действительно, чтобы судить о свойствах заряженных элементарных частиц по их следам в камере Вильсона или на фотопластинке, необходимо допустить существование закономерной связи между непосредственно ненаблюдаемыми частицами и теми эффектами, которые они вызывают в наблюдаемых объектах и процессах. Подобное допущение, как и всякая гипотеза, нуждается в проверке и подтверждении с помощью точно фиксируемых свидетельств. Такими свидетельствами как раз и служат непосредственно наблюдаемые объекты, явления, а также факты.

Они информируют о том, что эффекты и изменения в наблюдаемых объектах и процессах вызываются некоторыми ненаблюдаемыми объектами. Исследовать свойства и поведение таких ненаблюдаемых объектов мы можем только путем выдвижения гипотез и последующей их критической проверки. В ряде же случаев приходится строить целые системы гипотез, т.е. по сути дела законченные теории.

Следует особо подчеркнуть, что отношение между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами устанавливается вовсе не по произволу или соглашению между исследователями.

Правда, вначале ученый формулирует его в виде догадки или гипотезы, но последняя получает научное значение лишь после того, как будет подтверждена соответствующими фактами, т.е. определенным образом интерпретированными результатами непосредственно наблюдаемых объектов.

Как правило, в науке устанавливают не просто связь между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами и их свойствами, а определенное функциональное отношение между величинами, которые характеризуют эти свойства. Хорошо известно, например, что о величине атмосферного давления в некоторой точке Земли мы судим по высоте столбика ртути в барометре. Такого рода измерения величин ненаблюдаемых с помощью наблюдаемых основывается, конечно, на гипотезе, устанавливающей конкретную функциональную связь между ними.

Так, в случае атмосферного давления предполагают прямую пропорциональную зависимость между величиной Давления и высотой столбика ртути в барометре. Чаще всего зависимость между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми процессами носит более сложный характер, но она

непременно должна быть точно охарактеризована с помощью той или иной математической функции.

Косвенные наблюдения играют всевозрастающую роль в современной науке, особенно в тех ее отраслях, которые исследуют явления, протекающие в отдаленных уголках Вселенной (астрономия), а также процессы, происходящие на субатомном и субмолекулярном уровне (атомная и ядерная физика, квантовая химия, молекулярная биология и некоторые другие). В последнем случае наблюдения, как правило, тесно переплетаются с экспериментом и обязательно требуют интерпретации с помощью теории.

3.1.3. Интерпретация данных наблюдения

Если исходить из буквального значения слова «данные», то может сложиться ложное впечатление, что последние даются наблюдателю в готовом виде. Такое представление в какой-то мере отвечает обыденному пониманию результатов наблюдения, но оно явно не годится для науки. Как правило, в науке данные есть результат долгого, кропотливого и трудного исследования.

Во-первых, поскольку данные получаются отдельными субъектами, то они должны быть очищены от всевозможных наслоений и субъективных впечатлений. Как уже отмечалось, науку интересуют, прежде всего, объективные факты, которые допускают контроль и проверку, в то время как непосредственные чувственные восприятия являются только достоянием отдельного субъекта.

Во-вторых, в качестве данных в науку входят не ощущения и восприятия, а лишь результаты их рациональной переработки, которые представляют собой синтез чувственных восприятий с теоретическими представлениями.

В-третьих, сами данные, прежде чем они войдут в науку, подвергаются значительной обработке и стандартизации. Их обработка осуществляется с точки зрения теоретических представлений, как соответствующей отрасли науки, так и статистической теории ошибок наблюдения. Стандартизация состоит в приведении данных к некоторым стандартным условиям наблюдения (например, температуры и давления). Наконец, уже на этой стадии исследования данные определенным образом систематизируются: составляются таблицы, графики, диаграммы и т.п. Конечно, такая систематизация еще далека от теории, но здесь содержится все, что необходимо для предварительных обобщений и построения эмпирических гипотез.

Зависимость данных наблюдения от теории и необходимость их интерпретации в наибольшей степени проявляется тогда, когда они служат в качестве свидетельств «за» или «против» той или иной гипотезы. Обычно свидетельствами считаются только те данные наблюдения, которые имеют непосредственное отношение к гипотезе и опираются на соответствующую теорию. Почему мы считаем туманный след в камере Вильсона свидетельством в пользу того, что он оставлен заряженной частицей?

Очевидно, потому, что этот результат наблюдения предсказан теорией ионизации. Точно так же отклонение магнитной стрелки, над которой помещен

проводник с током, свидетельствует о том, что по проводнику проходит электрический ток. Этот результат предсказывается теорией электромагнетизма. Подобных примеров можно привести сколько угодно. Все они показывают, что сами по себе данные не могут служить свидетельством «за» или «против» какой-либо гипотезы. Чтобы стать свидетельством, данные должны быть интерпретированы с помощью некоторой теории. Пока нет теории или хотя бы некоторой совокупности знаний полутеоретического характера, нет и свидетельств.

В истории науки было немало примеров, когда некоторые факты или данные длительное время оставались случайными открытиями, пока не была создана теория, сумевшая объяснить их и тем самым способствовавшая их введению в обиход науки. Достаточно упомянуть, например, об открытии еще древними греками свойства янтаря, потертого о сукно, притягивать легчайшие тела (электризация трением) или же магнитного железняка притягивать металлические предметы (естественный магнетизм). Все эти факты вплоть до создания теории электромагнитных явлений сначала в форме механической модели с силовыми линиями, а затем математической теории Максвелла оставались любопытными курьезами природы. Будучи же понятыми на основе теории, они стали той исходной базой, которая послужила фундаментом современной техники.

Таким образом, если в самом общем виде сформулировать отличие научного наблюдения от обыденного восприятия непосредственно окружающих человека предметов и явлений, то оно состоит в значительном усилении в науке роли теории, точности и объективности результатов наблюдения, которые достигаются с помощью специально конструируемых для этой цели материальных средств наблюдения, а также концептуального аппарата, служащего для интерпретации данных наблюдения.

3.1.4. Функции наблюдения в научном исследовании

Наблюдение и эксперимент являются двумя основными формами эмпирического познания, без которых невозможно было бы получить исходную информацию для дальнейших теоретических построений и проверки последних на опыте.

Существенное отличие наблюдения от эксперимента состоит в том, что оно осуществляется без какого-либо изменения изучаемых предметов и явлений и вмешательства наблюдателя в нормальный процесс их протекания.

Эту особенность наблюдения очень ясно отметил известный французский ученый Клод Бернар. «Наблюдение,— писал он, — происходит в естественных условиях, которыми мы не можем распоряжаться». Это, конечно, не означает, что наблюдение — пассивное отражение всего, что попадает в сферу восприятия органов чувств. Как мы уже отмечали, научное наблюдение является целесообразно организованным и избирательным процессом, который направляется и контролируется теорией.

Поэтому речь здесь идет об отсутствии не активности субъекта в целом, а активности практической, направленной на воздействие и изменение исследуемого объекта. Чаще всего мы вынуждены ограничиться наблюдениями и исследовать явления в естественных условиях их протекания потому, что они оказываются недоступными для практического воздействия. Так, например, обстоит дело с большинством астрономических явлений, хотя в последнее десятилетие в связи с широким развертыванием космических исследований и здесь все больше начинает применяться научный эксперимент.

И все же наблюдение с помощью все более совершенных инструментов останется и в будущем важнейшим методом исследования звезд, туманностей и других астрономических объектов нашей Вселенной.

Наблюдение в научном исследовании призвано осуществлять три основные функции.

Первая и важнейшая из них состоит в обеспечении той эмпирической информацией, которая необходима как для постановки новых проблем и выдвижения гипотез, так и для последующей их проверки. Это, конечно, не означает, что до наблюдения или эксперимента ученый не руководствуется никакой идеей, гипотезой или теорией. Напротив, при наблюдениях и поисках новых фактов исследователь обязательно исходит из некоторых теоретических представлений.

Но именно новые факты, и в частности те из них, которые не укладываются в прежние теоретические представления или даже противоречат им, требуют своего объяснения. Для решения возникшей проблемы ученый создает гипотезы или целую теорию, с помощью которых объясняет вновь открытые факты.

Вторая функция наблюдений состоит в проверке таких гипотез и теорий, которую нельзя осуществить с помощью эксперимента. Разумеется, экспериментальное подтверждение или опровержение гипотез предпочтительней, чем неэкспериментальное. Однако там, где невозможно поставить эксперимент, единственными свидетельствами могут служить лишь данные наблюдений. При наблюдениях же, которые сопровождаются точными измерениями, результаты такой проверки могут быть ничуть не худшими, чем экспериментальные, что подтверждается всей историей развития астрономии.

Третья функция наблюдения заключается в том, что в его терминах осуществляется сопоставление результатов, полученных в ходе теоретического исследования, проверяется их адекватность и истинность. При эмпирическом исследовании ученый обращается к теории для того, чтобы целенаправленно вести наблюдения и проводить эксперименты. Однако для дальнейшей разработки теории он вынужден время от времени «сверять» свои понятия, принципы и суждения с данными опыта. Поскольку сопоставление абстрактных положений теории непосредственно с опытом невозможно, то приходится прибегать к различным вспомогательным приемам, среди которых значительную роль играет формулировка эмпирических результатов в терминах наблюдения и «наблюдательного» языка.

3.2. Эксперимент

Характерная особенность эксперимента как специального метода эмпирического исследования заключается в том, что он обеспечивает возможность активного практического воздействия на изучаемые явления и процессы.

Исследователь здесь не ограничивается пассивным наблюдением явлений, а сознательно вмешивается в естественный ход их протекания. Он может осуществить такое вмешательство путем непосредственного воздействия на изучаемый процесс или изменить условия, в которых происходит этот процесс. И в том и другом случае результаты испытания точно фиксируются и контролируются. Таким образом, дополнение простого наблюдения активным воздействием на процесс превращает эксперимент в весьма эффективный метод эмпирического исследования.

Этой эффективности в немалой степени содействует также тесная связь эксперимента с теорией. Идея эксперимента, план его проведения и интерпретация результатов в гораздо большей степени зависят от теории, чем поиски и интерпретация данных наблюдения.

В настоящее время экспериментальный метод считают отличительной особенностью всех наук, имеющих дело с опытом и конкретными фактами. Действительно, огромный прогресс, достигнутый с помощью этого метода в физике и точных науках в последние два столетия, в значительной мере обязан экспериментальному методу в сочетании с точными измерениями и математической обработкой данных.

В физике такой эксперимент систематически начал применять Галилей, хотя отдельные попытки экспериментального исследования встречаются еще в античности и средние века. Галилей начал свои исследования с изучения явлений механики, поскольку именно механическое перемещение тел в пространстве представляет наиболее простую форму движения материи. Однако, несмотря на такую простоту и кажущуюся очевидность свойств механического движения, он столкнулся здесь с рядом трудностей как чисто научного, так и ненаучного характера.

Переход от простого наблюдения явлений в естественных условиях к эксперименту, так же как и дальнейший прогресс в использовании экспериментального метода, в значительной мере связан с увеличением количества и качества приборов и экспериментальных установок.

В настоящее время эти установки, например в физике, принимают подлинно промышленные размеры. Благодаря этому в огромной степени возрастает эффективность экспериментальных исследований, и создаются наилучшие условия для изучения процессов природы в «чистом виде».

Рассмотрим несколько подробнее основные элементы эксперимента и важнейшие их типы, которые используются в современной науке.

3.2.1. Структура и основные виды эксперимента

Любой эксперимент, как уже отмечалось, представляет такой метод эмпирического исследования, при котором ученый воздействует на изучаемый объект с помощью специальных материальных средств (экспериментальных установок и приборов) с целью получения необходимой информации о свойствах и особенностях этих объектов или явлений. Поэтому общая структура эксперимента будет отличаться от наблюдения тем, что в нее кроме объекта исследования и самого исследователя обязательно входят определенные материальные средства воздействия на изучаемый объект. Хотя некоторые из таких средств, например приборы и измерительная техника, используются и при наблюдении, но их назначение совсем иное.

Такие приборы способствуют повышению точности результатов наблюдений, но они, как правило, не служат для непосредственного воздействия на изучаемый объект или процесс.

Значительная часть экспериментальной техники служит либо для прямого воздействия на исследуемый объект, либо для преднамеренного изменения условий, в которых он должен функционировать. В любом случае речь идет об изменении и преобразовании предметов и процессов окружающего мира для лучшего их познания.

В этом смысле экспериментальные установки и приборы в некотором отношении аналогичны орудиям труда в процессе производства. Так же как рабочий с помощью орудий труда воздействует на предметы труда, стремясь придать им необходимую форму, экспериментатор с помощью аппаратов, установок и приборов воздействует на исследуемый объект, чтобы лучше выявить его свойства и характеристики. Даже метод или, лучше сказать, подход к делу у них имеет много общего. И рабочий, и экспериментатор, осуществляя те или иные действия, наблюдают и контролируют их результаты. Соответственно этим результатам они вносят поправки в первоначальные допущения и планы. Но как бы ни важна была эта аналогия, мы не должны забывать, что в процессе труда ставятся и решаются, прежде всего, практические задачи, в то время как эксперимент представляет метод решения познавательных проблем.

В зависимости от целей, предмета исследования, характера используемой экспериментальной техники и других факторов можно построить весьма разветвленную классификацию различных видов экспериментов. Не ставя перед собой задачи дать исчерпывающую характеристику всех типов экспериментов, ограничимся рассмотрением наиболее существенных с методологической точки зрения экспериментов, применяемых в современной науке.

По своей основной цели все эксперименты можно разделить на две группы.

К первой, самой большой группе следует отнести эксперименты, с помощью которых осуществляется эмпирическая проверка той или иной гипотезы или теории.

Меньшую группу составляют так называемые поисковые эксперименты, основное назначение которых состоит не в том, чтобы проверить, верна или нет какая-то гипотеза, а в том, чтобы собрать необходимую эмпирическую информацию для построения или уточнения некоторой догадки или предположения.

По характеру исследуемого объекта можно различать физические, химические, биологические, психологические и социальные эксперименты.

В том случае, когда объектом изучения служит непосредственно реально существующий предмет или процесс, эксперимент можно назвать прямым. Если вместо самого предмета используется некоторая его модель, то эксперимент будет называться модельным. В качестве таких моделей чаще всего используются образцы, макеты, копии оригинального сооружения или устройства, выполненные с соблюдением установленных правил. В модельном эксперименте все операции осуществляются не с самими реальными предметами, а с их моделями. Результаты, полученные при исследовании этих моделей, в дальнейшем экстраполируются на сами предметы. Конечно, такой эксперимент менее эффективен, чем прямой, но в ряде случаев прямой эксперимент нельзя осуществить вообще либо по моральным соображениям, либо в силу чрезвычайной его дороговизны. Вот почему новые модели самолетов, турбин, гидростанций, плотин и тому подобных объектов сначала испытывают на экспериментальных образцах.

В последние годы все более широкое распространение получают так называемые концептуальные модели, которые в логико-математической форме выражают некоторые существенные зависимости реально существующих систем. Используя электронно-вычислительные машины, можно осуществлять весьма успешные эксперименты с такими моделями и получать довольно надежные сведения о поведении реальных систем, которые не допускают ни прямого экспериментирования, ни экспериментирования с помощью материальных моделей.

По методу и результатам исследования все эксперименты можно разделить на качественные и количественные. Как правило, качественные эксперименты предпринимаются для того, чтобы выявить действие тех или иных факторов на исследуемый процесс без установления точной количественной зависимости между ними. Такие эксперименты скорее носят исследовательский, поисковый характер: в лучшем случае с их помощью достигается предварительная проверка и оценка той или иной гипотезы или теории, чем их подтверждение или опровержение.

Количественный эксперимент строится с таким расчетом, чтобы обеспечить точное измерение всех существенных факторов, влияющих на поведение изучаемого объекта или ход процесса. Проведение такого эксперимента требует использования значительного количества регистрирующей и измерительной аппаратуры, а результаты измерений нуждаются в более или менее сложной математической обработке.

В реальной исследовательской практике качественные и количественные эксперименты представляют обычно последовательные этапы в познании

явлений. Они характеризуют степень проникновения в сущность этих явлений и поэтому не могут противопоставляться друг другу. Как только будет раскрыта качественная зависимость изучаемых свойств, параметров и характеристик явления от тех или иных факторов, так сразу же возникает задача по определению количественных зависимостей между ними с помощью той или иной математической функции или уравнения. В конечном итоге количественный эксперимент содействует лучшему раскрытию качественной природы вновь исследуемых явлений. Примером этого могут служить некоторые эксперименты, с помощью которых удалось нащупать и подтвердить важнейшие законы электромагнетизма.

Впервые связь между электричеством и магнетизмом выявил Эрстед (1820г.). Поместив компас вблизи проводника с током, он обнаружил отклонение стрелки компаса. Этот чисто качественный эксперимент в дальнейшем послужил эмпирическим исходным пунктом развития всего учения об электромагнетизме.

Вскоре после этого Ампер осуществил эксперимент, в котором количественно подтвердил идею о существовании поля вокруг проводника с током. В 1821г. Фарадей построил по существу первую экспериментальную модель электромотора.

Наконец, по самому методу осуществления в современной науке часто различают статистические и нестатистические эксперименты. В принципе статистические методы используются при оценке результатов любых экспериментов и даже наблюдений, чтобы повысить их точность и надежность. Различие между статистическими и нестатистическими экспериментами сводится не к использованию статистики вообще, а к способу выражения величин, с которыми имеют дело в эксперименте. Если в нестатистических экспериментах сами исследуемые величины заданы индивидуальным образом, то статистика здесь используется только для оценки результатов исследования.

Во многих же экспериментах в биологии, агрономии, технологии первоначальные величины заданы статистически, и поэтому построение таких экспериментов с самого начала предполагает использование методов статистики и теории вероятностей.

3.2.2. Планирование и построение эксперимента

В процессе научного наблюдения исследователь руководствуется некоторыми гипотезами и теоретическими представлениями о тех или иных фактах. В гораздо большей степени эта зависимость от теории проявляется в эксперименте. Прежде чем поставить эксперимент, надо не только располагать его общей идеей, но и тщательно продумать его план, а также возможные результаты.

Выбор того или иного типа эксперимента, так же как и конкретный план его осуществления, в существенной степени зависит от той научной проблемы, которую ученый намеревается разрешить с помощью опыта. Одно дело, когда эксперимент предназначен для предварительной оценки и проверки гипотезы, и

совсем другое, когда речь идет о количественной проверке той же самой гипотезы.

В первом случае ограничиваются общей, качественной констатацией зависимостей между существенными факторами или свойствами исследуемого процесса, во втором — стремятся количественно выразить эти зависимости, когда осуществление эксперимента требует не только привлечения значительно большего количества регистрирующих и измерительных приборов и средств, но гораздо большей аккуратности и точности в контроле над изучаемыми характеристиками и свойствами. Все это неизбежно должно сказаться на общем плане построения эксперимента.

В еще большей мере планирование эксперимента связано с характером величин, которые приходится оценивать в ходе опыта. В этом отношении гораздо более сложными являются эксперименты, в которых изучаемые величины заданы статистическим образом. К чисто экспериментальным трудностям здесь присоединяются трудности математического характера. Не случайно поэтому в последние годы в математической статистике возникло самостоятельное направление планирования эксперимента, которое ставит своей задачей выяснение закономерностей построения статистических экспериментов, т.е. экспериментов, в которых не только окончательные результаты, но и сам процесс требуют привлечения статистических методов.

Поскольку каждый эксперимент призван решать определенную теоретическую проблему: будь то предварительная оценка гипотезы или ее окончательная проверка, — постольку при его планировании следует учитывать не только наличие той или иной экспериментальной техники, но и уровень развития соответствующей отрасли знания, что особенно важно при выявлении тех факторов, которые считаются существенными для эксперимента.

Все это говорит о том, что план проведения каждого конкретного эксперимента обладает своими специфическими чертами и особенностями. Не существует единого шаблона или схемы, с помощью которых можно было бы строить эксперимент для решения любой проблемы в любой отрасли экспериментальных наук. Самое большее, что можно здесь выявить,— это наметить общую стратегию и дать некоторые общие рекомендации по построению и планированию эксперимента.

Всякий эксперимент начинается с проблемы, которая требует экспериментального разрешения. Чаще всего с помощью эксперимента осуществляется эмпирическая проверка какой-либо гипотезы или теории. Иногда он используется для получения недостающей информации, чтобы уточнить или построить новую гипотезу.

Как только научная проблема точно сформулирована, возникает необходимость выделить факторы, которые оказывают существенное влияние на эксперимент, и факторы, которые можно не принимать во внимание. Так, Галилей в своих экспериментах по изучению законов свободного падения тел не учитывал влияние сопротивления воздуха, неоднородность поля тяжести, не говоря уже о таких факторах, как цвет, температура тел, ибо все они не

оказывают какого-либо существенного влияния на падение тел вблизи земной поверхности, где сопротивление воздуха незначительно, а поле тяжести с достаточной степенью приближения можно считать однородным. Эти факты в настоящее время кажутся чуть ли не очевидными, но во времена Галилея не существовало теории, которая позволяла бы объяснить их.

Если имеется достаточно разработанная теория исследуемых явлений, то выделение существенных факторов достигается сравнительно легко. Когда же исследование только начинается, а область изучаемых явлений совершенно новая, тогда выделить факторы, существенным образом влияющие на процесс, оказывается весьма трудно.

В принципе любой фактор может оказаться важным, поэтому заранее нельзя исключить ни один из них без предварительного обсуждения и проверки. Поскольку такая проверка неизбежно связана с обращением к опыту, возникает трудная проблема отбора именно таких факторов, которые являются существенными для изучаемого процесса. Обычно невозможно фактически проверить все предположения о существенных факторах. Поэтому ученый больше полагается на свой опыт и здравый смысл, но они не гарантируют его от ошибок. Известно, что Роберт Бойль, открывший закон об обратной пропорциональной зависимости между давлением и объемом газа, не считал температуру фактором, существенно влияющим на состояние газа. Впоследствии Жак Шарль и Гей-Люссак установили, что объем газа увеличивается прямо пропорционально его температуре. Кроме того, следует помнить, что фактор, который является несущественным в одном эксперименте, может стать существенным в другом. Если Галилей в своих опытах мог пренебречь сопротивлением воздуха, поскольку имел дело с медленно движущимися телами, то этого нельзя сделать в экспериментах по исследованию быстро движущихся тел, например снаряда или самолета, в особенности если он летит со сверхзвуковой скоростью. Следовательно, само понятие существенного фактора является относительным, ибо оно зависит от задач и условий эксперимента, а также от уровня развития научного знания.

Следующим этапом в осуществлении эксперимента является изменение одних факторов при сохранении других относительно неизменными и постоянными. Пожалуй, в этом наиболее ярко проявляется отличие эксперимента от наблюдения, так как именно возможность создания некоторой искусственной среды позволяет исследователю наблюдать явления «при условиях, обеспечивающих ход процесса в чистом виде». Допустим, известно, что изучаемое явление зависит от некоторого числа существенных свойств или факторов. Чтобы установить роль каждого из них, а также их взаимосвязь друг с другом, надо выбрать сначала два каких-либо свойства. Сохраняя все другие существенные свойства или факторы постоянными, заставляем одно из выбранных свойств изменяться и наблюдаем, как ведет себя другое свойство или фактор. Таким же способом проверяется зависимость между другими свойствами. В результате экспериментально устанавливается зависимость, которая характеризует отношение между исследуемыми свойствами явления.

После обработки данных эксперимента эта зависимость может быть представлена в виде некоторой математической формулы или уравнения.

В качестве наглядной иллюстрации рассмотрим, как эмпирически были открыты законы, описывающие состояние идеального газа. Первый газовый закон был открыт Бойлем в 1660г. Он полагал, что температура не оказывает какого-либо существенного влияния на состояние газа. Поэтому в его эксперименте этот фактор не фигурировал.

Поддерживая температуру постоянной, можно убедиться в справедливости закона, установленного Бойлем: объем данной массы газа обратно пропорционален давлению. Поддерживая постоянным давление, можно поставить эксперимент, чтобы выяснить, как влияет повышение температуры газа на его объем. Впервые такие измерения были осуществлены французским физиком Ж. Шарлем, однако полученные им результаты не были опубликованы. Полтора века спустя английский химик Джон Дальтон провел эксперименты с различными газами и убедился, что при постоянном давлении они расширяются при нагревании (хотя полагал, что их способность расширяться должна уменьшаться с повышением температуры).

Значение экспериментов Дальтона состоит не столько в точности выводов, сколько в доказательстве того, что с повышением температуры состав газа не влияет на его расширение.

Гей-Люссак, восстановивший приоритет Шарля, много сделал для установления точной количественной зависимости между температурой и объемом газа. Он нашел, что для так называемых постоянных газов увеличение объема каждого из них в пределах от температуры таяния льда до температуры кипения воды равно $100/26666$ первоначального объема. После того как были найдены, и экспериментально проверены частные эмпирические законы, выражающие связь между давлением и объемом, объемом и температурой газа, можно было сформулировать более общий закон, характеризующий состояние любого идеального газа. Этот закон гласит, что произведение давления на объем газа равно произведению температуры на некоторую величину R , которая зависит от количества, взятого газа: $PV=RT$,

где P обозначает давление, V — объем, T — температуру газа.

Подобное обобщение эмпирических законов не дает возможности открывать более сложные и глубокие теоретические законы, с помощью которых могут быть объяснены эмпирические законы. Однако описанный метод экспериментального установления зависимостей между существенными факторами исследуемого процесса служит важнейшей предварительной ступенью в познании новых явлений.

Если в планировании эксперимента предусматривается только выявление существенных факторов, влияющих на процесс, то такого рода эксперименты часто называют факторными. В большинстве случаев, в особенности в точном естествознании, стремятся не только выявить существенные факторы, но и установить формы количественной зависимости между ними: последовательно определяют, как с изменением одного фактора или величины соответственно изменяется другой фактор. Иными словами, в основе указанных экспериментов

лежит идея о функциональной зависимости между некоторыми существенными факторами исследуемых явлений. Такие эксперименты получили название функциональных.

Однако какой бы эксперимент ни планировался, его проведение требует точного учета тех изменений, которые экспериментатор вносит в изучаемый процесс. Это требует тщательного контроля, как объекта исследования, так и средств наблюдения и измерения.

3.2.3. Контроль эксперимента

Большая часть экспериментальной техники служит для контроля тех факторов, характеристик или свойств, которые по тем или иным причинам считаются существенными для исследуемого процесса. Без такого контроля нельзя было бы достичь цели эксперимента. Техника, которая используется в эксперименте, должна быть не только практически проверена, но и теоретически обоснована.

Однако прежде чем говорить о теоретическом обосновании, надо убедиться в практической осуществимости эксперимента.

Даже в том случае, когда Опытная установка успешно функционирует, ее работа, и в особенности результаты, может зависеть от самых разных причин. Поэтому прежде чем приступить к эксперименту, исследователь стремится объяснить функционирование будущей экспериментальной установки с помощью уже известной и хорошо подтвержденной теории.

Если эксперимент должен служить критерием истинности научного знания, то вполне естественно, что он должен опираться только на хорошо проверенное и надежное знание, истинность которого установлена вне рамок данного эксперимента.

Точно так же обстоит дело с новой экспериментальной техникой. Кроме теоретического обоснования её надежность следует проверять с помощью других методов. Например, техника использования так называемых меченых атомов в биологии и радиоактивных изотопов в различных отраслях науки и техники в существенной степени опирается на сопоставление результатов, полученных с помощью указанной техники, с данными, полученными другим способом. Известно, что результаты определения времени существования тех или иных органических отложений в Земле, возраста горных пород с помощью техники радиоизотопов (в частности, изотопа углерода C^{14}) контролировались уже проверенными методами (астрономическими, биологическими, хрониками и т.д.).

Однако, как бы ни была важна проверка технической стороны опыта, она не исчерпывает существа контроля при планировании и проведении эксперимента. Чтобы точно определить изменения, которые происходят в процессе эксперимента, очень часто наряду с экспериментальной группой используют еще так называемую контрольную группу. Там, где не происходит заметных индивидуальных изменений, в качестве контрольной группы или системы может служить сам исследуемый объект. Например, для определения

изменения механических свойств металла от воздействия токов высокой частоты достаточно исчерпывающим образом описать эти свойства до и после эксперимента.

Первоначальные свойства металла можно при этом рассматривать как свойства контрольной системы, с помощью которых можно судить о результатах воздействия на металл в процессе эксперимента.

Все воздействия и изменения совершаются над экспериментальной группой, а о результатах этих воздействий судят, сравнивая с контрольной группой. Так, чтобы проверить эффективность нового лекарства, точно выяснить все положительные и отрицательные факторы, вызванные им, необходимо всех подопытных животных разделить на две группы: экспериментальную и контрольную. То же самое делают при экспериментальной проверке прививок против инфекционных заболеваний.

Во всех случаях, когда по условиям исследования требуется образовать экспериментальную и контрольную группы, необходимо добиваться того, чтобы они были как можно более однородными. В противном случае результаты эксперимента могут оказаться не вполне надежными и даже весьма сомнительными. Самый простой способ достижения такой однородности состоит в попарном сравнении индивидуумов экспериментальной и контрольной групп. Для больших групп такой способ оказывается малоприменимым. Поэтому в настоящее время чаще всего прибегают к статистическим методам контроля, при использовании которых учитываются общие, статистические характеристики сравниваемых групп, не индивидуальные их особенности.

В качестве статистических критериев контроля нередко выбирают контроль распределений. Распределения характеризуют, как часто или с какой вероятностью та или иная случайная, величина принимает какое-либо из возможных ее значений. Путем сравнения функций распределения можно достичь большей или меньшей степени однородности экспериментальной и контрольной групп.

Однако как при индивидуальной, так и статистической оценке этих групп всегда сохраняется возможность предвзятого выбора индивидуумов. Чтобы исключить такую возможность, при планировании эксперимента прибегают к методу рандомизации, цель которого — обеспечить равновероятность выбора любого индивидуума из имеющейся совокупности. Техника такого выбора может быть самой различной, но она должна способствовать достижению главной цели — построению однородных групп (экспериментальной и контрольной) из совокупности, подлежащей исследованию.

3.2.4. Интерпретация результатов эксперимента

Зависимость эксперимента от теории сказывается не только при планировании, но в еще большей степени при истолковании его результатов.

Во-первых, результаты любого эксперимента нуждаются в статистическом анализе, чтобы исключить возможные систематические ошибки. Такой анализ

становится особенно необходимым при осуществлении экспериментов, в которых исследуемые факторы или величины заданы не индивидуальным, а статистическим образом. Но даже при индивидуальном задании, как правило, производят множество различных измерений, чтобы исключить возможные ошибки. В принципе статистическая обработка результатов эксперимента, в котором исследуемые величины заданы индивидуально, ничем не отличается от обработки данных наблюдения. Гораздо большие трудности возникают при анализе статистических экспериментов.

Прежде всего, здесь приходится устанавливать и оценивать различие между экспериментальной и контрольной группами. Иногда разница между ними может быть вызвана случайными, неконтролируемыми факторами.

Поэтому возникает задача определения и статистической проверки разницы между экспериментальной и контрольной группами. Если эта разница превышает некоторый минимум, то это служит показателем того, что между величинами, изучаемыми в данном эксперименте, существует некоторая реальная связь. Нахождение конкретной формы этой взаимосвязи представляет цель дальнейшего исследования.

Во-вторых, результаты эксперимента, подвергшиеся статистической обработке, могут быть по-настоящему поняты и оценены только в рамках теоретических представлений соответствующей отрасли научного знания. При всей тонкости и сложности современных статистических методов с их помощью в лучшем случае может быть нащупана или угадана некоторая гипотеза о реальной взаимосвязи исследуемых факторов или величин. С помощью методов корреляционного анализа можно, например, оценить степень зависимости или соотношения одной величины от другой, но такой анализ не может раскрыть конкретную форму или тип функциональной связи между ними, т.е. закон, управляющий этими явлениями. Вот почему истолкование результатов экспериментального исследования приобретает такое важное значение для понимания и объяснения этих результатов.

При интерпретации данных эксперимента исследователь может встретиться с двумя альтернативами.

Во-первых, он может объяснить эти результаты в терминах уже известных теорий или гипотез. В этом случае его задача сводится к проверке или перепроверке наличного знания. Поскольку такая проверка состоит в сопоставлении утверждений, выражающих данные эксперимента, с выводами теории, то возникает необходимость в получении таких логических следствий из теории, которые допускают эмпирическую проверку. Это неизбежно связано с интерпретацией, по крайней мере, некоторых понятий и утверждений теории.

Во-вторых, в ряде случаев ученый не располагает готовой теорией или даже более или менее обоснованной гипотезой, с помощью которых он смог бы объяснить данные своего эксперимента. Иногда такого рода эксперименты даже противоречат тем теоретическим представлениям, которые господствуют в той или иной отрасли науки.

Об этом свидетельствуют многочисленные экспериментальные результаты, полученные в физике в конце XIX— начале XX в., которые упрямо

не укладывались в рамки старых, классических представлений. В 1900г. Макс Планк, убедившись в невозможности классическими методами объяснить экспериментальные данные, относящиеся к свойствам теплового излучения, предложил свою интерпретацию в терминах конечных квантов энергии.

Эта интерпретация помогла впоследствии объяснить особенности фотоэлектрического эффекта, эксперименты Франка и Герца, эффекты Комптона и Штерна—Герлаха и многие другие опыты.

Конечно, не всякая новая интерпретация экспериментальных данных приводит к революционным изменениям в науке. Однако любая интерпретация предъявляет серьезные требования к существующим теориям, начиная от пересмотра и модификации некоторых их элементов и кончая радикальным пересмотром исходных принципов и постулатов.

3.2.5. Функции эксперимента в научном исследовании

Преимущество эксперимента над наблюдением состоит, прежде всего, в том, что он дает возможность активно и целенаправленно исследовать интересующие науку явления. Ученый может по своему желанию изучать эти явления в самых различных условиях их протекания, усложнять или упрощать ситуации, строго контролируя при этом ход и результаты процесса. Часто эксперимент уподобляют вопросу, обращенному к природе. Хотя такой метафорический способ выражения и не свободен от недостатков, тем не менее, он очень удачно схватывает основную цель эксперимента — давать ответы на наши вопросы, проверять идеи, гипотезы и теории относительно свойств и закономерностей протекания тех или иных процессов в природе. В обычных условиях эти процессы крайне сложны и запутаны, не поддаются точному контролю и управлению. Поэтому и возникает задача организации такого их исследования, при котором можно было бы проследить ход процесса «в чистом» виде.

В этих целях в эксперименте отделяют существенные факторы от несущественных и тем самым значительно упрощают ситуацию. Хотя такое упрощение и отдаляет нас от действительности, но в конечном итоге оно способствует более глубокому пониманию явлений и возможности контроля немногих существенных для данного процесса факторов или величин. В этом отношении эксперимент гораздо ближе стоит к теоретической модели, чем наблюдение. При экспериментировании исследователь сосредоточивает внимание на изучении лишь наиболее важных сторон и особенностей процессов, стараясь свести к минимуму возмущающее действие второстепенных факторов. Отсюда напрашивается естественная аналогия между экспериментом и абстрагированием.

Подобно тому, как при абстрагировании мы отвлекаемся от всех несущественных моментов, свойств и особенностей явлений, яри экспериментировании стремятся выделить и изучить те свойства и факторы, которые детерминируют данный процесс. И в том и другом случае исследователь ставит задачу — изучить ход процесса «в чистом виде», и

поэтому не принимает в расчет множество дополнительных факторов и обстоятельств.

Но, пожалуй, больше чем в другой аналогии, здесь приходится считаться с важными различиями принципиального характера. Во-первых, всякое абстрагирование представляет способ мысленного выделения существенных свойств и особенностей исследуемого, явления, в то время как при экспериментировании с помощью специальных средств и приборов создают искусственную среду, которая даст возможность анализировать явления в условиях, более или менее свободных от возмущающего влияния второстепенных факторов. Конечно, в сравнении с возможностями мысленного отвлечения возможности фактической изоляции явлений в условиях эксперимента представляются более скромными. Во-вторых, в реальной практике научного исследования абстрагирование всегда предшествует эксперименту. Прежде чем поставить эксперимент, ученый должен исходить из некоторой гипотезы или просто догадки о том, какие свойства или факторы в изучаемом явлении считать существенными, а какие можно не принимать во внимание. Все это показывает, что абстрагирование и эксперимент относятся к качественно различным методам исследования и решают свои, специфические задачи.

К числу важнейших проблем, которые требуют привлечения экспериментального метода, относится, прежде всего, опытная проверка гипотез и теорий. Это самая известная и наиболее существенная функция эксперимента в научном исследовании, которая служит показателем зрелости самого метода. Ни в античности, ни в средние века не было эксперимента в точном смысле этого слова, так как там целью опытов скорее был сбор данных, чем проверка идей.

Галилей, решительно порвавший с натурфилософскими и схоластическими традициями прежней физики, впервые систематически стал проверять свои гипотезы с помощью эксперимента. Огромные успехи в развитии механики в Новое время были связаны с тем, что разработка новых ее гипотез и теорий шла рука об руку с их экспериментальной проверкой. Постепенно такой метод проверки новых гипотез и теорий проник во все отрасли естествознания, а в наше время успешно используется и в ряде социальных наук.

Не менее ценную роль эксперимент играет при формировании новых гипотез и теоретических представлений. Эвристическая функция эксперимента при создании гипотез состоит в том, чтобы использовать опыт для уточнения и исправления первоначальных допущений и догадок. В то время как при проверке исследователь располагает готовой гипотезой и стремится с помощью эксперимента либо подтвердить, либо опровергнуть ее, при выдвижении и обосновании новых гипотез ему часто не хватает дополнительной эмпирической информации. Поэтому он вынужден обращаться к эксперименту, в том числе к модельному и мысленному, чтобы откорректировать свои первоначальные допущения. Обычно поисковый и проверочный эксперименты осуществляются одновременно.

В ходе исследования ученый не только уточняет свою первоначальную догадку и доводит ее до уровня научной гипотезы, но одновременно проверяет эту гипотезу сначала по частям, а затем и целиком.

Какой бы эксперимент, однако, ни осуществлялся, он всегда служит лишь определенным звеном в общей цепи научного исследования. Поэтому его нельзя рассматривать как самоцель и тем более противопоставлять теории.

Если эксперимент ставит вопрос природе, то такой вопрос может возникнуть лишь в сфере идей и при достаточно высоком уровне развития теоретического знания.

Как уже отмечалось, сам план проведения эксперимента, интерпретация его результатов требуют обращения к теории. Без теории и её руководящих идей невозможно никакое научное экспериментирование.

На первый взгляд может показаться, что такое подчеркивание значения теории для эксперимента и эмпирического познания вообще противоречит известному тезису о последовательности этапов процесса познания. В действительности тезис о движении познания от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике дает общую историческую картину процесса, выясняет генетическую связь между эмпирической и рациональной ступенями познания.

В реальной практике научного исследования эти ступени выступают во взаимодействии и единстве. Бесспорно, что теоретические представления всегда основываются на каких-то эмпирических данных или фактах.

В конечном счете, все знание опирается на опыт, эксперимент, практику. Однако само эмпирическое познание, особенно в науке, отталкивается от существующих теоретических представлений. Такое взаимодействие между теорией и эмпирией с особой наглядностью проявляется на примере эксперимента. Вот почему в научном исследовании меньше всего можно говорить о независимости различных методов и ступеней познания, а тем более об их противопоставлении друг другу. Наоборот, только учет их диалектической взаимосвязи и взаимодействия дает возможность правильно понять не только весь процесс исследования в Целом, но и отдельные его этапы и методы.

За четыре века существования экспериментальный метод продемонстрировал свою высокую эффективность как важнейший способ эмпирического исследования. Эта эффективность возростала, по мере усложнения экспериментальной техники и степени зрелости теоретической мысли. От простейших опытов, представляющих по сути дела усложненные наблюдения, до создания индустриальных установок для ускорения заряженных частиц, получения высоких и сверхвысоких температур и давлений, мощных радиотелескопов и космических лабораторий — вот тот гигантский скачок, который характеризует развитие экспериментальной техники. Индустриальный характер современного физического эксперимента и сложность его техники делают необходимым создание больших коллективов исследователей. Важным достоинством коллективных методов научной работы является то, что они помогают преодолевать односторонность и субъективизм

как в оценке перспективности тех или иных направлений, так и в интерпретации полученных результатов.

Возникает вопрос: если экспериментальный метод является столь эффективным методом эмпирического исследования, то почему он не применяется во всех науках?

Главным условием успешного применения экспериментального метода в той или иной науке является принципиальная возможность активной, преобразующей деятельности исследователя с изучаемым объектом. Действительно, наибольший успех, достигнутый с помощью этого метода, относится главным образом к физике и химии, где легче всего можно вмешиваться в ход исследуемых процессов.

В некоторых науках ученые объективно не могут воздействовать на изучаемые процессы. Так, в астрономии, несмотря на большой успех космических исследований, они часто вынуждены ограничиваться наблюдениями за небесными телами. То же самое следует сказать о геологии и некоторых других науках. Такие науки хотя и используют эмпирические методы (например, наблюдения и измерения), но не относятся к наукам экспериментальным.

В наиболее развитых экспериментальных науках и наблюдения и опыты сопровождаются тщательными измерениями исследуемых величин. Хотя техника измерений и их специальная методика может быть весьма различной, все же существуют некоторые общие принципы, правила и приемы измерений, которыми руководствуется любой ученый в процессе исследования.

3.3. Измерения

Под измерением обычно понимают процесс нахождения отношения данной величины к другой однородной величине, принятой за единицу измерения. Результат измерения выражается некоторым числом, и благодаря этому становится возможным подвергнуть эти результаты математической обработке. Однако в отдельных случаях измерением называют всякий способ приписывания чисел изучаемым объектам и их свойствам в соответствии с некоторыми правилами. С таким взглядом чаще всего приходится встречаться в тех науках, где большей частью ограничиваются лишь сравнением исследуемых свойств по их интенсивности (эмпирическая социология, психология и другие гуманитарные науки).

Всякий раз, когда удастся упорядочить то или иное свойство по степени его интенсивности с помощью отношений «больше», «меньше» или «равно», можно установить определенное соответствие между степенями этого свойства и некоторыми числами. Такой способ квантификации свойств используется во всех тех случаях, когда оказывается трудным или невозможным провести непосредственные измерения. Так, например, в минералогии широко используется шкала Мооса для определения сравнительной твердости минералов. Один минерал считается более твердым, если он оставляет на другом царапину. Чем тверже минерал, тем большее число ему соответствует

на шкале Мооса: если твердость талька оценивается 1, то твердости алмаза соответствует 10.

Ясно, однако, что в данном случае приписывание чисел в известной мере произвольно. С равным успехом мы могли бы, оценить твердость талька 10, тогда соответственно изменилась бы степень твердости алмаза. Но главное состоит не в этом. Поскольку числа, характеризующее степень интенсивности свойства, выбираются более или менее произвольно, то с ними нельзя производить обычных арифметических действий. А это значительно затрудняет применение математических методов для обработки результатов эмпирического исследования.

Вот почему в точном естествознании не ограничиваются простым сравнением свойств в терминах «больше», «меньше» или «равно», а пытаются выразить их величину с помощью определенного числа. Но, в этом случае приходится уже использовать специальную измерительную технику, чтобы выразить степень интенсивности исследуемого свойства не произвольно взятым, а точно определенным числом.

Из всего вышесказанного нетрудно понять, что измерение представляет довольно развитый этап количественного исследования явлений. Прежде чем люди научились измерять величины, они должны были уметь сравнивать различные свойства и их степени между собой, а еще раньше этого — овладеть техникой счета. Поэтому вряд ли целесообразно называть измерением всякий способ квантификации свойств и величин по степени их интенсивности. В действительности подобное сравнение представляет лишь один из этапов количественного анализа вообще и измерения в особенности.

Чтобы получить более полное представление об этом анализе необходимо предварительно познакомиться с теми видами понятий, которые служат основой последующего процесса измерения. С интересующей нас точки зрения все научные понятия могут быть разбиты на три больших класса: 1) классификационные, 2) сравнительные и 3) количественные.

Как показывает само их название, классификационные понятия отображают те или иные классы объектов или явлений. На базе таких понятий по существу и строятся различные научные классификации: растений — в ботанике, животных — в зоологии, минералов — в минералогии и т.д. Выделяя существенные признаки этих классов, классификационные понятия дают возможность отличать один класс от другого и поэтому, прежде всего, характеризуют их качественную природу. Вот почему они часто называются также качественными понятиями.

Но даже к таким понятиям возможно применить простейшие количественные методы анализа, в частности определить число элементов класса.

Сейчас всякий грамотный человек определяет количество элементов какого-либо класса вещей с помощью целых положительных, или натуральных чисел. Однако, как показывает история культуры, было время, когда люди не имели никакого представления об отвлеченных числах и тем не менее по-своему справлялись со счетом небольших совокупностей вещей. Операция

счета по сути дела представляет процесс установления взаимно-однозначного соответствия между множеством сосчитываемых предметов и некоторым «эталонным» множеством.

Если на заре цивилизации в качестве такого «эталона» выбиралась пальцы рук и ног самого человека, затем камушки, ракушки и тому подобные предметы, то впоследствии люди постепенно осознали необходимость введения отвлеченных чисел. Эти числа и начинают в дальнейшем выступать в качестве абстрактного «эталона», пользуясь которым люди считают те или иные совокупности предметов.

С помощью натуральных чисел определяется количество элементов конечных классов или множеств. Иногда это множество может оказаться пустым. В этом случае ему приписывается число ноль, характеризующее отсутствие элементов в классе. Не все множества, изучаемые в науке, являются конечными. В теоретическом естествознании нередко приходится рассматривать и множества бесконечные. Не говоря уже об астрономии и космологии, где постоянно обсуждаются проблемы, связанные с бесконечностью Вселенной, даже в физике, химии, молекулярной биологии бесконечные множества (например, всех потенциально допустимых уровней энергии атома) служат важным инструментом исследования закономерностей природы.

Для количественной характеристики таких бесконечных множеств вводятся особые трансфинитные числа (от транс... и лат. *finitus* – ограниченный - обобщенные порядковые числа), которые образуются по аналогии с обычными натуральными числами. Располагая трансфинитными числами, мы можем сравнивать различные бесконечные множества между собой. Существенным отличием трансфинитных чисел от обычных является резкое разграничение между кардинальными (количественными) и ординальными (порядковыми) трансфинитными числами. По-видимому, исторически люди также различали порядковые и количественные натуральные числа, но так как по математической структуре они совершенно эквивалентны, то впоследствии это различие отошло на второй план. Однако в процессе измерения переменных величин мы оперируем фактически с порядковыми числами, да и сам счёт в сущности представляет определенную последовательность операций, в ходе которой мы по порядку называем натуральные числа, начиная с 1 и кончая тем числом, которым завершается счет. Но как бы ни трактовать природу натуральных чисел, одно несомненно: счёт представляет необходимую предпосылку для измерения.

Прежде чем измерять, надо научиться считать.

Следующим этапом количественного анализа исследуемых свойств является их сравнение по степени интенсивности проявления того или иного свойства в том или ином предмете. Именно в процессе такого сравнения и сформировались те понятия, посредством которых выражается отношение между различными предметами по некоторому присущему им свойству. Такие понятия дают возможность определить, в каком отношении находится степень интенсивности некоторого свойства в различных предметах или в том же самом

предмете, но в разные периоды времени. Если обозначить некоторое свойство через M , то различные отношения, которые могут существовать между предметами, обладающими этим свойством, легко выражаются в виде следующих математических утверждений:

$$\begin{aligned} M(a) > M(b), \\ M(a) < M(b), \\ M(a) = M(b). \end{aligned}$$

Так, например, один минерал может быть тверже или мягче другого или быть одинаковой с ним твердости. Температура того же самого тела в разные периоды времени может быть то больше, то меньше или оставаться постоянной. Такие сравнительные понятия встречаются и в повседневной жизни, и в науке. По своему месту в познании они занимают промежуточное положение между классификационными и количественными понятиями.

В отличие от первых они дают более точную информацию об интересующем нас явлении или свойстве. В то время как классификационное понятие, например твердости, делит все тела на твердые и мягкие, соответствующее сравнительное понятие оценивает степень этого свойства в терминах «больше», «меньше» или «равно». Иначе говоря, вместо простого дихотомического деления изучаемых свойств на два класса сравнительное понятие устанавливает топологическое отношение между ними, т. е. место, занимаемое разными степенями интенсивности свойства в некоторой упорядоченной шкале. Так, мы видели на примере шкалы Мооса, что по степени твердости минералы можно расположить в определенном порядке, при котором большей твердости будет соответствовать и большее число.

Обнаружение определенного порядка в степени возрастания или убывания какого-либо свойства дает возможность сравнивать степени его проявления с помощью отношений «больше», «меньше» или «равно». Поэтому о таком свойстве мы с полным правом можем говорить как о величине, хотя нередко под величиной понимают только такие свойства, степень проявления которых можно выразить числом. Однако при таком подходе слишком сужается класс величин, с которыми фактически имеет дело наука.

Главная трудность, с которой приходится встречаться при измерении величин, состоит в том, чтобы найти соответствующие процедуры измерения и единицы для сравнения. Проще всего такие единицы и процедуры устанавливаются в науках, изучающих неорганическую природу. В науках о живой природе сделать это значительно трудней, а там, где приходится учитывать чувства, ощущения, мысли и мнения людей, измерение кажется в принципе невозможным.

«Надо помнить, — писал в 30-е годы акад. Д.Н.Крылов, — что есть множество «величин», т. е. того, к чему приложимы понятия «больше» и «меньше», но величин, точно не измеряемых, например: ум и глупость, красота и безобразие, храбрость и трусость, находчивость и тупость и т.д. Для измерения этих величин нет единиц, эти величины не могут быть выражены

числами, — они не составляют предмета математики». Действительно, все указанные величины нельзя оценить точно определенным числом. Противопоставляя их величинам, точно измеряемым, А.Н.Крылов хотел подчеркнуть значение численных, метрических методов в математике.

Между тем противники количественных методов исследования обычно ссылаются на подобного рода понятия психологии, этики и других гуманитарных наук, заявляя о принципиальной невозможности применения к ним понятий и методов математики. Но являются ли такого рода ссылки достаточно убедительными? Разумеется, никто не будет спорить с тем, что численные методы математики не нашли такого широкого применения в науках гуманитарных, как в естественных. И трудности здесь, действительно, существуют. Прежде чем ввести количественные понятия, надо попытаться установить для величин, встречающихся в таких науках, упорядоченную шкалу значений. Так, можно говорить о большей или меньшей степени чувства, ума, красоты и т.п., но кажется крайне искусственным оценивать эти понятия числом. Но это вовсе не значит, что к таким понятиям сравнительного характера не могут быть применены неметрические методы современной математики. И теория множеств, и в особенности теория отношений позволяют раскрыть логическую структуру сравнительных понятий, которая оказывается сложнее структуры классификационных понятий. В самом деле, даже отношение эквивалентности между величинами характеризуется такими логическими свойствами, как рефлексивность, симметричность и транзитивность. Так, если два тела являются эквивалентными по тяжести или весу, тогда они уравнивают друг друга. Свойство рефлексивности выражает тот очевидный факт, что любое тело остается равным себе по тяжести. Симметричность характеризует обратимость отношения эквивалентности. Действительно, если мы поменяем местами два равных по тяжести тела, то весы будут по-прежнему оставаться в равновесии.

Наконец, свойство транзитивности дает возможность переходить от одних эквивалентных отношений к другим.

Если одно тело уравнивает другое, а это в свою очередь — третье тело, тогда первое тело будет также уравнивать третье. Эти свойства, кажущиеся нам весьма привычными, на самом деле играют существенную роль не только при анализе отношения эквивалентности, но и при характеристике процесса измерения. Если обозначить разные по другим физическим свойствам (кроме исследуемого общего им свойства) тела латинскими буквами x , y и z , то символически свойства отношения эквивалентности могут быть представлены так:

- 1) xRx (рефлексивность),
- 2) $xRy \rightarrow yRx$ (симметричность),
- 3) $[(xRy) \& (yRz)] \rightarrow xRz$ (транзитивность),

где R обозначает отношение эквивалентности, $\&$ — знак конъюнкции, а $>$ — импликации, или логического следования.

Структура других отношений, например отношения «больше» или «меньше», не обладает свойствами симметричности и рефлексивности, хотя по-прежнему сохраняет свойство транзитивности. Действительно, если одно тело тяжелее другого по весу, тогда второе тело, конечно, легче первого, поэтому симметричность отношения здесь не сохраняется. Рассмотренные выше свойства отношений эквивалентности и неравенства неявно используются в любом процессе измерения.

Все это показывает, что сравнительные понятия хотя и являются менее точными, но все же служат основой для образования количественных понятий как генетически, так и логически. Как свидетельствует история науки, прежде чем прийти к точным количественным понятиям, естествознание часто довольствовалось более слабыми сравнительными понятиями. Было время, когда температуру различных тел можно было описывать с помощью таких терминов, как «более нагретое или теплое тело», «менее теплое» и т.п. Эта неопределенность в значительной мере обусловлена тем, что без термометра установить степень нагретости тела очень трудно. Одному человеку кажется, что данное тело теплее, чем другое, второму представляется правильным обратное.

И даже у одного и того же лица под влиянием различных факторов тепловые ощущения могут меняться. После изобретения термометра и установления точной процедуры для измерения температуры был найден объективный способ численной оценки этой физической величины.

Такие же объективные способы измерения наука ищет и для исследования других свойств и величин, в том числе таких сложных, как психические. В этой связи следует упомянуть известный закон Вебера—Фехнера, который устанавливает зависимость интенсивности ощущения от соответствующих факторов внешней среды, например ощущения от давления на кожу различных грузов. Чтобы установить этот закон, необходимо было построить упорядоченную шкалу значений интенсивностей ощущений. Обнаружение упорядоченного характера интенсивности свойства часто свидетельствует о возможности дальнейшего его измерения.

Наиболее простой является процедура измерения так называемых экстенсивных величин, к которым относятся, например, такие основные физические величины, как длина, масса, время. Характерная особенность таких величин состоит в том, что при некотором объединении двух тел значение получающейся экстенсивной величины будет равняться арифметической сумме величин отдельных тел. Так, например, чтобы узнать вес двух тел, мы кладем оба тела на чашу весов и убеждаемся в том, что этот вес равен сумме весов отдельных тел. Подобно этому длина, площадь, объем, электрический заряд, энергия будут экстенсивными величинами, так как совокупное значение этих величин получается путем сложения численных значений отдельных величин. При этом сама физическая операция объединения двух тел a и b , обладающих

определенными значениями $M(a)$ и $M(b)$ некоторой величины M , может быть весьма различной.

Так, при взвешивании тела ставятся на одну чашу весов, при измерении длины твердые тела совмещаются концами своих ребер и т.д.

Если обозначить специфическую операцию объединения двух тел кружочком, тогда совокупное значение величины M , получающееся в результате указанной операции, будет равно арифметической сумме численных значений величин обоих тел:

$$M(a \circ b) = M(a) + M(b).$$

Величины такого рода часто называют также аддитивными, так как их совокупное значение получается путем суммирования значений отдельных величин. При этом следует иметь в виду, что арифметически складываются не сами величины, а их численные значения. Величины же могут лишь объединяться или соединяться посредством некоторой специфической операции, будь то соединение длин отрезков, объемов тел, сопротивлений проводников или даже помещение тел рядом на чаше весов.

Чтобы убедиться в том, что данная величина удовлетворяет принципу аддитивности, необходимо эмпирически найти такую операцию соединения двух или нескольких тел, соответствующие величины которых в сумме будут равны совокупному значению величины, полученной в результате соединения тел. Так, например, если взять последовательное соединение проводников, то общее сопротивление в такой цепи будет равно сумме сопротивлений отдельных ее элементов. Поэтому указанная операция будет подчиняться принципу аддитивности.

Если же проводники соединены параллельно, то полное сопротивление в цепи не будет равно сумме сопротивлений отдельных проводников и, следовательно, сама операция не будет аддитивной, хотя величина, обратная сопротивлению, т. е. проводимость цепи при параллельном соединении, будет аддитивной, в то время как при последовательном соединении — неаддитивной.

Эти примеры показывают, что аддитивный или неаддитивный характер величины нередко зависит от специфики той операции, посредством которой происходит соединение двух или нескольких тел.

В огромном большинстве случаев все экстенсивные величины подчиняются принципу аддитивности. В противоположность этому неэкстенсивные, или интенсивные, величины не удовлетворяют этому принципу. Например, если смешать два объема воды с температурой в 40 и 60 градусов, то в результате их общая температура не будет равна 100 градусам.

Самое существенное отличие интенсивных величин от экстенсивных состоит в том, что они характеризуют не индивидуальные, а коллективные, статистические свойства объектов. Как известно, температура представляет статистическое свойство огромного числа хаотически движущихся молекул тела. Поэтому и величина, измеряющая это свойство, относится не к отдельной

молекуле, а ко всей их совокупности в целом. Другими словами, если экстенсивное свойство относится к любому объекту некоторой однородной системы, то интенсивное не распределяется между составляющими ее объектами. Оно выражает характеристику целого коллектива. Это обстоятельство значительно затрудняет процесс измерения интенсивных величин.

В принципе любой процесс измерения состоит в установлении взаимно-однозначного соответствия между величиной и некоторым множеством чисел. Это соответствие описывается с помощью точных правил, которые называются правилами измерения. Чем сложнее величина, тем в большем количестве правил измерения мы нуждаемся. Действительно, если для измерения экстенсивных величин достаточно всего трех правил, то процедура измерения такой интенсивной величины, как температура, требует уже пяти правил.

Правила для измерения экстенсивных или интенсивных величин точно формулируют, каким образом приписываются числа этим величинам. Для экстенсивных величин в качестве наиболее важного правила будет выступать принцип аддитивности, согласно которому при соединении двух или нескольких тел некоторая их общая величина будет в точности равняться арифметической сумме величин отдельных тел. Таким образом, здесь определенной эмпирической операции соединения тел и, следовательно, присущих им величин будет соответствовать арифметическая операция сложения чисел, которые служат значениями этих величин. В символической форме это правило можно представить так:

$$M(xy) = M(x) + M(y).$$

Второе правило указывает, что если две величины являются эквивалентными, то их численные значения будут равными. Вот почему это правило часто называют правилом равенства. Следует иметь в виду, что установление эквивалентности тех или иных величин происходит с помощью определенной эмпирической процедуры. Так, эквивалентность длин отрезков проверяется с помощью наложения одного отрезка на другой, равенство тел по тяжести устанавливается с помощью весов. Согласно второму правилу, качественная эквивалентность величин находит свое отображение в равенстве их значений, т.е. чисел.

$$\text{Если } M(x) \sim M(y), \text{ то } M(x) = M(y),$$

где символ \sim обозначает отношение эквивалентности.

Наконец, третье правило характеризует единицу измерения и тем самым принятую шкалу для сравнения.

$$\frac{M(x)}{M(e)} = P,$$

где $M(x)$ представляет измеряемую величину, $M(e)$ — единицу измерения и P — некоторое число, являющееся результатом измерения. В качестве единицы измерения обычно выбирается некоторое стандартное тело или процесс, с помощью которых могут быть выражены численные значения соответствующих величин. Так, в физике для измерения длины выбирается либо сантиметр (в системе CGS), либо метр (в системе MKS). В качестве единицы массы (веса) в первой системе берется грамм, во второй — килограмм.

Измерение интенсивных величин представляет более сложную процедуру, и поэтому здесь мы нуждаемся в дополнительных правилах. Прежде всего, мы должны иметь правила, с помощью которых можно было бы сравнивать различные интенсивности. Такое сравнение, как мы видели, достигается с помощью отношений эквивалентности и неравенства. Если две интенсивные величины являются эквивалентными, то им приписывают одинаковые численные значения. Поэтому первое правило для измерения интенсивных величин в принципе не будет отличаться от правила равенства для экстенсивных величин.

Если $M(x) \sim M(y)$, то $M(x) = M(y)$.

С помощью отношения неравенства достигается упорядочение величин по степени возрастания или убывания их интенсивности. Второе правило измерения устанавливает, что большей интенсивности величины соответствует и большее число. Наоборот, меньшей интенсивности приписывается меньшее число. Таким образом, с помощью этого правила отношение порядка между интенсивностями можно отобразить в отношении порядка между соответствующими им численными значениями.

Если $M(x) \neq M(y)$, то $M(x) > M(y)$ или $M(x) < M(y)$.

Хотя в формулировках первых двух правил мы использовали понятие числа, теоретически вполне допустимо сравнение различных экстенсивных величин и без чисел.

Но такое сравнение не будет столь эффективным, как в случае, когда оно осуществляется с помощью чисел.

Чтобы построить шкалу значений интенсивной величины и установить единицу для измерения, необходимо определить две крайние точки шкалы. Эти точки обычно соответствуют началу отсчета, или нулевой точке, и концу отсчета. Так, например, в метрической шкале Цельсия за нулевую температуру принимается температура замерзания воды, в качестве второго значения выбирается температура кипящей воды. Эти заранее выбранные точки шкалы устанавливаются с помощью специальных двух правил. Помещая теперь ртутный термометр сначала в замерзающую воду, а затем в кипяток, мы можем отметить уровни ртути в трубке термометра. Пользуясь термометром, мы можем точнее сравнить температуры двух тел, чем это можно сделать с помощью субъективных ощущений тепла. Такое сравнение по-прежнему можно осуществить с помощью понятий «больше», «меньше» или «равно».

Для перехода к количественным (метрическим) понятиям необходимо иметь проградуированную шкалу температур. В качестве шкал обычно

используются изменения тех или иных физических свойств тел. В частности, в термометрах с ртутью или со спиртом наблюдения основываются на расширении их объема при нагревании и сжатии при охлаждении. Чтобы получить простую шкалу для измерения температур, следует принять такое важное правило: если разность между двумя любыми объемами столбика ртути равна разности между двумя соответствующими объемами, тогда шкала будет показывать одинаковую разность температур.

Если $V(x_1) - V(x_2) = V(y_1) - V(y_2)$, то $T(x_1) - T(x_2) = T(y_1) - T(y_2)$.

Разделив шкалу на 100 равных частей, мы получим единицу измерения — градус. Аналогично определяются единицы измерения других интенсивных величин.

Измерение способствует формированию количественных понятий, хотя сами эти понятия непосредственно не возникают из процесса измерения. В противоположность этому сторонники операционализма утверждают, что каждое количественное понятие определяется с помощью тех эмпирических процедур, которые служат для измерения соответствующих величин. Однако в таком случае пришлось бы вместо одного понятия длины, температуры, силы тока и других количественных понятий ввести столько различных понятий, сколько существует эмпирических процедур для измерения этих величин.

Глава 4. Гипотеза и индуктивные методы исследования

Решение любой научной проблемы включает выдвижение некоторых догадок, предположений, а чаще всего более или менее обоснованных гипотез, с помощью которых исследователь пытается объяснить факты, которые не укладываются в старые теории.

Многие научные открытия возникают в результате стремления устранить противоречия между существующими теориями и реальными фактами, а не ставят непосредственной целью обнаружение новых явлений и управляющих ими закономерностей. Замечательным примером такого открытия является предсказание о существовании новых планет в Солнечной системе. Так, к гипотезе о существовании неизвестной в свое время планеты Нептун астрономы пришли в надежде устранить противоречие между теоретически вычисленными положениями Урана и фактическими результатами наблюдений. Перебрав различные другие предположения, Адаме и Леверье выдвинули и разработали гипотезу, согласно которой возмущения в движении Урана объяснялись действием более отдаленной планеты. Эта планета впоследствии была открыта Галле и названа Нептуном. Аналогичным путем была открыта планета Плутон.

Из более современных гипотез в качестве иллюстрации можно привести знаменитую гипотезу М. Планка о квантовом характере излучения. По признанию самого Планка, он с большим трудом порвал со старыми классическими представлениями и вынужден был это сделать под влиянием неумолимых фактов науки.

В разрешении противоречия между новыми фактами и старыми теоретическими представлениями важнейшая роль принадлежит гипотезе. Прежде чем будет построена новая теория, гипотеза должна объяснить факты, противоречащие старой теории, пока не будет заменена другой гипотезой или не станет законом.

Естественно, опираясь на ограниченное количество фактов, гипотеза не может всякий раз приводить к истинным результатам. Именно поэтому в истории философии и методологии науки было немало попыток отрицания роли и значения гипотез в научном исследовании. Сторонники эмпиризма, например, считают вполне надежными только те предположения науки, которые опираются на непосредственные данные наших чувственных восприятий или их простейшие обобщения. Поэтому они весьма подозрительно относятся к гипотезам, видя в них в лучшем случае временное, вспомогательное средство исследования. В конце прошлого века с резкой критикой использования гипотез, особенно о ненаблюдаемых объектах, таких как атомы и молекулы, выступили представители эмпириокритицизма во главе с австрийским физиком и философом Э. Махом.

Однако результаты эмпирического исследования и простейшие их обобщения составляют лишь начало научного познания. Эти результаты нуждаются в интерпретации и объяснении, что невозможно сделать без гипотез.

Важнейшая функция гипотез в опытных науках состоит в расширении и обобщении известного эмпирического материала. Результаты наблюдений и экспериментов всегда относятся к сравнительно небольшому числу явлений и событий, между тем как утверждения науки претендуют если не на универсальность, то на весьма большую общность. С помощью гипотезы мы стремимся расширить наше знание, экстраполируя найденную в результате непосредственного исследования конечного числа случаев закономерность на все число возможных случаев. В сравнительно простых ситуациях такое расширение знания достигается с помощью индукции.

Поэтому первоначальный этап исследования в опытных науках часто связывается с индуктивными методами построения гипотез.

На более зрелой стадии исследования и в наиболее развитых науках гипотезы представляют весьма сложный и длительный результат исследования, включающий в качестве важнейшего момента интуицию и исследовательский опыт ученого. Как правило, гипотезы здесь используются в качестве посылок дальнейших умозаключений.

Именно по проверяемым следствиям таких умозаключений делают вывод о правдоподобности самой гипотезы. Что касается поисков и даже выбора гипотезы, то тут нельзя указать никакой логической схемы или процедуры, с помощью которой можно было бы найти наиболее правильную или даже наивероятнейшую гипотезу.

Это, однако, не исключает необходимости предварительного обоснования гипотезы как с теоретической, так и с эмпирической или фактической стороны.

В этой главе анализируются две основные функции гипотезы:

- (1) роль гипотезы в обобщении и расширении опытного знания;
- (2) использование гипотезы в качестве посылки дедукции.

Во втором случае мы вступаем в область гипотетико-дедуктивного метода, который широко применяется в теоретическом естествознании. Предварительно рассмотрим сущность самой гипотезы, ее логическую структуру, разные типы гипотез, используемых в современной науке.

4.1. Гипотеза как форма научного познания

В самом широком смысле слова под гипотезой понимают всякое предположение, догадку или предсказание, основывающиеся либо на предшествующем знании, либо на новых фактах, но чаще всего — на том и другом одновременно.

В опытных науках гипотеза обязательно должна опираться на новые факты, на всё предшествующее теоретическое знание, в котором аккумулируется прежний эмпирический опыт. Гипотеза не просто регистрирует и суммирует известные старые и новые факты, а пытается дать им объяснение, в силу чего ее содержание значительно богаче тех данных, на которые она опирается.

Иногда гипотезой называют «любую попытку описать действительность в словах», причем отдельная гипотеза рассматривается в этом случае как

«наименьшая из единиц описания». С такой точкой зрения вряд ли можно согласиться. Не говоря уже о неопределенности «описания действительности в словах», она не делает различий не только между гипотезой, законом и теорией, но даже между фактами, на которых строится сама гипотеза.

Доля истины здесь заключается в том, что в опытных науках гипотеза действительно служит той первоначальной ступенью знания, на основе которой впоследствии возникают законы, а затем целые теории.

Чтобы получить более полное представление о гипотезе как особой форме научного познания, необходимо рассмотреть ее гносеологические особенности и логическое строение.

4.1.1. Логическая структура гипотезы.

Любая гипотеза, как уже отмечалось, строится на основе определенных фактов или знаний, которые называются ее посылками, данными или свидетельствами. Эти данные также представляют описание действительности, но их роль в познании существенно отлична от самой гипотезы: они в той или иной степени подтверждают гипотезу или, как мы покажем позже, делают ее более или менее вероятной.

С изменением данных меняется и степень подтверждения гипотезы. Новые наблюдения или специально поставленные опыты могут увеличить эту степень или даже совсем опровергнуть гипотезу. Поэтому нельзя говорить о подтверждении гипотезы, не указав тех фактов, на которые она опирается.

Между свидетельствами, или посылками, и самой гипотезой существует определенная логическая взаимосвязь, которую обычно называют логической, или индуктивной вероятностью. Чтобы лучше представить характер этой связи, полезно вспомнить хорошо известные дедуктивные умозаключения, в которых вывод следует из посылок с логической необходимостью. Иными словами, выводы таких умозаключений всегда имеют достоверный характер и поэтому могут рассматриваться отдельно от посылок. Некоторые современные ученые считают возможность отделения заключения от посылок важнейшей характерной чертой дедуктивных рассуждений. Во всех формах недедуктивных рассуждений посылки обеспечивают лишь ту или иную степень вероятности заключения. Поэтому такие рассуждения называются вероятностными, или правдоподобными. Поскольку степень вероятности таких рассуждений существенным образом зависит от посылок, то их заключения нельзя рассматривать отдельно от этих посылок.

С логической точки зрения любая гипотеза представляет форму недедуктивного рассуждения, поскольку ее данные обеспечивают лишь вероятность заключения. Иначе говоря, этих данных явно недостаточно, чтобы сделать достоверное заключение. Именно с такой ситуацией мы постоянно встречаемся в опытных науках.

Вероятность, которая характеризует отношение между посылками и гипотезой, существенно отличается от статистической, или частотной, вероятности. Под вероятностью гипотезы понимают степень подтверждения ее

всеми, непосредственно относящимися к ней данными или свидетельствами. Если обозначить свидетельства гипотезы H через E , степень подтверждения — C , тогда любую гипотезу символически можно представить так: $C(H/E)=p$, где p представляет некоторое положительное число в сегменте $0 \leq p \leq 1$. Отсюда видно, что степень подтверждения C , численно измеряемая с помощью p , зависит от точно фиксированных свидетельств E гипотезы H . Поскольку вероятность гипотезы характеризует логическое отношение между посылками и самой гипотезой, то ее называют логической вероятностью.

В отличие от нее частная, или статистическая, вероятность описывает определенные объективные отношения в реальном мире, а именно: она представляет некоторое число или фиксированное значение, к которому стремится (по вероятности) относительная частота массового случайного события при достаточно большом числе независимых испытаний.

Из физики, биологии и общественных наук известно, что существует множество массовых случайных явлений, обладающих устойчивой или почти постоянной частотой.

Статистическое понятие вероятности служит для количественной характеристики именно таких явлений. Вычислив относительную частоту, с которой появляется некоторое случайное событие при достаточно длительных наблюдениях, мы сможем убедиться, обладает ли оно устойчивой частотой. Статистическая вероятность, таким образом, находится опытным путем. Вот почему ее называют иногда также эмпирической вероятностью.

Вероятность гипотезы непосредственно выражает логическое отношение между высказываниями. Эти высказывания отображают определенные связи реального мира, но само отношение между ними имеет логический характер. Пользуясь терминологией символической логики, можно сказать, что в то время как статистическая вероятность представляет объектную интерпретацию, вероятность гипотезы является метавысказыванием, т.е. утверждением о свойствах высказываний, характеризующих непосредственно те или иные соотношения реальных объектов. Другими словами, логическая вероятность представляет высказывание более высокого уровня абстракции.

И статистическая и логическая вероятности характеризуют меру возможности событий или высказываний (о событиях). Поэтому они охватываются категорией вероятности. Следует также иметь в виду, что формальная, или математическая, структура обоих типов вероятностей является в принципе одинаковой, хотя здесь и существуют некоторые несущественные различия.

Использование хорошо разработанного математического аппарата исчисления вероятностей дает возможность применять точные методы для исследования индуктивных и гипотетических умозаключений.

С теоретико-познавательной точки зрения различие между гипотезой и ее эмпирическими данными, или свидетельствами, проявляется в том, что данные относятся к строго фиксированным, конкретным фактам, наличие которых может быть засвидетельствовано объективными средствами исследований. В зарубежной литературе эти данные часто называют наблюдаемыми фактами. В

отличие от этого гипотеза относится к свойствам или характеристикам, которые либо до сих пор не наблюдались, либо вообще не наблюдаемы. Так, Марио Бунте в своей работе «Научное исследование» называет гипотезу «фактуальной, если и только если: (1) она непосредственно или косвенно относится к фактам, которые еще не наблюдались или не наблюдаемы в принципе, и (2) она корректируется с точки зрения нового знания».

Хотя такое противопоставление не во всем правильно, оно подчеркивает важный признак гипотезы. Данные, на которых она основывается, должны быть не только наблюдаемыми и известными, но и достаточно надежными, а в эмпирических науках не выходить за рамки опыта и наблюдения. Гипотеза же создается для того, чтобы объяснить факты уже известные и предсказать еще неизвестные.

Естественно поэтому, что по своему объему она должна быть шире имеющихся фактов, а по содержанию — глубже эмпирического знания, на которых строится.

Это различие проявляется в самой логической форме тех высказываний, с помощью которых формулируются гипотеза и ее данные. Хорошо известно, что начиная с Аристотеля отличительный признак науки видели в том, что она имеет дело с общими, универсальными суждениями, тогда как эмпирические сведения выражаются с помощью частных и единичных утверждений. Отсюда легко может возникнуть искушение считать все научные гипотезы универсальными суждениями.

Однако такой взгляд не согласуется с реальным положением дел в самой науке, в особенности современной, где наряду с гипотезами универсального характера все чаще встречаются статистические гипотезы. В этих гипотезах формулируются некоторые предположения о корреляциях, тенденциях роста или же средних значениях исследуемых свойств и отношений.

Гипотезы универсального характера свойственны науке на более высокой ступени развития, когда имеются основания предполагать, что исследуемая закономерность относится ко всем без исключения случаям. Однако, прежде чем придти к такому выводу, необходимо изучить множество частных случаев и сформулировать целый ряд гипотез частного характера. Среди них особого внимания заслуживает статистическая гипотеза, которая выражает анализируемые зависимости точным, количественным способом и поэтому представляет наиболее важный вид гипотез неуниверсального характера.

В логической структуре различие между гипотезами универсального и частного характера проявляется в использовании различных кванторов. Для универсальной гипотезы в логике применяется квантор всеобщности, или универсальности, а для частной — квантор существования, или экзистенциальный квантор. Именно поэтому в зарубежной литературе по методологии науки все частные гипотезы называются экзистенциальными.

Наиболее распространенной формой выражения связи между гипотезой и ее данными в современной логике считается условное высказывание, т.е. предложение вида: «Если А, тогда В», — в котором ясно указывается, при каких обстоятельствах имеет место гипотеза. Однако гипотеза может быть

сформулирована и в виде утвердительного предложения (например, «Существует жизнь на других планетах»). Поэтому грамматическая форма хотя и облегчает формулировку гипотезы, но не играет столь важной роли при её определении.

4.1.2. Характер посылок гипотезы

Рассмотрим логическую форму тех высказываний, которые представляют посылки гипотезы. Эти высказывания не могут быть такими же универсальными по характеру или просто более общими, чем сама гипотеза. Как уже отмечалось, посылки гипотезы должны служить в качестве ее подтверждения и, следовательно, допускать эмпирическую проверку.

Высказывания же универсального характера никогда не могут быть окончательно подтверждены с помощью любого опыта, так как на опыте мы можем проверить лишь конечное число случаев. Между тем высказывание универсальной формы относится ко всем потенциально возможным случаям вообще. Естественно поэтому, если мы хотим, чтобы гипотезы можно было проверять на опыте, то в качестве их посылок следует брать высказывания частного или даже единичного характера. Что касается самой природы высказываний, служащих посылками гипотезы, то здесь можно выявить две противоположные точки зрения. Сторонники первой утверждают, что данными, на которые опирается гипотеза, должны быть суждения о непосредственных чувственных восприятиях, ибо только они представляют достоверное знание. Все суждения о предметах внешнего мира частично проблематичны и поэтому имеют лишь вероятностный характер.

Гипотеза должна основываться на вполне надежном знании, которым, по мнению сторонников этой точки зрения, обладает лишь непосредственное чувственное восприятие. Противники подобной точки зрения справедливо указывают, что наука не может основываться только на непосредственных восприятиях. Результаты науки имеют всеобщее и объективное значение. Поэтому посылки, на которых строится гипотеза, должны быть высказываниями о конкретных процессах и явлениях внешнего мира. Хотя эти высказывания и не являются абсолютно достоверными, но они достаточно надежны для того, чтобы строить на них все наше теоретическое знание. Так же, как и гипотеза, сами данные, на которые она опирается, с развитием науки и практики нуждаются в исправлении и уточнении. В этом плане разница между ними имеет относительный характер, так как нередко приходится использовать в качестве посылок также гипотетические утверждения. Однако такие утверждения, как правило, стоят ближе к реальности и в большей степени подтверждаются фактами. Поиски каких-то абсолютно достоверных оснований для гипотез представляют бесплодное занятие.

Подробно анализируя эти точки зрения, американский философ С.Ф. Баркер справедливо отмечает недостатки первой из них, тем не менее он считает их не исключающими, а дополняющими друг друга. Основание для этого он видит в том, что обе точки зрения представляют идеализацию

реального процесса использования гипотез в науке, причем в первом случае эта идеализация значительно сильнее, чем во втором. По его мнению, те, кто признает, что посылками гипотез должны служить результаты (Непосредственного чувственного восприятия (sense data), способны провести точное различие между гипотезой и ее эмпирическими данными и тем самым избежать ряда философских затруднений. Они не интересуются практическим приложением своей идеализированной схемы к реальной практике научных рассуждений, а стремятся выявить те конечные предпосылки, на которых можно было бы обосновывать гипотезы. Такое противопоставление теории практике, то меньшей мере, странно.

Наука всегда стремится к тому, чтобы ее абстракции и идеализации в конечном итоге точнее и адекватнее отражали действительность. Однако представление о том, что гипотеза, а следовательно, и все теоретическое знание должны опираться только на непосредственные данные чувств, да еще истолковываемые в субъективноидеалистическом духе, находится в явном противоречии с действительной практикой науки. В методологии науки на подобных позициях стоят сторонники современного позитивизма. Правда, последние нередко на словах отрицают правомерность деления философов на два противоположных лагеря, считая основной философский вопрос псевдопроблемой. В действительности же они продолжают старую линию субъективного идеализма, пытаясь обосновать все теоретическое знание на данных непосредственного чувственного опыта, «протокольных» или «эмпирически проверяемых предложениях». Такая попытка не увенчалась, да и не могла увенчаться успехом, поскольку она противоречит всей действительной практике развития науки. Вот почему многие из неопозитивистов вынуждены были отказаться от этих принципов, которые они с таким шумом провозгласили в 30-е годы, претендуя на роль единственно верной философии науки.

Этапы формирования гипотезы. Гипотеза как форма развития научного знания проходит определенные этапы формирования, которые характеризуются степенью её подтверждения конкретными эмпирическими фактами и глубиной теоретического обоснования. Если взглянуть на гипотезу именно под этим углом зрения, то в ее формировании можно выделить следующие этапы, которые нередко рассматриваются в качестве самостоятельных типов гипотез.

(1) Первоначально всякое предположение выступает в форме догадки. Обычно эта догадка так или иначе связывается с конкретными фактами, опытом или эмпирическими данными, которые и приводят чаще всего к догадке. Как правило, для догадки не хватает достаточного количества данных или же имеющиеся данные вызывают сомнение и требуют дальнейшего анализа. В еще большей степени догадка требует обоснования теоретическим знанием. Поскольку всякая гипотеза зависит как от количества и разнообразия фактов, так и от степени обоснования ее теоретическим знанием, то различают гипотезы эмпирически правдоподобные и теоретически правдоподобные.

(2) Эмпирические гипотезы обычно подтверждаются фактами, результатами наблюдений или экспериментов в какой-либо сравнительно небольшой области исследования.

Однако таким гипотезам часто не хватает теоретического обоснования, а самое главное — они представляют отдельные, изолированные предположения. Поскольку они не объединены в нечто целое, не говоря уже о системе, подтверждение одной гипотезы не влияет на подтверждение других гипотез. Обычно эмпирическая стадия исследования начинается именно с такого рода обособленных гипотез, в которых ученые пытаются осмыслить быстро растущую информацию об опытных данных.

(3) Теоретически правдоподобные гипотезы в отличие от эмпирических основываются на тех или иных теоретических принципах, идеях и законах или на других, более надежных и проверенных гипотезах. Нередко они представляют логическое следствие определенных принципов, законов и гипотез. Однако они недостаточно обосновываются фактами, опытными данными, поэтому и остаются теоретическими предположениями. Ярким примером такой теоретической гипотезы было предсказание радиоволн, сделанное английским физиком Дж. К. Максвеллом. Существование таких волн впоследствии было экспериментально доказано немецким физиком Г. Герцем.

(4) На теоретической стадии исследования обычно имеют дело не только с эмпирически хорошо подтвержденными, но и теоретически обоснованными гипотезами. В наиболее развитых науках (в астрономии, физике, химии и других) всякую вновь выдвигаемую гипотезу стремятся связать с имеющимися гипотезами, законами и принципами, а также твердо установленными экспериментальными фактами. Это гарантирует науку от случайных, скороспелых обобщений, непродуманных предположений, способствует корректировке имеющихся гипотез.

В результате этого нередко приходят к надежно подтвержденным гипотезам, которые считаются практически достоверными истинами. К их числу относятся законы и принципы опытных наук. Совокупность гипотез различной общности и вероятности вместе с установленными законами образует уже теоретическую систему, научную теорию. Конечно, перечисленными элементами не исчерпывается создание теории, но здесь важно подчеркнуть направление процесса: из первоначальных, довольно разрозненных и изолированных догадок, эмпирических обобщений и гипотез при их постепенном обосновании и опытной проверке возникает систематическое и надежное знание — законы и научные теории.

4.2. Гипотетико-дедуктивный метод

В процессе научного исследования гипотеза используется для двух целей: объяснить с ее помощью существующие факты и предсказать новые, неизвестные факты.

Это основная и наиболее известная функция гипотезы.

Задача исследователя в данном случае состоит в том, чтобы на основании имеющихся эмпирических фактов и существующих теоретических представлений оценить степень вероятности, или правдоподобия, гипотезы. Гипотеза выступает здесь в качестве заключения или результата некоторого вероятностного рассуждения.

Путем выведения из гипотезы различных следствий можно судить о ее теоретической и эмпирической пригодности.

Если окажется, например, что из гипотезы вытекают следствия, которые противоречат друг другу, то это свидетельствует о несостоятельности самой гипотезы.

Выведение эмпирически проверяемых следствий из гипотезы служит также важнейшим методом проверки ее соответствия действительности, т.е. ее истинности. Во всех этих и подобных им случаях гипотеза выступает уже в иной роли, а именно: в качестве исходной посылки некоторого правдоподобного, или гипотетического, рассуждения.

4.2.1. Гипотетические рассуждения

Гипотетическими называют рассуждения или умозаключения, которые делаются из некоторых гипотез или предположений. Посылками такого рассуждения могут быть гипотезы в собственном смысле этого слова, т.е. суждения, которые могут оказаться как истинными, так и ложными. Нередко в качестве посылок берутся суждения, противоречащие фактам или существующим мнениям. Термин «гипотеза» употребляется здесь в весьма широком смысле, обозначая любое предположение: в случае обычных гипотез истинное значение посылок остается неопределенным. Однако мы можем использовать в качестве посылок и суждения, заведомо противоречащие фактам и установившимся мнениям, и на этой основе делать некоторые логические выводы.

Наибольшее значение в научном исследовании имеют, конечно, рассуждения, посылками которых служат гипотезы в собственном смысле слова. Именно они дают возможность проверять наши обобщения, догадки и предположения по сопоставлению их следствий с результатами эмпирических наблюдений, а также экспериментов.

Такого рода рассуждения в литературе по логике принято называть гипотетико-дедуктивными, хотя дедуктивный характер вывода присущ и умозаключениям, в которых в качестве посылок используются суждения, противоречащие фактам или установившимся мнениям.

Существенное различие между рассуждениями, в которых мы делаем заключение из эмпирических данных, и гипотетическими выводами состоит в том, что в первом случае мы опираемся на суждения о точно установленных фактах, во втором — выводим следствия из гипотез.

Связь между посылками и гипотезой в эмпирическом исследовании всегда имеет вероятностный характер, так как опыт дает нам сведения о конечном числе фактов и случаев, заключение же гипотезы чаще всего относится к

бесконечному числу фактов или случаев. Наиболее типичные примеры таких рассуждений встречаются в индуктивных обобщениях.

В гипотетических рассуждениях значение посылок является или неизвестным или заведомо противоречит фактам. Само же рассуждение является типично дедуктивным.

Однако проблематический характер посылок делает заключение также проблематическим. Такого рода рассуждения имеют значение постольку, поскольку из их посылок по логическим правилам дедукции можно получать однозначные следствия и по ним судить о характере самих посылок.

Гипотетические рассуждения применяются так же давно, как и обычные, так называемые категорические, но логический анализ их стал проводиться лишь в античную эпоху. Древние греки прибегали к таким рассуждениям и о науке, и в политических дискуссиях, и судебных спорах, а нередко и в повседневных делах. По-видимому, в первое время рассуждения с гипотетическими или противоречащими фактам посылками были неотъемлемой частью античной диалектики. Хорошо известно, что под диалектикой в Древней Греции понималось искусство ведения спора, полемики, беседы. В ходе такого спора каждый из участников стремился обнаружить противоречия в рассуждениях своего оппонента. Это можно было сделать посредством выведения следствий из принятых предположений, мнений или убеждений и последующего их сопоставления с реальными фактами или твердо установленными знаниями. Большое число конкретных примеров таких диалектических рассуждений можно обнаружить у Платона, который сам много заимствовал у своего учителя Сократа. Не случайно поэтому рассуждения, основанные на такой диалектике, иногда называют сократическими. До Сократа гипотетические рассуждения высоко ценились Зеноном и элеатами. В своих знаменитых апориях Зенон использует их как важный прием аргументации, вероятно, пифагорейцам принадлежит заслуга введения в математику такого плодотворного приема гипотетического рассуждения, как доказательство некоторого положения посредством сведения к нелепости его отрицания (*reductio ad absurdum*). Считается, что именно с помощью этого приема пифагорейцы доказали теорему о несоизмеримости диагонали квадрата с его стороной, принятой за единицу.

Систематическое использование гипотез в качестве посылок мы встречаем в работах основателя формальной логики Аристотеля. Для него гипотеза представляет предположение, служащее посылкой или исходным пунктом какой-либо аргументации. Принятие или отрицание гипотезы зависит от подтверждения ее следствий. Подход Стагирита к гипотезе не только оказал существенное влияние на характер изложения «Начал» Евклида, но и продолжает сохранять свое значение и сейчас в области так называемых формальных пауков, т.е. в математике и логике. Действительно, с современной точки зрения математические аксиомы отнюдь не считаются самоочевидными истинами, как думали раньше, а представляют некоторые допущения, или гипотезы, из которых чисто логически выводится вся совокупность теорем. Аксиоматический метод дает возможность точно выявить необходимое и

достаточное количество таких предположений и тем самым избавляет нас от логического круга, так как аксиомы, будучи исходными гипотезами, в рамках самой системы не доказываются.

Из математики гипотетические рассуждения были заимствованы греческими естествоиспытателями, которые использовали их для систематизации накопленного эмпирического материала. Но здесь гипотезы уже выступают как некоторые предположения, основанные на обобщении результатов наблюдений. Правильность их проверялась по тем следствиям, в которых можно было убедиться фактически. В данном случае мы уже переходим к собственно гипотетико-дедуктивному методу, который в античную эпоху нашел свое блестящее выражение в исследованиях Архимеда по статике.

В настоящее время гипотетико-дедуктивные рассуждения находят также применение в эвристике, дидактике, в теории обучения. Как своеобразный метод аргументации они используются при анализе мысленных экспериментов, планировании будущих действий и т.п. В этих разных по характеру ситуациях стремятся получить максимальное число дедуктивных следствий и соответственно с ними корректируют будущие действия. Но главной областью применения гипотетических рассуждений по-прежнему остаются естествознание и опытные науки.

4.2.2. Гипотетико-дедуктивный метод в классическом естествознании

Естествознание и опытные науки имеют дело, прежде всего с данными наблюдений и результатами экспериментов. После соответствующей обработки опытных данных ученый стремится понять и объяснить их теоретически. Гипотеза и служит в качестве предварительного объяснения. Но для этого необходимо, чтобы следствия из гипотезы не противоречили опытным фактам. Поэтому логическая дедукция следствий из гипотезы служит закономерным этапом научного исследования.

В иных случаях такая дедукция не требует применения сколько-нибудь сложных и топких логических и математических методов исследования. Однако в таких развитых науках, как теоретическая физика, она представляет не менее трудную задачу, чем выдвижение и обоснование самих гипотез.

В зарубежной методологии науки нередко сам метод естествознания рассматривается как гипотетико-дедуктивный.

Это, конечно, преувеличение, ибо такой подход совершенно игнорирует роль индуктивных и статистических методов исследования. Рассматривая теоретические системы опытных наук как гипотетико-дедуктивные, многие зарубежные логики и философы по сути дела анализируют лишь готовые теории. Они не показывают тех путей и средств, с помощью которых ученый приходит к исходным посылкам своей теории, т.е. к гипотезам, принципам и законам.

В то же время нельзя отрицать, что гипотетико-дедуктивная модель является наиболее подходящей для исследования структуры значительного

числа естественнонаучных теорий. Чисто дедуктивные и формально-аксиоматические методы исследования применяются главным образом в математике, а также в тех разделах теоретического естествознания, где широко используются математические методы. Но даже в математике, когда заходит речь о ее применении к конкретным проблемам, мы вынуждены обращаться к гипотетико-дедуктивному методу, поскольку встает задача интерпретации аксиом как некоторых гипотез о реальном мире. Поясним эту мысль на примере геометрии. Предположим, что нам нужно решить вопрос о том, какая из геометрий — Евклида, Лобачевского или Римана — лучше описывает пространственные свойства окружающего нас мира. Первое, что нам придется сделать, — это избрать какую-либо конкретную интерпретацию исходных понятий и аксиом этих геометрических систем. Так, например, прямую линию можно рассматривать как путь светового луча, точку — как место пересечения таких лучей и т.д. После этого аксиомы геометрии перестанут быть абстрактными утверждениями и превратятся в некоторые гипотезы физического характера, правдоподобность которых можно проверить экспериментально.

Если в математике обращение к гипотетико-дедуктивному методу происходит только при применении его к опытному материалу, то в естествознании этот метод используется для построения самих теории. Действительно, обобщения, получаемые из опыта и гипотезы, здесь никогда не остаются изолированными утверждениями. Их стремятся связать в единую систему или цепь утверждений, причем большую часть их логически вывести из более общих гипотез, принципов или законов, хотя первоначально многие из них могли быть получены чисто эмпирическим или индуктивным путем.

В классическом естествознании наиболее широкое применение гипотетико-дедуктивный метод получил в физике, в особенности в трудах основателей классической механики — Галилея и Ньютона. Это объясняется в первую очередь тем, что в механике впервые удалось осуществить точно контролируемые эксперименты. Немаловажную роль здесь играет и то обстоятельство, что зависимости между свойствами исследуемых явлений в механическом движении сравнительно легко поддаются математической формулировке. Логико-математические методы играют существенную роль и при дедукции следствий из гипотез. ВОТ почему и Галилей и Ньютон очень высоко оценивали значение математических методов при исследовании явлений природы. Как мы уже отмечали, гипотетико-дедуктивным методом в естествознании начал пользоваться еще Архимед, но он имел дело только со статикой, с различными случаями равновесия сил. Экспериментальное изучение динамических процессов впервые начал проводить Галилей. В своих исследованиях он нередко прибегал к помощи гипотетико-дедуктивного метода, о чем свидетельствует его работа «Беседы и математические доказательства...», в которой можно найти немало чрезвычайно поучительных примеров применения этого метода к проблемам механики и сопротивления материалов.

В качестве иллюстрации обратимся к Дню третьему «Бесед», где Галилей излагает метод, с помощью которого он пришел к важнейшему открытию — установлению закона постоянства ускорения всех падающих тел. Вначале он, как и его предшественники, среди которых был Леонардо да Винчи, считал, что скорость падения пропорциональна пройденному пути, т.е. $V = KS$.

Впоследствии, однако, ему пришлось отказаться от этой гипотезы, так как она приводила к следствиям, которые не подтверждались, на опыте. Поэтому вместо нее он принял гипотезу, что скорость пропорциональна времени падения. Из этой гипотезы вытекает следствие: путь падающего тела пропорционален квадрату времени падения,— которое подтверждается результатами опыта.

Чтобы яснее проиллюстрировать ход рассуждений, которые скорее всего могли привести Галилея к его открытию, целесообразно рассмотреть следующий ряд последовательных гипотез. Исходной гипотезой, обладающей наибольшей логической силой, является предположение о том, что вблизи земной поверхности и при отсутствии сопротивления воздуха ускорение всех падающих тел представляет величину постоянную.

Из этой гипотезы 1-го уровня, выраженной в форме дифференциального уравнения, интегрированием получается гипотеза более низкого, 2-го уровня: скорость падающего тела пропорциональна времени падения.

Наконец, дальнейшим интегрированием получается гипотеза следующего, третьего уровня: путь, пройденный падающим телом, пропорционален квадрату времени падения.

Из последней гипотезы можно получить бесчисленное множество ее частных случаев, рассматривая путь за одну, две и т.д. секунды:

Все эти утверждения будут иметь наинизший уровень абстрактности и поэтому их можно непосредственно проверить на опыте. Именно подтверждение таких эмпирически проверяемых следствий заставило Галилея поверить в свою гипотезу.

Последовательность рассмотренных нами гипотез представляет простейший пример гипотетико-дедуктивной системы. Каждая из последующих гипотез имеет более низкий уровень абстрактности, чем предыдущая. Любая предыдущая гипотеза обладает большей логической силой, чем последующая, которая может быть получена из нее по правилам логики и математики. Наконец, вся совокупность гипотез строится с таким расчетом, чтобы обеспечить проверку гипотез наиболее низкого уровня на опыте.

В сочинениях Галилея мы встречаем, как правило, простейшие фрагменты гипотетико-дедуктивных систем, которые содержат лишь несколько гипотез. Но такие системы не характерны для развитых наук, в которых оперируют с большим числом взаимосвязанных гипотез.

Роль Ньютона в разработке классической механики в развитии гипотетико-дедуктивного метода трудно переоценить. Вплоть до создания релятивистской механики А. Эйнштейном основные принципы этой науки, выдвинутые Ньютоном, не претерпели существенных изменений.

Подобно тому как «Начала» Евклида долгое время служили образцом аксиоматического изложения математических теорий, «Математические начала натуральной философии» Ньютона представляют первый, наиболее совершенный пример построения опытной науки с помощью гипотетико-дедуктивного метода. Академик С.И.Вавилов считает Ньютона основателем особого индуктивного метода, который он называет методом принципов. Суть этого метода Ньютон характеризует следующим образом: «Вывести два или три общих принципа движения из явлений и после этого изложить, каким образом свойства и действия всех телесных вещей вытекают из этих явных принципов, было бы очень важным шагом в философии, хотя бы причины этих принципов и не были еще открыты». Борясь против всевозможных умозрительных натурфилософских «скрытых качеств», Ньютон рассматривает исходные принципы науки как «общие законы природы, согласно которым образованы все вещи; истинность этих принципов становится очевидной из явлений природы...».

Поскольку принципы устанавливаются путем исследования явлений природы, то в строгом смысле слова они представляют гипотезы. Их нельзя (получить из данных опыта и наблюдения путем логической дедукции). Именно поэтому Ньютон считает, что истинность основных законов механики, как и других принципов, подтверждается «многочисленными опытами». Роль же логической дедукции сводится к получению эмпирически проверяемых следствий, на основе подтверждения которых мы судим об истинности наших принципов.

Метод принципов Ньютона оказал громадное воздействие на все последующее развитие теоретической физики. Влияние этого метода возрастает по мере того, как увеличивается дистанция между основными принципами науки и темп их следствиями, которые допускают опытную проверку. Как отмечает Эйнштейн, раньше многие ученые склонялись к мысли, что основные понятия и принципы физики могут быть получены из опытов с помощью процесса абстракции. «Ясное понимание неправильности такого представления, — пишет он, — фактически дала лишь общая теория относительности; она показала, что, опираясь на фундамент, значительно отличающийся от ньютоновского, можно объяснить соответствующий круг экспериментальных данных даже более удовлетворительным и полным образом, чем опираясь на фундамент, взятый Ньютоном». По мнению Эйнштейна, именно этот факт существования различных теоретических принципов, хорошо согласующихся с опытом, свидетельствует об умозрительном характере самих принципов. Результаты опыта — чувственные восприятия, замечает он, заданы нам. Теория же, которая интерпретирует и объясняет их, создается человеком. Эта теория, указывает Эйнштейн, является «...результатом исключительно трудоемкого процесса приспособления: гипотетического, никогда окончательно не законченного, постоянно подверженного спорам и сомнениям».

Ценность любой теоретической системы опытного знания состоит прежде всего в том, насколько она позволяет получать логические следствия, доступные опытной проверке. Отсюда ясно, что и в опытных науках, иногда

ошибочно именуемых индуктивными, дедукция служит важнейшим средством унификации результатов эмпирического исследования, объединения их в рамках единой теоретической системы. По отношению к физике эта роль дедукции хорошо подчеркнута в известной речи Л. Эйнштейна «О методе теоретической физики»: «Законченная система теоретической физики состоит из понятий, основных принципов, относящихся к этим понятиям, и следствий, выведенных из них путем логической дедукции. Именно эти следствия должны соответствовать отдельным нашим опытам; их логический вывод занимает в теоретическом труде почти все страницы».

4.3. Математическая гипотеза

По своей логической структуре математическая гипотеза представляет разновидность гипотетико-дедуктивного метода. Однако до сих пор мы рассматривали этот метод как способ организации опытного знания, т.е. объединения различных эмпирических обобщений, гипотез, законов и принципов в рамках гипотетико-дедуктивных систем. Кроме такой систематизирующей функции гипотетико-дедуктивный метод имеет и большое эвристическое значение. С особой силой эта роль проявляется в науках, широко использующих математические методы исследования и обработки данных.

4.3.1. Сущность математической гипотезы и область ее применения

Одной из наиболее распространенных форм выражения количественных зависимостей между различными величинами являются математические уравнения. Если мы попытаемся так или иначе изменить данное уравнение, то из него можно получить целый ряд новых следствий, которые могут оказаться или совпадающими с экспериментом, или противоречащими ему. По этим следствиям мы можем судить о правильности первоначального нашего предположения или гипотезы, сформулированной в виде некоторого уравнения. При этом, конечно, подразумевается, что исходное уравнение, которое затем подверглось изменению, описывает определенную зависимость между реальными величинами.

Академик С.И.Вавилов, впервые в нашей литературе поставивший вопрос о математической гипотезе, следующим образом характеризует ее сущность: «Положим, что из опыта известно, что изученное явление зависит от ряда переменных и постоянных величин, связанных между собой приближенно некоторым уравнением. Довольно произвольно видоизменяя, обобщая это уравнение, можно получить другие соотношения между переменными. В этом и состоит математическая гипотеза, или экстраполяция. Она приводит к выражениям, совпадающим или расходящимся с опытом, и соответственно этому применяется дальше или отбрасывается».

В качестве примера математических гипотез можно указать на такие фундаментальные гипотезы, с помощью которых была создана квантовая механика. Известно, что М.Бори и В.Гейзенберг взяли за основу канонические

уравнения Гамильтона для классической механики, предположив, что их математическая форма должна остаться той же самой и для атомных частиц. Но вместо обычных чисел они ввели в эти уравнения величины иной природы — матрицы. Так возник матричный вариант квантовой механики.

В отличие от них Э.Шредингер в качестве исходного взял волновое уравнение классической физики, но стал иначе интерпретировать его члены. В этих целях он использовал известную в то время гипотезу Луи де Бройля о том, что всякой материальной частице соответствует некоторый волновой процесс. Благодаря такой новой интерпретации возник волновой вариант квантовой механики. Впоследствии удалось установить эквивалентность матричного и волнового вариантов.

Рассматривая способ, с помощью которого был получен формализм квантовой механики, П.Дирак отмечает, что обобщение классических уравнений физики «настолько естественно и изящно, что создается чувство уверенности в правильности теории».

Из приведенных примеров видно, что проблематический момент в методе математической гипотезы состоит в том, что некоторую закономерность, выраженную в виде определенного математического уравнения, переносят с известной области явлений на неизвестную.

Всякий же перенос отношений, свойств или закономерностей с исследованной области явлений на другие, неизвестные явления представляет типичный случай неполной, или проблематической, индукции, посредством которой и происходит главным образом расширение знания в опытных науках. Не случайно поэтому математическую гипотезу называют также математической экстраполяцией.

Разумеется, что подобный перенос всегда сопровождается некоторой модификацией первоначального уравнения. И.В.Кузнецов в статье «О математической гипотезе» указывает на четыре основных способа такой модификации:

- (1) изменяется тип, общий вид уравнения;
- (2) в уравнение подставляются величины иной природы;
- (3) изменяются и тип уравнения, и тип величин;
- (4) изменяются граничные, предельные условия.

Соответственно способу модификации можно анализировать различные конкретные примеры математических гипотез, которые встречаются в истории теоретического естествознания и прежде всего в физике.

Когда говорят об экстраполяции некоторой закономерности с помощью математической гипотезы, то всегда имеют в виду экстраполяцию определенной математической зависимости, выражается ли она с помощью формулы, уравнения или как-либо иначе. Поэтому кажется целесообразным так расширить понятие о математической гипотезе, чтобы оно охватывало любые типы отношений, которые изучаются в математике.

Наиболее подходящей для этой цели является концепция математической структуры, так как с современной точки зрения математику можно рассматривать «как скопление абстрактных форм — математических

структур». Для характеристики таких структур важно, во-первых, указать одно или несколько отношений, в которых находятся ее элементы; во-вторых, точно сформулировать в аксиомах те требования, которым должны удовлетворять эти отношения. Конкретная природа самих элементов, специфический характер отношений, в которых они находятся, не существенны для математического исследования. С такой более общей точки зрения математическую гипотезу можно определить как экстраполяцию определенной математической структуры с изученной области явлений на новую, неизученную.

Иногда вместо структуры предпочитают говорить, в особенности физики, о математическом формализме. Хотя наиболее распространенной формой представления абстрактных математических структур в теоретическом естествознании обычно являются различные типы уравнений и их систем, тем не менее, в принципе допустимо использование и других структур, в частности теоретико-групповых и теоретико-множественных.

Перенося определенную математическую гипотезу на неисследованную область явлений, мы по сути дела выдвигаем гипотезу о том, что эта структура будет сохраняться и в новой области. Чтобы убедиться в справедливости нашего предположения, важно вывести из гипотезы все необходимые следствия, в том числе такие, которые можно проверить экспериментально. Для этого требуется определенным образом интерпретировать как следствия, так и саму гипотезу. Однако именно такая интерпретация составляет едва ли не самую трудную часть исследования.

«Легче открыть математическую форму, необходимую для какой-нибудь основной физической теории,— пишет П.Дирак, — чем ее интерпретацию». Основная причина этого состоит в том, что число возможных абстрактных математических структур заведомо меньше числа различных конкретных интерпретаций, которые могут иметь такие структуры. Это вполне понятно, поскольку каждая математическая структура представляет абстракцию от самых различных по содержанию реальных систем. Поэтому, отмечает Дирак, число основных идей, среди которых происходит выбор, в чистой математике ограничено, в то время как при физической интерпретации могут обнаружиться чрезвычайно неожиданные вещи.

Таким образом, гипотеза о возможной математической структуре изучаемых явлений служит чрезвычайно ценным эвристическим средством в руках исследователя.

Она открывает возможность для целенаправленных поисков необходимой интерпретации, а затем и построения теории исследуемых явлений. На примере математической гипотезы можно показать, как существенно изменилась роль математики в современной науке вообще и в естествознании в особенности. Если раньше математические методы использовались преимущественно для обработки данных наблюдения и эксперимента, а затем установления функциональной связи между исследуемыми величинами процесса, то теперь ее абстрактные структуры нередко применяются для поисков конкретных естественнонаучных закономерностей. Другими словами, если раньше математика обеспечивала естествознание методами для количественной

обработки изучаемых явлений и оформления его теорий, то теперь она помогает также находить закономерности, которыми управляются эти явления, и тем самым способствует построению его теорий.

Эта эвристическая функция современной математики особенно ярко проявляется в широком использовании аксиоматического метода и опирающихся на него математических структур. Если ученый убеждается в том, что исследуемые им отношения удовлетворяют аксиомам некоторой математической структуры, то он может сразу же воспользоваться всеми теоремами, которые из них логически вытекают. Однако главная трудность здесь, как мы видели, состоит в том, чтобы верно угадать математическую структуру. Фактически исследователь очень редко располагает готовой интерпретацией имеющейся в его распоряжении математической структуры. Поэтому поиски как самой структуры, так и ее интерпретации ведутся по тем следствиям, которые вытекают из предполагаемых структур. Именно здесь и проявляется весьма важная роль математической гипотезы как эвристического средства исследования.

Наибольшее применение метод математической гипотезы в настоящее время находит в теоретической физике. И это не случайно. Если классическая физика оперировала наглядными модельными представлениями, то в современной физике для такой наглядной интерпретации часто недостаточно привычных образов. Действительно, мы можем наглядно представить и материальные частицы, и волны классической физики, но трудно составить наглядный образ микрочастицы, которая объединяла бы в себе свойства и корпускул и волн. Ведь в нашем обычном представлении корпускулы и волны выступают как полярные противоположности. Иначе говоря, по мере того как в сферу нашего познания попадают явления микро- и мегамира, для их представления у нас нет наглядных образов. Поэтому, чтобы исследовать закономерности микроявлений или процессов, совершающихся в мегамире, приходится отказываться от привычных наглядных представлений и обращаться к абстрактным методам современной математики. Пример современной физики показывает, насколько эффективным является такой метод. Математическая гипотеза, основанная на экстраполяции абстрактных математических структур на новые области познания, служит одним из действенных методов логико-математического исследования.

4.3.2. Некоторые принципы отбора математических гипотез

Чтобы убедиться в обоснованности гипотезы, необходимо, как уже отмечалось, получить из нее следствия и проверить их на опыте. Существуют ли какие-либо другие приемы и принципы, с помощью которых можно выдвигать или, по крайней мере, отбирать гипотезы, отказываться от гипотез явно ненадежных? Поскольку гипотеза логически не вытекает из данных опыта, то бессмысленно пытаться искать какие-то логические каноны, с помощью которых можно безошибочно создавать новые гипотезы в науке. Задача логики здесь чисто критическая. Формирование новых гипотез — творческий процесс, его нельзя уложить в заданные схемы. Тем не менее, было бы ошибкой рассматривать этот процесс как иррациональный.

Обобщая многовековой опыт научного познания, исследователи накопили большой ценный материал, относящийся как к психологии, так и методологии научного познания. В различных науках этот опыт выступает в виде некоторых предварительных, эвристических принципов, с которыми ученые так или иначе должны считаться при выборе гипотез. Поскольку математические гипотезы наибольшее применение находят в теоретической физике, то в дальнейшем мы будем говорить о принципах отбора гипотез именно в данной науке.

Многие исследователи отмечают, что выдвижение математических гипотез в теоретической физике в известной мере регулируется некоторыми принципами физического и методологического характера, которые ограничивают свободу выбора. К числу таких принципов отбора обычно относят законы сохранения (заряда, массы, энергии и т.д.), принцип ковариантности уравнений при определенных преобразованиях, в особенности принцип соответствия. Роль всех этих принципов достаточно убедительно продемонстрирована в процессе создания основных теорий современной физики.

Руководствуясь идеей о единстве материи и взаимосвязи различных форм ее существования, физик, естественно, будет рассчитывать, что такие фундаментальные законы и принципы, как законы сохранения и принцип ковариантности уравнений, будут иметь место и во вновь создаваемой теории. Что касается принципа соответствия, то его эвристическое значение достаточно ясно.

Действительно, если существует преемственность в развитии теории, то при обобщении и развитии ее понятий и принципов вполне разумно требовать, чтобы уравнения старой теории могли быть получены из новой в качестве некоторого предельного или частного случая.

Такое соответствие действительно обнаруживается между классической механикой и теорией относительности, с одной стороны, классической и квантовой механикой — с другой. Это обстоятельство в значительной мере учитывалось творцами новых физических теорий, хотя в явном виде сам принцип соответствия был впервые сформулирован лишь Н. Бором.

Кроме чисто физических принципов отбора подходящих математических гипотез существуют и другие эвристические принципы, которые с успехом

могут быть использованы при отборе любых научных гипотез. Отметим здесь только принципы простоты и математического изящества уравнений, с помощью которых выражаются те или иные гипотезы. П. Дирак настолько высоко ценит последний принцип, что считает математическую красоту (важнейшим регулятивным критерием отбора гипотез и теорий. Требование, чтобы гипотеза могла быть исследована существующими логико-математическими методами, настолько сильно довлеет над исследователем, что часто он предпочитает строить менее сильные гипотезы, лишь бы получить возможность применить к ним известный математический аппарат. Без этого оказывается невозможным получить из гипотезы следствия, которые можно было проверить на опыте.

Когда говорят о простоте гипотез, то имеют в виду прежде всего не онтологический, а теоретико-познавательный и методологический аспекты. Речь здесь должна идти скорее о простоте знаковых, или семиотических, систем, с помощью которых выражается та или иная гипотеза. Само понятие простоты можно рассматривать с трех точек зрения. Синтаксическое представление о простоте связано со стройностью, согласованностью различных компонентов гипотезы. При прочих равных условиях мы всегда предпочтем выбрать гипотезу, которая синтаксически будет проще, так как ее легче исследовать существующими логико-математическими методами.

Семантическая концепция простоты существенным образом зависит от возможности эмпирической интерпретации гипотезы. Прагматическая простота связана с практическими соображениями по разработке и проверке гипотезы. Как правило, ученый предпочитает иметь дело с гипотезой, которая легче поддается математической разработке, так как в этом случае из нее можно получить точные количественные следствия. Учитывая необходимость экспериментальной проверки гипотез, ученый часто выбирает ту из них, проверку следствий из которой можно осуществить с помощью более простого эксперимента.

В практической работе исследователь нередко может столкнуться с ситуацией, в которой соображения простоты одного вида могут противоречить соображениям простоты другого вида. В этих, как и во всех других случаях, основным регулятором отбора будут выступать соображения, касающиеся основной функции гипотезы: чтобы она могла объяснить те опыты и наблюдения, из анализа и обобщения которых возникла. Никакая простота или ложно понятая «экономия мышления» в духе Э. Маха сама по себе не в состоянии гарантировать надежность гипотезы.

4.4. Требования, предъявляемые к научным гипотезам

Прежде чем гипотеза станет правдоподобным предположением, она обязана пройти стадию предварительной проверки и обоснования. Такое обоснование должно быть как теоретическим, так и эмпирическим, поскольку любая гипотеза в опытных науках опирается на все предшествующее знание и строится в соответствии с имеющимися фактами. Однако сами факты, или

эмпирические данные, не определяют гипотезу: для объяснения одних и тех же фактов можно предложить множество различных гипотез. Чтобы отобрать из этого множества те гипотезы, которые ученый может подвергнуть дальнейшему анализу, необходимо наложить на них ряд требований, выполнение которых будет свидетельствовать о том, что они не являются чисто произвольными предположениями, а представляют научные гипотезы. Это, конечно, не означает, что такие гипотезы непременно окажутся истинными или даже очень вероятными. Окончательным критерием их истинности служит опыт, практика.

Но предварительная стадия обоснования необходима для того, чтобы отсеять заведомо неприемлемые, крайне маловероятные гипотезы.

Вопрос о критериях обоснования гипотез самым тесным образом связан с философской позицией ученых. Так, представители эмпиризма настаивают, чтобы всякая гипотеза опиралась на непосредственные данные опыта. Защитники рационализма склонны подчеркивать в первую очередь необходимость связи новой гипотезы с имеющимся теоретическим знанием (более ранние представители рационализма требовали согласия гипотезы с законами, или принципами, разума).

4.4.1. Эмпирическая проверяемость

Требование эмпирической проверяемости является одним из тех критериев, которые дают возможность исключать из опытных наук всякого рода спекулятивные предположения, незрелые обобщения, произвольные догадки. Но можно ли требовать непосредственной проверки любой гипотезы?

В науке редко бывает, чтобы любая гипотеза оказывалась непосредственно проверяемой данными опыта. От гипотезы до опытной проверки существует значительная дистанция: чем глубже по своему содержанию гипотеза, тем больше эта дистанция.

Гипотезы в науке, как правило, существуют не обособленно друг от друга, а объединены в определенную теоретическую систему. В такой системе встречаются гипотезы разного уровня общности и логической силы.

На примере гипотетико-дедуктивных систем классической механики мы убедились, что в них не каждая гипотеза допускает эмпирическую проверку. Так, в системе гипотез, законов и принципов классической механики принцип инерции (всякое тело остается в покое или движется прямолинейно с постоянной скоростью, если оно не подвержено действию внешних сил) нельзя проверить ни в каком реальном опыте, ибо фактически невозможно полностью абстрагироваться от действия всех внешних сил, таких, как силы трения, сопротивления воздуха и т.д. Так же обстоит дело со многими другими гипотезами, входящими в состав определенной научной теории.

Поэтому о правдоподобии таких гипотез мы можем судить лишь косвенно, через непосредственную проверку тех следствий, которые вытекают из этих гипотез. Кроме того, во всякой теории существуют промежуточные гипотезы, которые связывают эмпирически непроверяемые гипотезы с проверяемыми.

Такие гипотезы не нуждаются в проверке, ибо они играют в теории вспомогательную роль.

Сложность проблемы проверки гипотез проистекает также из того, что в реальном научном знании, в частности в теориях, одни гипотезы зависят от других, подтверждение одних гипотез служит косвенным свидетельством правдоподобия других, с которыми они связаны логическим отношением. Поэтому тот же принцип инерции механики подтверждается не только теми эмпирически проверяемыми следствиями, которые из него вытекают непосредственно, но также следствиями других гипотез и законов. Именно поэтому принципы опытных наук настолько хорошо подтверждаются наблюдениями и экспериментом, что их считают практически достоверными истинами, хотя они и не обладают характером той необходимости, которая присуща аналитическим истинам. В естествознании часто в качестве принципов выступают наиболее фундаментальные законы науки; например, в механике такими принципами служат основные законы движения, сформулированные Ньютоном. Наконец, нельзя не отметить, что проверка многих гипотез, сформулированных с помощью абстрактного языка современной математики, требует поисков соответствующей реальной интерпретации математического формализма, а это, как было показано на примере математических гипотез теоретической физики, оказывается весьма сложной задачей;

В связи с проблемой эмпирической проверяемости гипотез встает вопрос о тех критериях, которыми ученые должны руководствоваться при их оценке. Этот вопрос составляет часть более общего вопроса о критериях всех суждений науки вообще. Ранние позитивисты считали научными только те понятия, гипотезы и теории, которые сводятся непосредственно к данным чувственного опыта, причем сам чувственный опыт трактовался ими субъективно. Сторонники неопозитивизма, и прежде всего участники Венского кружка, в качестве такого критерия вначале выдвинули принцип верифицируемое, т.е. проверки утверждений, гипотез и теорий эмпирических наук на истинность. Однако на опыте мы можем верифицировать только единичные утверждения. Для науки же наиболее ценными и важными являются как раз утверждения общего характера, сформулированные в виде гипотез, обобщений, законов и принципов. Такого рода утверждения не могут быть окончательно верифицированы, поскольку большинство из них охватывает бесконечное множество частных случаев. Поэтому принцип верифицируемости, выдвинутый неопозитивистами, подвергся критике не только со стороны представителей конкретных наук, но и многих философов. С резкой критикой этого принципа выступил Карл Поппер, предложивший вместо него критерий опровержимости или фальсифицируемости. «...Не верифицируемость, а фальсифицируемость системы должна быть взята, — писал он, — в качестве критерия демаркации научных гипотез и теорий от ненаучных».

С точки зрения Поппера, только принципиальная возможность опровержения гипотез и теоретических систем делает их ценными для науки, тогда как любое число подтверждений не гарантирует их истинности. В самом

деле, любой противоречащий гипотезе случай опровергает ее, в то время как всякое число подтверждений оставляет вопрос о гипотезе открытым. В этом проявляется асимметрия между подтверждением и опровержением, впервые ясно сформулированная еще Ф. Бэконом. Однако без некоторого числа подтверждений гипотезы у исследователя не может быть уверенности в ее правдоподобии.

Принципиальная возможность опровержимости гипотезы служит противоядием против догматизма, наталкивает мысль исследователя на поиски таких фактов и явлений, которые не подтверждают ту или иную гипотезу или теорию, тем самым устанавливает границы их применимости. В настоящее время большинство специалистов по методологии науки считает критерий подтверждения необходимым и достаточным, чтобы судить о научности гипотезы с точки зрения ее эмпирического обоснования.

4.4.2. Теоретическое обоснование гипотезы

Каждая гипотеза в науке возникает на основе имеющихся теоретических представлений и некоторых твердо установленных фактов. Сопоставление гипотезы с фактами составляет задачу ее эмпирического обоснования. Теоретическое обоснование связано с учетом и использованием всего накопленного предшествующего знания, которое имеет непосредственное отношение к гипотезе. В этом проявляется преемственность в развитии научного знания, его обогащение и расширение.

Прежде чем подвергнуть гипотезу эмпирической проверке, необходимо убедиться, что она является достаточно разумным предположением, а не скороспелой догадкой.

Одним из способов такой проверки служит теоретическое обоснование гипотезы. Наилучшим способом такого обоснования служит включение гипотезы в некоторую теоретическую систему. Если будет установлена логическая связь исследуемой гипотезы с гипотезами какой-либо теории, то тем самым будет продемонстрировано правдоподобие такой гипотезы. Как мы уже отмечали, в данном случае она будет подтверждаться не только непосредственно относящимися к ней эмпирическими данными, но и данными, подтверждающими другие гипотезы, логически связанные с исследуемой.

Однако во многих практических случаях приходится довольствоваться тем, чтобы гипотезы находились в соответствии с установленными принципами и законами той или иной области науки. Так, при разработке физических гипотез предполагается, что они не противоречат основным законам физики, таким, как закон сохранения энергии, заряда, момента количества движения и т.д. Поэтому физик вряд ли серьезно отнесется к гипотезе, в которой допускается возможность осуществления вечного движения. Однако слишком поспешное следование установившимся теоретическим представлениям чревато и опасностью: оно может задержать обсуждение и проверку новых, революционизирующих науку, гипотез и теорий. Наука знает немало таких

примеров: долгое непризнание в математике неевклидовой геометрии, в физике — теории относительности А. Эйнштейна и т.д.

4.4.3. Логическое обоснование гипотезы

Требование логической состоятельности гипотезы сводится прежде всего к тому, чтобы гипотеза не была формально противоречивой, ибо в таком случае из нее следует как истинное, так и ложное утверждение и такую гипотезу невозможно подвергнуть эмпирической проверке. Для эмпирических наук не представляют какой-либо ценности и так называемые тавтологические высказывания, то есть высказывания, остающиеся истинными при любых значениях их компонентов. Эти высказывания хотя и играют существенную роль в современной формальной логике, но не расширяют нашего эмпирического знания и поэтому не могут выступать в роли гипотез в эмпирических науках.

Итак, гипотезы, выдвигаемые в опытных науках, должны избегать двух крайностей: во-первых, они не должны быть формально противоречивыми и, во-вторых, они обязаны расширять наше знание, и поэтому их скорее следует отнести к синтетическому, чем аналитическому знанию. Последнее требование нуждается, однако, в уточнении. Как уже отмечалось, наилучшее обоснование гипотезы состоит в том, чтобы она входила в рамки некоторой теоретической системы, т.е. могла бы быть логически выведена из совокупности некоторых других гипотез, законов и принципов теории, в состав которой ее пытаются включить. Однако это будет свидетельствовать скорее об аналитической природе рассматриваемой гипотезы, чем об ее синтетическом происхождении. Не возникает ли здесь логического противоречия? Скорее всего, не возникает, ибо требование синтетического характера гипотезы относится к эмпирическим данным, на которых она строится. Аналитический же характер гипотезы проявляется в ее отношении к предшествующему, известному, готовому знанию. Гипотеза должна максимально учитывать весь относящийся к ней теоретический материал, который по сути дела представляет собой обработанный и аккумулированный прошлый опыт. Поэтому требования аналитичности и синтетичности гипотезы отнюдь не исключают друг друга, поскольку в них выражается необходимость теоретического и эмпирического обоснования гипотезы.

4.4.4. Информативность гипотезы

Понятие информативности гипотезы характеризует ее способность объяснить соответствующий круг явлений действительности. Чем шире этот круг, тем большей информативностью она обладает. Вначале гипотеза создается для объяснения некоторых фактов, которые не укладываются в существующие теоретические представления. Впоследствии она помогает объяснить другие факты, которые без нее было бы трудно или даже невозможно обнаружить.

Замечательным примером такой гипотезы является предположение о существовании квантов энергии, выдвинутое в начале XX века М.Планком. Первоначально эта гипотеза преследовала довольно ограниченную цель — объяснить особенности излучения абсолютно черного тела. Как уже отмечалось, вначале Планк вынужден был ввести ее в качестве рабочего предположения, так как не хотел порывать со старыми, классическими представлениями о непрерывности физических процессов.

Через пять лет А. Эйнштейн использовал эту гипотезу для объяснения закономерностей фотоэффекта, а позднее Н. Бор с ее помощью построил теорию атома водорода.

В настоящее время квантовая гипотеза стала теорией, которая лежит в фундаменте современной физики.

Этот пример весьма поучителен: он показывает, насколько подлинно научная гипотеза выходит за пределы той информации, которую ученый получает непосредственно из анализа эксперимента. Если бы гипотеза выражала простую сумму эмпирической информации, она в лучшем случае годилась бы для объяснения каких-то конкретных явлений. Возможность предсказания новых явлений свидетельствует о том, что гипотеза содержит дополнительное количество информации, ценность которой раскрывается в процессе разработки гипотезы, в ходе превращения вероятного знания в достоверное.

Информативность гипотезы тесно связана с ее логической силой: из двух гипотез логически сильнее та, из которой дедуктивно следует другая. Например, из исходных принципов классической механики с помощью дополнительной информации можно логически вывести все остальные гипотезы, которые первоначально могли быть установлены независимо от них. Исходные принципы, аксиомы, основные законы любой научной дисциплины будут логически сильнее всех остальных ее гипотез, законов и утверждений, поскольку они служат посылками логического вывода в рамках соответствующей теоретической системы. Вот почему поиски таких принципов и гипотез составляют труднейшую часть научного исследования, которая не поддается логической формализации.

4.4.5. Предсказательная сила гипотезы

Предсказания новых фактов и явлений, которые вытекают из гипотезы, играют существенную роль в ее обосновании. Все сколько-нибудь важные гипотезы в науке ставят своей целью не только объяснить факты известные, но и предсказать новые факты. Галилей с помощью своей гипотезы смог не только объяснить особенности движения тел вблизи земной поверхности, но и предсказать, какова будет траектория тела, брошенного под некоторым углом к горизонту.

Во всех случаях, когда гипотеза позволяет объяснить и предсказать неизвестные, а порой и совершенно неожиданные явления, наше доверие к ней заметно возрастает.

Нередко для объяснения одних и тех же эмпирических фактов можно предложить несколько различных гипотез. Поскольку все эти гипотезы должны согласовываться с имеющимися данными, то возникает настоятельная необходимость выведения из них эмпирически проверяемых следствий. Такие следствия представляют не что иное, как предсказания, на основе которых обычно и элиминируют гипотезы, которым недостает необходимой общности. На самом деле, всякий случай предсказания, который противоречит действительности, служит опровержением гипотезы. С другой стороны, всякое новое подтверждение гипотезы увеличивает ее вероятность.

При этом, чем больше предсказанный случай отличается от случаев уже известных, тем больше возрастает правдоподобие гипотезы.

Предсказательная сила гипотезы в существенной степени зависит от ее логической силы: чем больше следствий можно вывести из гипотезы, тем большими возможностями предсказания она обладает. При этом предполагается, что такие следствия будут эмпирически проверяемыми. В противном случае мы лишаемся возможности судить о предсказаниях гипотезы. Поэтому обычно и вводят специальное требование, характеризующее предсказательную силу гипотезы, а не ограничиваются только ее информативностью.

Перечисленные требования являются основными, с которыми так или иначе должен считаться исследователь в процессе построения и формулирования гипотез.

Разумеется, эти требования могут и должны дополняться рядом других специальных требований, в которых обобщается опыт построения гипотез в тех или иных конкретных областях научного исследования. На примере математической гипотезы было показано, какое значение для теоретической физики имеют, например, принципы соответствия и ковариантности. Однако такого рода принципы и соображения играют скорее эвристическую, чем детерминирующую роль. То же самое следует сказать о принципе простоты, который нередко фигурирует как одно из обязательных требований при выдвижении гипотезы.

Например, Л.Б.Баженов в статье «Современная научная гипотеза» в качестве одного из условий состоятельности гипотезы выдвигает «требование ее принципиальной (логической) простоты». Требование простоты существенно отличается от других рассматриваемых им требований, таких, как эмпирическая проверяемость, предсказуемость, возможность выведения следствий и т.д. Возникает два вопроса: (1) Когда исследователь обращается к критерию простоты при выдвижении гипотез? (2) О какой простоте гипотез может идти речь при их выдвижении?

Пользоваться критерием простоты можно лишь, в том случае, когда исследователь уже располагает некоторым количеством гипотез. В противном случае бессмысленно говорить об отборе. Кроме того, исследователь должен провести предварительную работу по обоснованию имеющихся в его распоряжении гипотез, то есть оценить их с точки зрения тех требований, которые мы уже рассмотрели.

А это означает, что критерий простоты является скорее эвристическим, чем строго обязательным требованием. Во всяком случае, обоснование гипотез никогда не начинается с их простоты. Правда, при прочих равных условиях исследователь предпочитает выбрать гипотезу, которая проще других по своей форме. Однако такой выбор делается уже после довольно сложной и кропотливой работы по предварительному обоснованию гипотезы.

Что же следует понимать под простотой гипотезы? Нередко простота теоретического знания отождествляется с привычностью его представления, возможностью использования наглядных образов. С этой точки зрения геоцентрическая гипотеза Птолемея будет проще гелиоцентрической гипотезы Коперника, так как она находится ближе к нашим повседневным представлениям: нам кажется, что движется Солнце, а не Земля. В действительности гипотеза Птолемея ложная. Для объяснения попятных движений планет Птолемей вынужден был настолько усложнить свою гипотезу, что впечатление об ее искусственности становилось все более очевидным.

Наоборот, гипотеза Коперника хотя и противоречила житейским представлениям о движении небесных тел, логически проще объясняла эти движения, исходя из центрального положения Солнца в нашей планетной системе. В результате искусственные построения и произвольные допущения, которые выдвигались Птолемеем и его последователями, были отброшены. Этот пример из истории науки ясно показывает, что логическая простота гипотезы или теории неразрывно связана с их истинностью.

Чем глубже по содержанию и шире по объему гипотеза или теория, тем логически проще оказываются их исходные положения. Причем под простотой здесь опять таки имеется в виду необходимость, общность и естественность исходных допущений, отсутствие в них произвола, искусственности. Исходные допущения теории относительности логически проще допущений классической механики Ньютона с его представлениями об абсолютном пространстве и движении, хотя овладеть теорией относительности значительно труднее, чем классической механикой, ибо теория относительности опирается на более тонкие методы рассуждений и гораздо более сложный и абстрактный математический аппарат. То же самое можно сказать о квантовой механике. Во всех этих случаях понятия '«простоты» и «сложности» рассматриваются скорее в психологическом и, быть может, социально-культурном аспектах.

В методологии науки простоту гипотезы рассматривают в логическом аспекте. Это означает, во-первых, общность, немногочисленность, естественность исходных допущений гипотезы; во-вторых, возможность выведения из них следствий наиболее простым путем, не прибегая для этого к гипотезам типа *ad hoc*; в-третьих, использование более простых средств для ее проверки. (*Гипотеза ad hoc, ад хок (от лат. ad hoc — специально, применимо только для этой цели), — гипотеза, предназначенная для объяснения отдельных, специальных явлений, которые невозможно объяснить в рамках данной теории. Для объяснения этого явления данная теория предполагает существование дополнительных не открытых условий, с помощью которых*

объясняется исследуемое явление. Таким образом, гипотеза ad hoc делает предсказание в отношении тех явлений, которые необходимо открыть. Эти предсказания могут сбыться, а могут и не сбыться. Если гипотеза ad hoc подтверждается, тогда она перестает быть гипотезой ad hoc и органично включается в соответствующую теорию. Учёные более скептически относятся к тем теориям, где гипотезы ad hoc существуют в больших количествах. Но с другой стороны без ad hoc гипотез не может обойтись ни одна теория, так как в любой теории всегда найдутся аномалии).

Первое условие иллюстрировалось путем сравнения исходных допущений классической механики и теории относительности. Оно применимо к любой гипотезе и теории. Второе условие характеризует простоту скорее гипотетических теоретических систем, чем отдельных гипотез. Из двух таких систем предпочитается та, в которой все известные результаты определенной области исследования могут быть получены логически из основных принципов и гипотез системы, чем с помощью специально придуманных для этого гипотез ad hoc. Обычно обращение к гипотезам ad hoc делается на первых этапах научного исследования, когда еще не выявлены логические связи между различными фактами, их обобщениями и объясняющими гипотезами. Третье условие связано не только с чисто логическими, но и с прагматическими соображениями.

В действительной же практике научного исследования логические, методологические, прагматические и даже психологические требования выступают в единстве.

Все рассмотренные нами требования к обоснованию и построению гипотез взаимосвязаны и обуславливают друг друга; обособленное их рассмотрение делается ради лучшего уяснения сути проблемы. Например, информативность и предсказательная сила гипотезы существенным образом влияют на ее проверяемость. Нечетко определенные, малоинформативные гипотезы весьма трудно, а порой просто невозможно подвергнуть эмпирической проверке. К. Поппер даже утверждает, что чем логически сильнее гипотеза, тем она лучше проверяема. С таким утверждением нельзя полностью согласиться хотя бы потому, что проверяемость гипотезы зависит не только от ее содержания, но также и от уровня экспериментальной техники, зрелости соответствующих теоретических представлений, словом, имеет такой же относительный характер, как и все остальные принципы науки.

4.5. Некоторые методологические и эвристические принципы построения гипотез

Существуют ли правила или общие принципы отбора наиболее вероятных, правдоподобных гипотез? Этот вопрос является дискуссионным. Рассмотрим две основные точки зрения по этому вопросу.

4.5.1. Гипотеза и индукция

В начальный период формирования экспериментальной науки возник, а затем получил широкое распространение взгляд, согласно которому гипотезы и законы науки формулируются посредством индуктивного обобщения эмпирических данных. Наиболее последовательное выражение такой взгляд нашел в работах Фрэнсиса Бэкона. Во многом справедливо критикуя силлогистическую логику Аристотеля, особенно ее схоластическую интерпретацию, Бэкон считал эту логику не пригодной для опытных наук. «Логика, которой теперь пользуются, — писал он, — скорее служит укреплению и сохранению заблуждений, имеющих свое основание в общепринятых понятиях, чем отысканию истины». Поэтому в противовес к "Органону" Аристотеля как логике дедукции он создал «Новый Органон», который, по его мысли, должен стать инструментом открытия новых истин в экспериментальных науках. Методом такого открытия Бэкон считал неполную, или проблематическую, индукцию. В «Новом Органоне» он поставил задачу разработать те правила индуктивных умозаключений, которые впоследствии были систематизированы и развиты дальше Дж.Ст. Миллем в виде так называемых методов экспериментального исследования.

Чтобы получить более ясное представление о возможностях применения этих методов, рассмотрим кратко основные каноны индуктивной логики, с помощью которых Бэкон и Милль считали возможным делать открытия в экспериментальных науках. Важнейшими из индуктивных канонов они считали методы сходства, различия и сопутствующих изменений. Остальные методы сводятся к перечисленным.

Метод сходства Милль считал преимущественно методом наблюдения, поскольку он позволяет выделить некоторый фактор, являющийся общим для всех исследуемых случаев. Этот общий фактор и будет причиной (или следствием) изучаемого явления, ибо фактор, отсутствующий в каком-либо из рассмотренных случаев, не может служить причиной (или следствием) этого явления.

Метод различия требует анализа по крайней мере двух случаев, которые отличаются друг от друга одним единственным фактором. При наличии этого фактора явление возникает, при отсутствии — исчезает. Этот фактор и будет причиной (или следствием) исследуемого явления. Например, чтобы установить причину замедленного падения в воздухе пера в сравнении с монетой, их помещают под колокол воздушного насоса. Выкачав воздух из

колокола, обнаруживают, что в безвоздушном пространстве и перо и монета падают одновременно. Поскольку два рассмотренных случая отличаются только одним фактором (наличием или отсутствием воздуха), то этот единственный фактор—сопротивление воздуха — и будет причиной замедленного падения пера в первом случае. Таким образом, преимущество метода различия в сравнении с методом сходства заключается в том, что он дает возможность не только пассивно наблюдать явления, но и активно изменять условия их протекания, т.е. проводить целенаправленные исследования, ставить эксперименты.

Метод сопутствующих изменений используется для установления причинной зависимости таких явлений, которые нельзя обнаружить с помощью методов сходства и различия. Так, мы не можем найти причину возникновения приливов и отливов рек и морей по методу различия, так как ни в каком реальном эксперименте нельзя изолироваться от притяжения Луны и Солнца. Однако в этом и во многих других аналогичных случаях удастся установить функциональную взаимосвязь между изменением двух или нескольких величин, встречающихся в исследуемом явлении. Обнаружение такой функциональной связи может служить доводом в пользу предположения, что указанные величины находятся в причинном отношении друг к другу.

Все перечисленные методы действительно применяются не только в экспериментальных исследованиях, но и в повседневной практике. Сам Милль, как свидетельствует Минто, заимствовал их «из практики научных, лабораторных исследований — в том виде, в каком их обобщил Гершель».

Являются ли эти методы действительными методами серьезных научных открытий? Классики теории индукции, и в особенности Ф. Бэкон, чрезмерно переоценивали их, считая созданную ими индуктивную логику логикой открытий. «Наш же путь открытия наук таков, — писал Бэкон, — что он немного оставляет остроте и силе дарований, но почти уравнивает их. Подобно тому как для проведения прямой линии или описания совершенного круга много значат твердость, умелость и испытанность руки, если действовать только рукой, — мало или совсем ничего не значит, если пользоваться циркулем и линейкой. Так обстоит и с нашим методом».

Дж.Ст. Милль, хотя и не разделял таких далеко идущих претензий Бэкона, все же считал индуктивные методы действенным инструментом открытия и доказательства причинных связей в природе. Именно эти методы, по его мнению, дают нам первоначальные обобщения, от которых зависит последующее построение гипотезы.

В действительности же эти методы требуют обращения к некоторым гипотезам, с помощью которых отделяются факторы существенные от несущественных, главные от второстепенных. В самом деле, применение метода сходства требует выделения единственного общего признака или фактора всех случаев явления. Метод различия основан на сравнении случаев, которые отличаются только одним признаком. Между тем предметы и явления реального мира обладают множеством всевозможных общих и различных свойств. Чтобы выделить среди них свойства, отношения или факторы, которые

являются существенными для целей нашего исследования, мы должны заранее располагать некоторой гипотезой. Так, в примере с падением монеты и пера в качестве существенного фактора, оказывающего влияние на процесс, выступает сопротивление воздуха. Соответственно такой гипотезе в дальнейшем и строится эксперимент. Однако заранее трудно определить, будет ли тот или иной фактор существенным для протекания явления. Мы можем выяснить это лишь с помощью гипотезы, проверив на опыте те следствия, к которым она приводит. Таким образом, методы классической индукции Бэкона и Милля не могут служить канонами открытия новых научных истин, так как сами нуждаются в использовании дополнительных гипотез.

Естественно возникает вопрос: в чем же заключается значение этих методов? Первая и основная функция индуктивных методов состоит в элиминации, или исключении, из числа возможных гипотез таких, которые не удовлетворяют имеющимся эмпирическим данным. Допустим, что для объяснения причины некоторого явления предложено множество взаимно исключающих, или альтернативных, гипотез: $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$. Чтобы найти среди них единственно возможную причину, следует сопоставить эти гипотезы с данными наблюдения или эксперимента. Если при этом, например, обнаружится, что при наличии факторов, сформулированных в гипотезе H_y , явление будет отсутствовать, то по методу сходства мы можем исключить гипотезу H_1 , как возможную причину возникновения исследуемого явления. Аналогичным образом используются для элиминации методы различия и сопутствующих изменений. После исключения из числа возможных причин гипотезы H_1 причину исследуемого явления мы должны искать среди дизъюнкции оставшихся гипотез:

$$H_2 \vee H_3 \vee \dots \vee H_n .$$

Последовательно элиминировав (элиминация — исключение неизвестного из системы уравнений) все другие гипотезы, кроме одной оставшейся, мы приходим к обнаружению гипотезы, служащей для объяснения причины явления.

Может случиться, что, исключив все гипотезы, мы так и не найдем причину явления. И в этом нет ничего удивительного, ибо законы индукции дают возможность элиминировать неподходящие гипотезы, но не обеспечивают нахождение наиболее вероятных гипотез. Методы элиминативной индукции суживают область поисков возможных гипотез и тем самым обеспечивают как бы отрицательный подход к истине. В большинстве случаев они не дают никаких указаний относительно того, как найти подходящую гипотезу. Только в некоторых простейших случаях с их помощью можно построить соответствующую гипотезу. Так, опираясь на метод сопутствующих изменений, мы можем сформулировать гипотезу о том, что длина металлического стержня изменяется с изменением его температуры. Эта гипотеза, действительно, представляет индуктивное обобщение о взаимосвязи между такими эмпирически наблюдаемыми свойствами или величинами, как

длина и температура стержня. Наблюдая на опыте изменение длин различных стержней из различных металлов в зависимости от изменения их температуры, можно прийти к упомянутой гипотезе.

Можно поэтому сказать, что вторая функция методов классической индукции состоит в том, что они дают возможность устанавливать простейшие гипотезы о зависимости эмпирически наблюдаемых свойств предметов и явлений. Однако здесь наряду с элиминативной индукцией мы обращаемся также к индукции эnumerативной (т.е. индукции через перечисление частных случаев обобщения).

Эмпирические обобщения, гипотезы и законы, получаемые с помощью методов индукции, играют заметную роль на первоначальной стадии научного исследования, которая связана с анализом и обобщением информации, добытой с помощью эксперимента или систематических наблюдений.

Теоретическая стадия исследования связана с использованием таких гипотез и законов, в которые входят понятия или термины, не являющиеся непосредственным отображением эмпирически наблюдаемых свойств и отношений.

В зарубежной литературе такие понятия часто называют понятиями о ненаблюдаемых объектах. Так, например, для объяснения расширения тел при нагревании в свое время была предложена молекулярно-кинетическая гипотеза. Эмпирически наблюдаемое расширение тел при нагревании она объясняла увеличением скорости движения мельчайших частиц вещества — молекул, которые являются эмпирически ненаблюдаемыми объектами.

Одна из причин того, что теоретические гипотезы и законы не могут быть получены из данных опыта, состоит в том, что опыт дает нам знание только об эмпирически наблюдаемых свойствах и отношениях явлений. Формы же теоретического исследования, к которым принадлежит и гипотеза, стремятся обнаружить их глубокий внутренний механизм, раскрыть их сущность, которая хотя и выражается в явлениях, но не дана в них непосредственно. Для этого нет другого пути, кроме систематического выдвижения гипотез и последующей их проверки на опыте.

Не существует никакой механической процедуры, или, лучше сказать, алгоритма, который бы гарантировал получение наиболее вероятных гипотез из имеющихся эмпирических данных. Поэтому нельзя построить такую индуктивную машину, которая бы создавала новые гипотезы в опытных науках. Гипотезы и теории не выводятся из опыта, а создаются исследователем, чтобы объяснить результаты опыта. Ясно поэтому, что индуктивная логика не может заменить ни «остроту ума», ни опыт ученого, как об этом мечтал Ф. Бэкон. Даже дедуктивная логика, которая оперирует правилами достоверных умозаключений, не может научить нас, как из данных аксиом выводить новые, интересные теоремы.

Нельзя поэтому построить такую дедуктивную машину, с помощью которой можно было бы получать новые теоремы из заложенных в нее аксиом. В этом отношении роль индуктивной и дедуктивной логик одинакова: они

должны служить в качестве определенного стандарта рассуждения, т.е. выполнять нормативную функцию.

Так, правила дедукции помогают нам установить, является ли то или иное доказательство логически обоснованным, т.е. соответствует ли каждый шаг такого доказательства правилам дедуктивных умозаключений. Обнаружение же самой теоремы, путей, которыми шел ученый к ее открытию, выходит за сферу компетенции логики.

Аналогично этому методы индуктивной логики в настоящее время все больше и больше начинают рассматриваться как определенные стандарты, с помощью которых оценивают степень подтверждения эмпирических обобщений и гипотез.

4.5.2. Гипотеза, интуиция и дедукция

С развитием экспериментальной и теоретической науки, с усложнением ее средств, приемов и способов исследования становилось все более очевидным, что индуктивные методы занимают в ней довольно скромное место.

Сами ученые начинают настойчиво подчеркивать значение творческого фактора в процессе научного открытия. Этот фактор нельзя свести к каким-либо известным, наперед заданным правилам, в том числе и к канонам классической индуктивной логики. Между тем он играет решающую роль в процессе научного открытия. Постепенно эта идея становится достоянием философии и логики науки. Еще в середине прошлого века английский логик и историк науки В. Уэвелл, критикуя недостатки классической теории индукции, указывал, что всякое научное открытие представляет «счастливую догадку», которую невозможно обосновать с помощью канонов индукции.

Процесс научного исследования, по его мнению, предполагает, во-первых, обнаружение какого-либо важного общего признака изучаемых явлений, во-вторых, распространение этого признака на сходные, но неизученные случаи и, в-третьих, выведение логических следствий из таким путем установленной гипотезы. Важно при этом отметить, что Уэвелл не говорит об индуктивных методах как методах открытия новых истин: их назначение скорее состоит в обобщении найденной в результате «счастливой догадки» общей закономерности на новые случаи, т.е. в экстраполяции обобщения. Поскольку процесс открытия новых научных истин не поддается логическому контролю, то такому контролю должна быть подвергнута проверка принимаемых гипотез. Именно в этих целях и привлекается дедукция, с помощью которой выводят следствия из гипотез и сравнивают их с эмпирическими фактами. Таким образом, индукция в концепции Уэвелла оказывается тесно связанной с дедукцией и сам его метод можно назвать индуктивно-дедуктивным. «Доктрина, представляющая гипотезу дедуктивного рассуждения, является выводом индуктивного процесса.

Частные факты, которые служат основой индуктивного вывода, являются заключением в логической цепи дедукции. И таким образом дедукция

устанавливает индукцию». Эти идеи Уэвелла перекликаются с теми позднейшими концепциями логики научного познания, с которыми выступили в 30-е годы К. Поппер и неопозитивисты в лице представителей венского кружка и аналитической философии. Пожалуй, в наиболее последовательном виде новая концепция логики научного открытия была представлена К. Поппером в его книге «Логика исследования» (Вена, 1935г.).

В отличие от Уэвелла он решительно отрицает какое-либо значение индукции в логическом анализе познания, поэтому его концепцию можно охарактеризовать как всецело дедуктивистскую. В рамках своей логики Поппер отказывается также от анализа путей и способов достижения нового знания в науке, считая эти вопросы либо неразрешимыми, либо относящимися к компетенции психологии научного творчества. «Вопрос о том, как случается, что новая идея возникает у человека — является ли это музыкальной темой, драматическим конфликтом или научной теорией, — может быть очень интересным для эмпирической психологии, но он не относится к логическому анализу научного познания. Это последнее касается не вопросов факта..., а только вопросов обоснования правильности. Соответственно этому, — продолжает он, — я буду ясно отличать процесс возникновения новой идеи и методы и результаты их логического исследования. Что касается задачи логики познания — в противоположность психологии познания, — я буду основываться на предположении, что она состоит исключительно в исследовании методов, применяемых в той систематической проверке, которой должна быть подвергнута всякая новая идея».

Сторонники неопозитивизма, критикуя классическую теорию индукции, в отличие от Поппера не отбрасывают индукцию вообще, а стремятся по-новому взглянуть на ее роль в науке. В то время как для Бэкона и отчасти для Милля индукция была методом открытия новых научных истин, для неопозитивистов она служит методом подтверждения гипотез и теорий. «При создании новой системы теоретических понятий и с ее помощью теории, — пишет Р. Карнап, — нельзя просто следовать механической процедуре, основанной на фиксированных правилах. Для этого требуется творческая изобретательность».

«...Правила индукции, — отмечает К. Гемпель, — будут определять силу подтверждения, которую данные обеспечивают гипотезе, и они могут выразить такое подтверждение в терминах вероятности».

Таким образом, многие специалисты, справедливо критикуя старый, механистический подход к процессу научного открытия, все свое внимание сосредоточивают исключительно на проверке или оценке уже существующих, наличных гипотез и теорий. И хотя такой анализ представляет важный этап исследования, тем не менее он недостаточен для понимания всего процесса исследования в целом и тем более той ее стадии, которая непосредственно связана с открытием нового.

В самой общей форме позицию большинства буржуазных специалистов по логике и методологии науки по вопросу о построении новых гипотез и теорий можно сформулировать примерно так. Создание новой гипотезы или теории не только не поддается логическому контролю, но часто не может быть объяснено

рациональным образом. В лучшем случае при этом делается ссылка на интуицию, которая нередко понимается в иррационалистическом духе. Так, К. Поппер считает, что интуитивный фактор, входящий в процесс открытия нового в науке, не допускает никакого рационального объяснения. «Мой взгляд, — пишет он, — может быть выражен с помощью утверждения, что каждое научное открытие содержит «иррациональный элемент», или «творческую интуицию» в смысле Бергсона». Эта ссылка на Бергсона весьма существенна для характеристики взглядов Поппера, ибо она показывает, что интуиция им понимается не так, как ее обычно рассматривают в науке, а как особый род инстинктивного познания. В самом деле, если следовать Бергсону, то необходимо признать, что «интуиция — не что иное, как высокоразвитая форма инстинкта. Она превосходит рассудок тем, что выражается всегда категорически, тогда как он в гипотетической форме».

Не говоря уже о том, что инстинкту нечего делать в науке, необходимо подчеркнуть, что, если результаты интуиции представляют безусловные, или категорические, истины, тогда дальнейшее их исследование становится ненужным. В таком случае отпадает необходимость в проверке гипотез и теорий, выдвигаемых учеными, а следовательно, становится ненужной и попперовская теория дедуктивной проверки новых идей. Все это свидетельствует о том, что иррациональные исходные посылки рано или поздно приходят в противоречие с рациональными элементами любой теории, как это случилось с логикой науки К. Поппера. Многие неопозитивисты, не желая затруднять себя, переносят вопрос о возникновении новых идей всецело в сферу эмпирической психологии, ограничивая тем самым свою задачу исключительно формально-логическим аспектом проверки и подтверждения гипотез, т.е. все дело сводят к логической дедукции следствий из них и проверке этих следствий на опыте. Налицо, таким образом, попытка приложения гипотетико-дедуктивного метода к анализу возникновения нового знания.

Если индуктивисты пытаются объяснить механизм возникновения нового знания в науке, то дедуктивисты отрицают саму правомерность такой попытки. Для них самое важное заключается в дедукции следствий из новых знаний (гипотез и теорий). Однако такой подход так же односторонен и ограничен, как и противоположный ему — индуктивистский, ибо научная деятельность вовсе не сводится к нанизыванию силлогизмов, а предполагает концептуальный анализ существующих теорий, обнаружение в них так называемых точек роста, на основе которых происходит дальнейшее расширение и развитие теории.

Конечно, методология науки не может дать готовых рецептов для построения конкретных научных гипотез, но в то же время она не должна игнорировать ценные результаты общего характера, которые накоплены в частных науках.

4.5.3. Взаимодействие различных факторов в процессе построения гипотез

В истории логики, как и в истории философии, долгое время господствовало мнение, что способы рассуждений или умозаключений ограничиваются исключительно дедукцией и индукцией. В разные времена, в зависимости от уровня развития науки и общего интеллектуального климата эпохи преобладала либо дедуктивистская, либо индуктивистская тенденция. Так, античная наука, не знавшая экспериментального исследования, почти целиком ориентировалась на дедукцию. Не случайно основы дедуктивной логики в форме силлогистики Аристотеля возникают именно в это время.

Необходимость в экспериментальном исследовании природы, с особой силой выдвинутая развитием производительных сил нарождающегося капиталистического общества, привела к разработке классической индуктивной логики и критике традиционной дедукции. По мере того как все более очевидными становились недостатки классической индукции Бэкона и Милля, начинается новый поворот к дедукции в форме гипотетико-дедуктивного метода. Но такое противопоставление дедукции индукции, как и ограничение способов рассуждения этими двумя формами умозаключений, не соответствует действительной практике научного исследования. Ученый пользуется всеми доступными способами рассуждений и мобилизует все свои психические способности и навыки для обнаружения истины. Поэтому методология науки должна рассматривать способы и приемы познания в их диалектическом взаимодействии. Это, конечно, не исключает специального изучения отдельных методов рассуждения и тех вспомогательных эвристических средств, которые облегчают поиски истины.

При построении гипотез чаще всего обращаются к таким логическим и эвристическим приемам исследования, как индукция и статистика, аналогия и интуиция, дедукция и конструкция. Не претендуя на исчерпывающее изложение этих вопросов, которые составляют предмет особого исследования, рассмотрим кратко наиболее существенные с интересующей нас точки зрения особенности этих методов.

4.5.4. Индуктивные и статистические методы

Всякое обобщение эмпирического материала, по крайней мере на предварительной стадии исследования, предполагает использование методов индукции. Часто эти методы представляются настолько простыми и привычными, что ученый может и не задумываться над ними. Действительно, чтобы прийти к некоторому обобщению, необходимо располагать определенным числом примеров, или частных случаев, которые подтверждают выдвинутое обобщение. Очевидно, что, чем больше будет найдено подтверждающих случаев обобщения, тем вероятнее будет само обобщение. Здесь мы встречаемся с типичным примером индукции через простое перечисление. Однако правдоподобность обобщения зависит не столько от

простого числа случаев, сколько от того, как различаются эти случаи друг от друга. Если один случай не отличается от другого или отличается весьма незначительно, то он мало что прибавляет в обобщение. Наоборот, чем разнообразнее случаи обобщения, тем вероятнее само обобщение. Эта идея, как известно, лежит в основе элиминативной индукции, согласно которой правильная индуктивная гипотеза получается путем элиминации, или исключения, конкурирующих обобщений.

В истории логики элиминативная индукция нередко противопоставлялась эnumerативной как более надежный способ построения эмпирических гипотез. Начиная с Ф. Бэкона многие философы подчеркивали, что простое накопление случаев не может повысить надежность обобщения. Поэтому следует анализировать случаи, которые как можно больше отличаются друг от друга, поскольку именно разнообразные случаи могут помочь в исключении конкурирующих гипотез. С этой точки зрения индукция, как справедливо замечает С.Ф. Баркер, выступает как борьба, в которой выживают более подходящие гипотезы. Действительно, данное обобщение будет тем лучше подтверждаться свидетельствами, чем конкурирующее с ним обобщение опровергаться ими. Но такое противопоставление элиминативной индукции эnumerативной вряд ли оправдано. В действительной практике научного исследования не ограничиваются простым накоплением фактов или случаев, а по возможности стремятся разнообразить их. И все же количество исследованных случаев отнюдь не безразлично для определения вероятности гипотезы. Об этом свидетельствуют, в частности, статистические и вероятностные методы исследования.

В свое время Д.С. Милль поставил такой вопрос, почему иногда достаточно нескольких случаев подтверждения гипотезы, чтобы поверить в нее, в то время как тысячи других случаев не увеличивают ее вероятности?

Чтобы ответить на него, мы в общих чертах рассмотрим, как происходит отбор таких случаев в статистике. Поскольку гипотезы обычно относятся к весьма обширным или даже бесконечным множествам случаев, то необходимо так выбрать эти случаи, чтобы они давали верное представление обо всем классе случаев. Полную совокупность объектов или случаев, на которую распространяется обобщение или гипотеза, в статистике принято называть популяцией. Часть популяции, которая в качестве образца выделяется для специального исследования, представляет выборку. Чтобы выборка давала правильное представление о всей популяции, или была репрезентативной, следует выполнить ряд требований, важнейшим из которых является условие рандомизации.

Это значит, что каждый элемент популяции с одинаковой вероятностью может стать элементом выборки. Если выборка будет репрезентативной, то распределение свойств в ней будет приблизительно такое же, как и в популяции. Так, по горсти зерна, взятой из мешка, мы можем судить о качестве зерна во всем мешке. В этом, как и в других случаях, мы исходим из существования некоторой однородности, или гомогенности, элементов популяции. Именно поэтому исследование небольшого числа ее элементов,

представляющих выборку, достаточно для того, чтобы судить о всей популяции. Таким образом, число случаев подтверждения гипотезы играет важную роль только тогда, когда еще не выявлена их однородность в каком-либо существенном отношении. Другой важный момент, который следует учитывать при оценке вероятности гипотез, связан с возможностью их дедуктивной разработки.

4.5.5. Дедукция и конструкция гипотез

Как уже отмечалось, степень подтверждения отдельных, изолированных гипотез намного ниже тех гипотез, которые входят в некоторую гипотетико-дедуктивную систему. Индуктивные и статистические методы исследования в основном приспособлены для оценки степени вероятности отдельных эмпирических обобщений и гипотез. Когда наука или отдельная ее отрасль только что складывается или же еще не достигла той степени зрелости, при которой решающую роль приобретает построение теорий, тогда эти методы могут оказать значительную помощь при анализе и оценке отдельных утверждений, обобщений и гипотез.

В развитых же науках, где преобладают системы теорий, изолированные гипотезы встречаются крайне редко. Обычно любую такую гипотезу стремятся включить в состав некоторой теории. В результате этого она либо оказывается логическим следствием других гипотез, либо сама служит исходной посылкой для дальнейших выводов.

Гипотезы, получаемые с помощью дедукции из других логически более сильных гипотез или посылок теории, оказываются лучше обоснованными и с рациональной и с эмпирической точек зрения, хотя они могут быть известными и до их дедуктивного вывода. Так, например, принципы или гипотезы термодинамики были сформулированы задолго до создания классической статистической механики, из которой они впоследствии были логически выведены и тем самым теоретически объяснены. В еще большей мере это относится к эмпирическим гипотезам или законам, которые хотя и обобщают и описывают факты, но сами могут быть поняты только на основе более широких теоретических гипотез и законов. Так, все эмпирически найденные зависимости между физическими свойствами газов (давлением, объемом и температурой, которые известны в физике как законы Бойля, Гей-Люссака и Шарля) получили свое объяснение только после создания кинетической теории газов.

Основное значение для развития науки имеют, несомненно, те гипотезы, которые сами служат посылками для дальнейших дедукций. Такие гипотезы не могут быть найдены ни индуктивно, ни дедуктивно, хотя оба эти метода играют известную роль в процессе поиска и проверки гипотезы. Поскольку, однако, любая гипотеза, претендующая на то, чтобы стать посылкой теории, должна войти в общую концептуальную схему этой теории, то ее построение неизбежно связано с использованием более глубоких и широких концептуальных средств: понятий, идей и методов. В процессе исследования ученый отталкивается от предшествующего теоретического знания и известных

эмпирических данных. Выдвигая новые гипотезы, он стремится объяснить с их помощью все ранее найденные частные результаты и обобщения. Такое объяснение предполагает создание более широкой системы понятий и утверждений, чем прежняя. Как правильно подчеркивает Н. Р. Хэнсон, целью ученого является создание концептуальной схемы, в терминах которой могут быть поняты имеющиеся данные.

Закладывая основы своей механики, Ньютон не ограничился выдвижением более сильных по сравнению с его предшественниками гипотез. Он перестроил всю концептуальную схему механики, ввел и уточнил ряд понятий, разработал новый метод получения математических следствий в форме так называемого исчисления флюксий (анализа бесконечно малых). Только благодаря этому ему удалось получить в качестве следствий из исходных посылок своей теории ранее найденные законы Кеплера, закон свободного падения и многие другие результаты, которые до него казались не связанными друг с другом.

Вполне понятно, что как построение новых понятий, так и выдвижение более сильных гипотез не есть чисто логический процесс. Оно требует творчества и изобретательности, использования аналогий и других эвристических средств. В науке нередко все эти способы и средства относят к интуиции. Не претендуя здесь на решение весьма трудных, опорных и малоисследованных вопросов этой проблемы, остановимся на выяснении роли интуиции и логики в процессе выдвижения и построения гипотез.

Интуиция и логика часто противопоставляются друг другу. Иногда интуиция рассматривается как наивысшая форма познания, в корне противоположная не только логическому рассуждению, но и всякому рациональному знанию вообще. С этой точки зрения возникновение наиболее плодотворных гипотез в науке происходит будто бы в результате внезапного озарения, не связанного с предшествующей работой мысли. Более того, считается, что критический анализ тормозит этот процесс, подавляет творческое воображение и полет фантазии. Недаром многие открытия, утверждают защитники этой точки зрения, совершаются во сне или же тогда, когда ученый не думает о науке. В действительности всякому важному открытию в науке предшествует длительная, кропотливая работа мысли. Мы уже отмечали, что Галилею потребовалось свыше трех десятков лет, чтобы открыть закон свободного падения тел. Маловероятен также рассказ о том, будто Ньютона натолкнуло на открытие закона всемирного тяготения наблюдение им падения яблока с дерева. Верить этой легенде — значит игнорировать все предшествующие попытки решения этой проблемы, усилия, предпринятые в этом направлении такими предшественниками Ньютона, как Галилей и Кеплер, а также более ранние, но безуспешные попытки самого Ньютона. Все дело в том, что, после того как открытие сделано, весь трудный предварительный этап исследования, а тем более многочисленные неудачные попытки решения проблемы обычно забываются и новое открытие часто выглядит поэтому как нечто неожиданное и случайное, совершенно не связанное с предыдущими результатами научного познания. Даже в тех случаях, когда новые гипотезы и открытия возникают внезапно, а иногда во

сне, при более тщательном анализе оказывается, что такой скачок в познании представляет результат длительных предыдущих исследований. Так, известно, что гипотеза о структурной формуле бензола (C_6H_6) окончательно оформилась у Кекуле во сне. Но прежде чем придти к ней, он свыше десяти лет безуспешно бился над решением этой проблемы. Идея о периодическом законе химических элементов у великого русского химика Д. И. Менделеева возникла также во сне, но она представляла итог всей его научной деятельности, неустанных поисков объяснения закономерностей изменения свойств химических элементов. Во всех таких случаях сознательная деятельность, опирающаяся на знание и опыт, играет гораздо более важную роль в формировании новых гипотез и открытий, чем те обстоятельства, при которых происходит окончательное их уяснение в мысли ученого.

С психологической точки зрения изучение механизмов интуиции и в особенности творческого воображения представляет огромный интерес, хотя практически в этой области сделано еще очень мало. Несомненно, однако, что результаты интуиции нуждаются в обосновании и проверке больше, чем выводы рационального познания.

Многие авторы подчеркивают, что интуиция представляет недостоверный зачаток мысли. Она может наводить на интересные размышления, приводить к новым идеям, но в то же время порождать ошибки. Если бы мы всецело полагались на интуицию, то никогда не имели бы ни неевклидовых геометрий, ни теории относительности, ни квантовой механики, многие положения которых противоречат здравому смыслу и нашим привычным интуитивным представлениям. Вот почему теоретическое обоснование и практическая проверка интуитивно найденных гипотез приобретает такое важное значение для решения судьбы самой гипотезы.

С логической точки зрения разработка гипотез предполагает установление их непротиворечивости, сопоставление с другими гипотезами, а самое главное — с дедукцией следствий, которые можно проверить на опыте. Без такой дедукции все наши гипотезы в эмпирических науках будут в лучшем случае интуитивными догадками.

4.6. Методы проверки и подтверждения гипотез

В научном исследовании смелость в выдвижении гипотез должна сочетаться с тщательностью и строгостью их проверки. Обсуждая критерий проверяемости, мы уже отметили ряд трудностей, которые встречаются при испытании гипотез. Здесь мы коснемся более подробно некоторых проблем, связанных с проверкой и подтверждением гипотез.

4.6.1. Проблема проверки гипотез

Эмпирическая проверка гипотез в конечном итоге сводится к проверке тех следствий, которые из них вытекают, непосредственно с помощью результатов

наблюдений или специально поставленных экспериментов. Такие следствия обычно выражаются в форме условных утверждений, т.е. утверждений, в которых перечисляются те требования, выполнение которых необходимо для появления того или иного события.

Если предсказания, выведенные из гипотезы, согласуются с данными наблюдения или эксперимента, то говорят, что гипотеза подтверждается этими данными.

В точных естественных науках, таких, как физика, астрономия, химия, результаты проверки гипотезы могут быть выражены количественным способом, чаще всего с помощью математических функций. Так, гипотеза о постоянстве ускорения всех свободно падающих тел была проверена с помощью логически выведенного из нее следствия о функциональной зависимости между временем падения тела и расстоянием, пройденным им за это время, т.е.

$$S_t = \frac{gt^2}{2} + v_0t + S_0.$$

Зная начальную скорость v_0 и положение тела S_0 к началу падения, мы можем непосредственно на опыте вычислить расстояние S_t , пройденное им за одну, две, три и т.д. секунды, и сравнить эти значения с теми, которые получаются из вышеприведенной формулы. Совпадение этих значений будет свидетельствовать о подтверждении эмпирически проверяемого следствия, а значит, и самой гипотезы, из которой оно выведено.

Но такое подтверждение зависит от числа проверенных случаев: чем больше значений для времени и расстояния S_t мы проверим, тем вероятнее будет наше заключение.

В строгом смысле слова, окончательная проверка следствия, как показывает формула, требует сопоставления бесчисленного множества значений для t и S_t . На опыте мы можем, разумеется, проверить лишь сравнительно небольшое конечное количество случаев. Поэтому в принципе всегда остается возможность опровержения гипотезы с помощью новых наблюдений и экспериментов.

Вот почему гипотезы общего характера никогда нельзя окончательно верифицировать на опыте.

С другой стороны, одного случая, не подтверждающего гипотезу, достаточно, чтобы опровергнуть ее целиком. Между подтверждением и опровержением гипотезы, как мы уже знаем, не существует симметрии. Именно основываясь на такой антисимметрии, К. Поппер и выдвинул свой критерий опровержения, или фальсификации, с помощью которого он предлагает отличать научные гипотезы и теории от ненаучных. Однако критерий опровержения нельзя противопоставлять критерию подтверждения, в особенности в науке.

Все предшествующие рассуждения об антисимметрии между подтверждением и опровержением гипотез основывались на тех формально-

логических принципах, которые связаны с этими критериями. Из истинности следствия некоторого высказывания мы не можем заключать об истинности самого высказывания: это было бы логической ошибкой. Наоборот, ложность следствия свидетельствует о ложности высказывания, из которого оно вытекает. Такое умозаключение является логически правильным, известным в формальной логике под названием *modus tollens*. Когда эти принципы логики применяются для проверки отдельных, не связанных друг с другом гипотез, то настаивание на существовании асимметрии между подтверждением и опровержением не только допустимо, но и необходимо. Совершенно иначе обстоит дело, когда мы обращаемся к реальной практике науки, в которой одни гипотезы зависят от других, а также различных вспомогательных предположений.

В этом случае мы уже не можем так безапелляционно говорить об опровержении, как говорили об опровержении отдельной, изолированной гипотезы. Так, уже в случае проверки гипотезы о постоянстве ускорения свободно падающих тел наряду с самой гипотезой нам приходится считаться с такими вспомогательными предположениями или гипотезами, как отсутствие сопротивления воздуха, близость тела к земной поверхности и некоторые другие. Поэтому, если при проверке гипотезы окажется, что ее следствия будут противоречить данным опыта, то это, в строгом смысле слова, не будет свидетельствовать об окончательном опровержении исходной гипотезы. Вполне допустимо, что отрицательный результат опыта зависит от ложности какого-либо вспомогательного предположения, с которым связана исходная гипотеза. Все это говорит о том, что процесс проверки и опровержения гипотез, входящих в состав какой-либо научной теории, носит более сложный характер, чем это кажется на первый взгляд.

Если результат проверки некоторой основной и вспомогательных гипотез оказывается отрицательным, то точными логико-математическими средствами можно доказать, что в этом случае ложна либо основная гипотеза, либо одна или несколько, или даже все вспомогательные гипотезы. Установить это можно только в процессе дальнейшего исследования.

Указанные выше соображения имеют существенное значение для оценки роли так называемого решающего эксперимента. В науке нередко приходится иметь дело с конкурирующими гипотезами, которые опираются на одни и те же эмпирические данные и объясняют одни и те же явления. В таком случае, если бы нам удалось осуществить эксперимент, результаты которого опровергали одну из гипотез, другая из них могла претендовать на истинность. Но, как уже отмечалось, каждая из достаточно глубоких научных гипотез обычно связана с целым рядом вспомогательных предположений или гипотез. Поэтому отрицательный результат эксперимента может свидетельствовать не о ложности самой исходной гипотезы, а какого-либо вспомогательного предположения.

Если нам удастся исправить или модифицировать ошибочное вспомогательное предположение, то эксперимент может подтвердить основную гипотезу. Это означает, что эксперимент, окончательно опровергающий одну из

конкурирующих гипотез и подтверждающий другую, осуществить крайне трудно, если не невозможно.

Другими словами, неоспоримое экспериментальное доказательство, то, что Ф. Бэкон называет *Experimentum crucis*, в науке фактически не встречается. По отношению к физике такой вывод о невозможности решающего эксперимента настойчиво защищался Пьером Дюгемом, а впоследствии в более общей форме эта идея развивалась У. Куайном.

В своей книге, посвященной структуре физической теории, Дюгем писал: «...физик никогда не может подвергнуть контролю опыта одну какую-нибудь гипотезу в отдельности, а всегда только целую группу гипотез. Когда же опыт его оказывается в противоречии с предсказаниями, то он может отсюда сделать лишь один вывод, а именно, что, по меньшей мере, одна из этих гипотез неприемлема и должна быть видоизменена, но он отсюда не может еще заключить, какая именно гипотеза не верна».

Справедливость своего тезиса Дюгем иллюстрирует на примере двух конкурирующих гипотез оптики: корпускулярной, или эмиссионной, гипотезы Ньютона и волновой гипотезы Гюйгенса и Френеля. Согласно первой гипотезе, свет представляет поток частиц, или корпускул, испускаемых светящимся телом. Волновая гипотеза рассматривает его как колебательное движение особой субстанции, названной мировым эфиром. Обе эти гипотезы более или менее удовлетворительно объясняли явления распространения, отражения и преломления света.

Но из волновой гипотезы вытекало также следствие, что скорость света в воздухе должна быть больше, чем в воде, тогда как, согласно корпускулярной, наоборот, скорость в воздухе должна быть меньше, чем в воде.

В 1850г. французский физик Фуко осуществил эксперимент, подтвердивший, что скорость света в воздухе действительно больше, чем в воде. Эти результаты многие ученые рассматривали как решающее доказательство опровержения корпускулярной гипотезы и подтверждения волновой. Поскольку, однако, обе эти гипотезы зависят от целого ряда других вспомогательных гипотез, то отрицательный результат эксперимента сам по себе не свидетельствует о ложности корпускулярной гипотезы.

Вполне возможно, что ошибочной является какая-либо из вспомогательных гипотез. Во всяком случае, полученный результат требовал пересмотра и модификации всей совокупности предположений и гипотез, связанных с корпускулярной концепцией. И действительно, после того как А. Эйнштейн в 1905 году вместо старых представлений о корпускулах выдвинул гипотезу о квантах света, или фотонах, то в качестве доказательства ее справедливости он сослался на опыты Ленарда. Эти опыты опровергали представления классической волновой теории о непрерывном характере световой энергии, и поэтому Эйнштейн расценивал их «как второй решающий эксперимент» относительно природы света. Но опять-таки эксперимент не целиком опровергал волновую гипотезу и сам Эйнштейн стремился модифицировать ее так мало, как это было возможно.

Этот пример из истории науки ясно показывает, что полное опровержение, как и подтверждение гипотез, входящих в состав теорий и связанных многочисленными отношениями с другими гипотезами, в каждый данный период времени фактически невозможно. Поэтому невозможен и решающий эксперимент, о котором писал Ф. Бэкон, т.е. эксперимент, окончательно и полностью опровергающий одну гипотезу и подтверждающий другую, ей противоположную. В современной зарубежной литературе по методологии науки этот тезис настойчиво защищался И. Лакатошем в его исследованиях по (методологии научно-исследовательских программ. Поскольку гипотезы в науке, как правило, объединяются в рамках некоторой концепции или, как предпочитает говорить Лакатош, определенной исследовательской программы, то никакой реальный эксперимент не может сразу же отвергнуть такую программу. «Не существует никаких решающих экспериментов,—подчеркивает он,—по крайней мере, если под ними подразумевать эксперименты, которые тотчас же могут ниспровергнуть исследовательскую программу. Фактически, когда одна исследовательская программа терпит поражение и заменяется другой, мы можем — довольно непредусмотрительно — назвать эксперимент решающим, если он обеспечивает эффектное подтверждение для побеждающей программы и не подкрепляет отвергаемую (в том смысле, что новые результаты никогда не были «объяснены прогрессивно» — или вообще «объяснены» — в рамках отвергаемой программы». Многочисленные примеры из истории развития новейшей физики, которые анализирует Лакатош, достаточно убедительно Свидетельствуют об относительном характере экспериментов в науке.

4.6.2. Проблемы подтверждения и опровержения гипотез

При решении проблем подтверждения и опровержения гипотез необходимо учитывать, идет ли речь об отдельной, изолированной гипотезе или же о некоторой их системе.

Игнорирование этого обстоятельства и неконкретный подход к вопросу чаще всего и порождает крайние, односторонние попытки решения проблемы.

Как уже отмечалось, дедуктивисты вроде Поппера и его последователей единственно приемлемым методом проверки гипотез считают дедукцию. Сторонники индуктивизма все свое внимание обращают на индуктивные методы подтверждения. Такое противопоставление, во-первых, хотя и имеет известные основания, все же не учитывает той специфической роли, которую играют гипотезы в науке. Фактически в любой достаточно зрелой науке они выступают не обособленно, а в рамках теорий, т.е. системы взаимосвязанных гипотез. Во-вторых, в процессе научного исследования опровержение и подтверждение гипотез скорее дополняют, чем исключают друг друга. Поэтому мы не можем согласиться с мнением Поппера о том, что научные законы эмпирических теорий могут быть только опровергаемы, но не подтверждаемы.

Конечно, принципиальная возможность опровержения гипотезы или теории является важным критерием ее содержательности. Теория, которая

может только подтверждаться, дает либо тривиальное, либо слишком схематическое объяснение исследуемых явлений. Возможность опровержения гипотезы, как справедливо замечает М. Бунге, есть признак ее научности. Но это условие, будучи необходимым, не является вместе с тем достаточным.

Чтобы обосновать гипотезу, мы должны по крайней мере на некоторых частных случаях убедиться в ее правильности. Частные случаи, подтверждающие гипотезу, будут свидетельствовать хотя бы о ее частичной истинности.

Проблема оценки степени подтверждения гипотез до настоящего времени остается дискуссионной. Точные методы такой оценки впервые попытались применить еще основоположники математической логики — Г.В. Лейбниц и Д. Буль, а после них Ч. Пирс, Д. Венн и П.С. Поредкий. Лейбниц даже мечтал о создании специальной логики, которая учитывала бы степени вероятности не только гипотез, но и любых высказываний вообще. Эта программная идея Лейбница нашла дальнейшее развитие в исследованиях английского ученого Д.М. Кейнса (1921г.). На современном уровне, с использованием методов логической семантики вероятностная логика разрабатывается в трудах Р. Карнапа, Дж. Кемени, Г. Леблана и других.

Вероятностная логика, которая пришла на смену старой классической индуктивной логике Бэкона — Милля, совершенно по-новому ставит проблему индукции.

Если раньше задачу индуктивной логики видели в открытии и доказательстве новых научных истин, то впоследствии стало совершенно очевидным, что с помощью правил индукции Бэкона — Милля можно открывать лишь весьма простые истины. В настоящее время перед индуктивной логикой ставятся задача — не изобретать правила открытия новых научных истин, а находить объективные критерии подтверждения гипотез эмпирическими посылами и, если возможно, определить степень, с которой эти посылки подтверждают гипотезу.

Степень вероятности гипотезы существенным образом зависит от тех посылок, которые служат для ее подтверждения.

С изменением посылок, получением новой информации меняется и вероятность гипотезы. Что касается численной оценки вероятности гипотез, то здесь мнения ученых расходятся. Большинство из них склоняется к мысли, что возможна лишь сравнительная оценка степени подтверждения гипотез. Иными словами, гипотезы можно лишь сравнивать в терминах «больше подтверждается», «одинаково подтверждается» или «меньше подтверждается». Учитывая, что эмпирические данные, на которые опираются разные гипотезы, могут оказаться различными, даже такое сравнение не всегда осуществимо.

Другие исследователи, как, например, Р. Карнап и его последователи, верят в возможность построения вероятностной логики, с помощью которой можно охарактеризовать степень подтверждения точным числом.

По-видимому, все же наиболее перспективными являются попытки создания сравнительной вероятностной логики, на чем так настаивал более осторожный Кейнс.

Как бы ни расходились мнения относительно оценки степени вероятности гипотез, тем не менее совершенно ясно, что методы вероятностной логики приспособлены главным образом для анализа подтверждения отдельных, логически между собой не связанных гипотез. В реальной науке такого рода гипотезы встречаются только тогда, когда мы имеем дело с эмпирической проверкой той или иной теории, но даже здесь приходится учитывать взаимовлияние гипотез друг на друга. Действительно, если гипотеза H_1 влечет гипотезу H_2 , тогда подтверждение последней служит косвенным свидетельством первой. Именно так связаны друг с другом гипотезы в рамках гипотетико-дедуктивной системы. Поэтому по подтверждению эмпирически проверяемых гипотез можно косвенно судить о подтверждении гипотез, которые нельзя проверить непосредственно на опыте. Примеры подобного рода мы уже обсуждали.

Кроме подтверждения логических следствий гипотезы косвенным свидетельством ее правильности, могут служить также случаи подтверждения так или иначе связанных с ней гипотез того же уровня общности. Вот почему степень подтверждения гипотезы, включенной в теоретическую систему, увеличивается в такой мере, что с ней не может сравниться степень вероятности любого числа частных случаев ее подтверждения.

Глава 5. Методы анализа и построения теорий

Необходимость в построении теории возникает из-за естественного стремления установить логическую связь между отдельными обобщениями, гипотезами и законами той или иной области исследования. На ранней стадии развития любой науки происходит накопление и анализ фактического материала, который приводит к установлению отдельных обобщений, гипотез и законов. Поскольку все эти формы знания выступают здесь обособленно, то подтверждение или опровержение любой из них не влияет на другие.

Дальнейший прогресс науки характеризуется не только приведением в систему результатов ранее полученного знания, но и введением более глубоких понятий и принципов, открытием более фундаментальных и общих законов и гипотез, аксиом и постулатов, из которых стремятся логически вывести все ранее известное знание.

В результате на зрелой стадии наука превращается в систему теорий, в рамках которых и происходит синтез научного знания.

В этой главе рассматриваются сначала основные типы научных теорий, их природа и функции, а затем некоторые методы их логического анализа и построения.

5.1. Основные типы научных теорий

Научные теории можно классифицировать по самым различным признакам: объекту исследования, логической структуре, методу изучения, глубине анализа и т.д. Для наших целей наиболее существенной представляется классификация теорий с точки зрения их логической структуры, следовательно и методов, используемых для построения теорий. Такая классификация весьма далека от совершенства, но она может служить в качестве ориентира в последующих рассуждениях.

В естествознании и математике чаще всего имеют дело с четырьмя основными типами теорий: (1) содержательными теориями опытных наук; (2) гипотетико-дедуктивными, или полуаксиоматическими теориями естествознания; (3) аксиоматическими теориями математики и математического естествознания; (4) формализованными теориями математики и логики.

Фундаментом естествознания и опытных наук служат теории, в которых систематизируются, обобщаются и объясняются факты определенной области действительности.

С помощью гипотез, законов и принципов теории удается не только объяснить факты уже известные, но и предсказать факты новые, неизвестные. Все эти теории с различной полнотой и глубиной обобщают и анализируют эмпирический материал и по этой причине могут быть названы опытными, содержательными или реальными теориями, хотя ни одно из этих названий не является безупречным. Квалифицируя подобные теории как опытные, обычно хотят подчеркнуть их отличие от абстрактных, или умозрительных теорий. Термин «содержательные теории» в принятой здесь классификации

используется для того, чтобы отделить такие теории от формальных теорий математики и символической логики.

Наконец, учитывая тесную связь многих из этих теорий с реальным миром опыта, иногда их называют реальными.

По своему уровню содержательные теории могут значительно отличаться друг от друга. Как известно, каждая наука начинает свое развитие с накопления необходимого количества фактов и выявления простейших эмпирических зависимостей между ними. Однако простая совокупность фактов и даже эмпирических законов не составляет еще теории. Уровень развития науки характеризуется не столько количеством найденных эмпирических данных, сколько установлением необходимых связей между ними, объединением их в рамках единой теоретической системы.

Систематизация, координация и в конечном итоге субординация научного материала представляют те необходимые этапы, через которые проходит в своем развитии любая зрелая наука. Уже на эмпирической стадии наряду с интенсивным накоплением новых фактов происходит и установление логических взаимосвязей между ними. Классификация и систематизация изучаемых явлений составляет первоначальный этап развития науки.

Все зрелые, развитые науки, как правило, сравнительно давно прошли этот этап. Можно, однако, указать на такие разделы естествознания, как биологическая систематика, таксономия, а также частично на географию, которые до настоящего времени ограничиваются описанием и классификацией изучаемых ими явлений. Но и здесь описание не носит случайный характер, а отличается систематичностью. Гораздо более развитыми являются теории эмпирической психологии и конкретной социологии, в особенности те разделы, которые опираются на модельные представления и математические методы.

Однако и этим теориям недостает широких обобщений, гипотез, принципов и законов, с помощью которых они могли бы объяснить накопленный эмпирический материал.

Такое объяснение предполагает выявление логических взаимосвязей между имеющимися фактами, обобщениями, а самое главное — логический вывод эмпирически найденных результатов из небольшого числа основных принципов, законов и гипотез. Иначе говоря, на описательной и полуэмпирической стадии наука ограничивается координацией накопленного опытного материала.

Дальнейший прогресс ее неизбежно связан с переходом от простой координации к субординации различных составных ее элементов.

Когда установлена субординация между различными суждениями теории, тогда, указывает Ф. Энгельс, одни формы суждений и умозаключений выводятся из других, а более высокие формы развиваются из нижестоящих.

Этот процесс лучше всего прослеживается на примере теорий, структуру которых можно представить с помощью гипотетико-дедуктивного или аксиоматического методов. Даже в теориях с менее четко выявленной структурой обычно стремятся сконцентрировать весь основной материал

вокруг ядра теории, т.е. ее законов, принципов и исходных гипотез и допущений.

Теоретические законы вместе с исходными принципами и гипотезами представляют исходный пункт для логического развертывания любой достаточно развитой научной теории. Именно в них сконцентрированы потенциальные возможности теории по объяснению и предсказанию фактов. Поэтому содержательные теории нельзя считать чисто эмпирическими хотя бы потому, что они базируются не только на эмпирических, но и на теоретических законах. Наиболее глубокие теории естествознания, такие, как эволюционная теория Ч. Дарвина, условнорефлекторная теория высшей нервной деятельности И. П. Павлова и многие другие, опираются не только на огромный фактический материал, но и на широкие, смелые обобщения и идеи, с помощью которых весь накопленный материал подвергается рациональной обработке.

Такая обработка становится особенно необходимой на современной стадии научного познания, когда наука перешла к исследованию глубоких закономерностей мира мельчайших частиц материи, а также процессов, происходящих в глубинах космоса. Понятия, с которыми имеют дело в квантовой механике, теории «элементарных» частиц или в космологии, не имеют наглядного «эквивалента», как например понятия классической механики. Поэтому для их выражения прибегают к весьма абстрактным средствам и методам современной математики.

Использование аппарата математики и логики дает возможность лучше понять внутреннюю связь между различными элементами научной теории, уточняет ее структуру и значительно усиливает эффективность ее предсказаний. Однако применение математики к опытному материалу сопряжено с огрублением и схематизацией реальных явлений и процессов, созданием математических моделей, с помощью которых непосредственное исследование самих явлений в силу их сложности заменяется изучением соответствующих абстрактных систем.

В математической модели вместо реального предмета или процесса вводится идеальный, или абстрактный, объект с четко фиксированными свойствами. Отношения между свойствами описываются в точных логико-математических терминах, при этом стремятся, чтобы эти отношения соответствовали реальным взаимосвязям изучаемого предмета. Именно такое соответствие и определяет ценность используемой математической модели. Однако соответствие никогда не может быть полным, так как при математическом моделировании отвлекаются от ряда не существенных для исследуемой проблемы свойств и отношений.

В зависимости от уровня абстракции, используемой при обработке естественнонаучного материала, можно выделить по крайней мере три основных уровня теорий математического естествознания. К первому уровню обычно относят теории, которые представляют математическую модель индивидуального явления. Так, используя методы теории автоматов, можно построить математическую модель функционирования сердца. Такие теории занимают довольно скромное место в естествознании.

Математические методы в силу их абстрактности и вытекающей отсюда общности оказываются применимыми для описания целого ряда аналогичных по своей формальной структуре классов реальных явлений. Именно теории второго уровня абстрактности являются наиболее характерными для современного математического естествознания.

Так, всюду, где явления обладают определенными свойствами симметрии, к ним может быть применен математический аппарат теории групп. Методы классического математического анализа хорошо приспособлены для количественного изучения самых различных по своей конкретной природе непрерывных процессов.

Наконец, в теориях третьего уровня абстрактности формальный математический метод используется не только для количественного анализа явлений, но и для определенных способов обращения с абстрактными объектами самой теории.

С такого рода теориями мы обычно встречаемся в основаниях математики и в математической логике.

Поскольку в математике исключается непосредственная апелляция к опыту, то первостепенное значение приобретают точность и строгость рассуждений, которая достигается посредством эксплицитного определения всех предположений и исходных допущений теории, а также строгого следования принятым правилам логического вывода. Математическая логика использует в этих целях метод формализации рассуждений, который дает возможность проследить правильность логических рассуждений, отсеять ссылки на разного рода неявные допущения, на интуицию и т.п. Аксиоматические и формализованные системы наилучшим образом подходят для решения указанной задачи, поэтому они и используются главным образом при решении проблем обоснования математики и логики.

5.2. Цель, структура и функция теории

Научная теория возникает как закономерный результат всей предшествующей познавательной деятельности. Поэтому она содержит в своем составе те элементы и формы, с которыми исследователь имел дело еще на эмпирической и начальной стадиях рационального познания.

Эмпирические факты, гипотезы и законы являются необходимыми элементами при построении теории, но в рамках ее они не остаются неизменными. Поскольку теория дает отображение исследуемого объекта в единстве и цельности, то отдельные понятия, утверждения и законы, которые с разных сторон характеризуют объект, должны быть объединены в систему. Для этого приходится некоторыми обобщениями гипотезы подвергать рациональной обработке, вводить новые допущения, абстракции и идеализации. Это показывает, что возникновение теории означает не простой, количественный прирост наших знаний, а коренной, качественный рост их, переход к новому, более глубокому пониманию сущности изучаемых явлений.

Необходимость в построении теории и отличие теории от других форм рационального познания станут более ясными, если подробней раскрыть ее задачи и роль в научном исследовании.

5.2.1. Систематизация научного знания

Хотя всякая наука начинается с накопления фактов и их обобщения, действительный ее прогресс происходит тогда, когда она переходит к построению теорий, с помощью которых все знания, известные в какой-либо отдельной области исследования, объединяются в единую систему. В такой системе стремятся большую часть знаний логически вывести из сравнительно небольшого числа исходных утверждений, которые в математике называют аксиомами, а в естествознании — гипотезами, принципами или законами.

В качестве исходных посылок для вывода могут быть взяты либо обобщения и гипотезы, уже известные в науке, либо — что бывает чаще всего — новые, более сильные гипотезы или принципы. Одна из важных задач построения теории в естественных науках состоит в том, чтобы получить найденные эмпирическим путем результаты как логические следствия некоторых исходных принципов или гипотез. Благодаря этому становится возможным контролировать и направлять процесс научного исследования. Располагая теорией, мы можем заранее сказать, какие эмпирические данные следует искать, при каких условиях их можно обнаружить. Иногда высказывается мнение, что открытие новых, интересных для науки фактов зависит исключительно от случая. Вряд ли можно с этим согласиться, так как при поиске новых фактов и даже планировании будущих наблюдений и экспериментов ученый руководствуется определенными теоретическими представлениями. Без соответствующей интерпретации сами факты останутся непонятыми, а поэтому и не могут быть обнаружены. Интерпретация предполагает обращение либо к существующей теории, либо к элементам вновь создаваемой теории. Кроме того, если некоторые факты, доступные непосредственному восприятию, можно случайно обнаружить без теории, то совершенно иначе обстоит дело с фактами, открытие которых требует использования специальных приборов и устройств. Объяснение объектов и явлений, непосредственно невоспринимаемых, в принципе невозможно без теории. Открытие радиоволн, генетического кода, античастиц и многих других явлений достаточно убедительно свидетельствует об этом.

5.2.2. Расширение, углубление и уточнение научного знания

Систематизация результатов научного исследования, которая достигается с помощью теории, дает возможность, во-первых, логически вывести то знание, которое было известно до построения теории; во-вторых, получить новое, ранее неизвестное знание и таким образом расширить границы познанного; в-третьих, углубить и уточнить существующие представления об исследуемой области действительности. Все эти особенности теории объясняются тем, что ее

исходные положения — аксиомы, постулаты, гипотезы, законы и принципы — логически сильнее всех остальных ее утверждений. Вот почему построение теории не сводится к простой координации существующего знания, а обязательно предполагает использование более глубоких понятий, законов и принципов.

Как уже отмечалось, классическая механика Ньютона, базирующаяся на трех основных законах движения и законе всемирного тяготения, смогла объяснить и уточнить галилеевский закон свободного падения тел и законы движения планет, установленные Кеплером. Действительно, в рамках ньютоновской теории закон свободного падения тел может рассматриваться как частный случай движения тела под действием гравитационной силы. Поскольку же гравитационная сила обратно пропорциональна расстоянию между телами, то формулировка Галилея справедлива лишь в определенных границах, а именно: только для случаев свободного падения тел вблизи земной поверхности, то есть когда путь падения значительно меньше радиуса Земли. Аналогично этому закон Кеплера об эллиптической орбите планеты, движущейся вокруг Солнца, не учитывает возмущающего влияния других планет и поэтому не является вполне точным.

Закон всемирного тяготения совместно с другими основными законами движения механики Ньютона позволяет количественно рассчитать возмущающее воздействие других планет и тем самым уточняет кеплеровский закон, показывая, что траектория планеты не является строго эллиптической. Такое уточнение и углубление существовавших ранее знаний способствовало открытию неизвестных, новых планет Солнечной системы. Создание сначала специальной, а затем общей теории относительности выявило, что и законы классической механики Ньютона справедливы лишь в определенных границах.

Так, второй основной закон движения — о пропорциональности ускорения действующей силе — верен только для движений, скорость которых значительно меньше скорости света. В условиях, когда эта скорость оказывается сравнимой со скоростью света (например, при движении частиц в ускорителях), приходится учитывать релятивистские эффекты. Такого рода примеры можно было бы привести и из других областей естествознания.

В целом более общая теория отличается от менее общей глубиной, а следовательно, логической «силой» своих исходных посылок: принципов, законов и гипотез. Вследствие этого менее общая теория может быть получена из более общей в качестве некоторого частного случая.

Точнее говоря, математический аппарат менее общей теории представляет предельный случай более общей теории, когда некоторые переменные принимают определенные, фиксированные значения.

5.2.3. Объяснение и предсказание явлений

Подлинно научная теория не только систематизирует, расширяет и углубляет наше знание, но и объясняет его. Как уже отмечалось, при

объяснении фактов и явлений всегда обращаются к законам, которые управляют этими явлениями.

Однако в науке законы выступают не обособленно, а в составе той или иной теории, поэтому подлинно научное объяснение в конечном итоге достигается лишь с помощью теории.

Отдельные эмпирические законы могут объяснить те или иные непосредственно наблюдаемые свойства и отношения явлений, но они не могут вскрыть их сущность, механизм протекания процессов. Вот почему для их объяснения обращаются к теоретическим законам. Рассматривая процесс вывода эмпирических законов из теоретических, мы сознательно упрощали дело, поскольку для такого вывода фактически используется не только один, обособленный теоретический закон, а вся совокупность идей теории.

В еще большей мере руководящая роль теории выступает при предсказании новых, ранее ненаблюдавшихся явлений. Многие из таких явлений без теории невозможно было бы обнаружить. Так, электромагнитная теория Д.К. Максвелла предсказала существование радиоволн, которые позже были экспериментально обнаружены Г. Герцем и впоследствии послужили основой для развития всей современной радиотехники. Общая теория относительности А. Эйнштейна предсказала отклонение светового луча в гравитационном поле и тем самым во многом способствовала признанию этой весьма сложной и абстрактной физической теории. Число подобных примеров можно было бы увеличить. Все они свидетельствуют о том, что предсказание новых, неизвестных явлений — важнейшая функция научной теории.

5.2.4. Повышение надежности научного знания

Объединение научного знания в единую систему, раскрытие логических взаимосвязей между различными положениями теории в значительной мере способствует повышению надежности знания. Об этом уже говорилось в главе четвертой при обсуждении специфики гипотетико-дедуктивного метода. Отдельные утверждения, эмпирические обобщения или законы подтверждаются только теми фактами, которые имеют к ним непосредственное отношение. Другими словами, когда эти факты могут быть выведены из обобщений или эмпирических законов, тогда их подтверждение служит доводом в пользу правильности сделанных обобщений. Будучи же включенными в состав теории, такие обобщения и законы косвенно подтверждаются теми следствиями, которые вытекают из других гипотез и законов, логически с ними связанных. Таким образом, если подтверждение отдельно взятого обобщения или закона ограничивается сравнительно небольшим числом фактов, то в составе теории эта область в принципе расширяется до границ, охватываемых теорией.

5.2.5. Объективная истинность теоретического знания

Являясь высшей формой организации научного знания, теория повышает уровень достоверности знания в такой степени, что ее результаты обычно считаются практически достоверными истинами. В данном случае речь идет о достаточно разработанных научных теориях, а не о простой системе логически взаимосвязанных гипотез.

Каким бы путем ни была найдена или построена гипотеза, эта форма научного познания дает предположительное, вероятностное знание о мире. Правда, степень такой вероятности может изменяться в довольно широких пределах, начиная от ложности и кончая практической достоверностью.

Гипотеза дает первый, предварительный ответ на поставленную проблему, и поэтому степень ее вероятности обычно никогда не приближается к практической достоверности. Совершенно иначе обстоит дело с теорией, которая представляет завершение определенного цикла исследования, в ходе которого под влиянием опыта и практики происходит не только очищение и исправление отдельных гипотез, но и превращение некоторых из них в законы. Наконец, все ранее полученные и новые результаты в рамках теории связываются в единую систему, вследствие чего возрастает надежность и объективная истинность научного знания.

Никакая теория не может, однако, исчерпывающим образом отобразить исследуемую область действительности и претендовать на истину в «последней инстанции».

Движение познания происходит от истин неполных, приблизительных, относительных к истинам все более полным и исчерпывающим, дающим все более точное отображение реального мира.

5.2.6. Теория как переход от абстрактного к конкретному знанию

Научное исследование начинается с непосредственного, чувственного познания конкретных предметов и явлений. Поскольку чувственное познание не дает понимания сущности явлений, то его результаты приходится подвергать переработке посредством мышления.

Первый цикл познания начинается, таким образом, от познания чувственно конкретного в самой действительности и завершается абстрактным мышлением. Абстрагируясь от несущественных свойств и отношений, наука получает возможность выявить наиболее глубокие, внутренние связи и отношения явлений, т.е. их сущность.

С помощью отдельных понятий, гипотез и законов отображаются те или иные стороны и отношения предметов и явлений. Такие абстракции представляют одностороннее знание. Вместо единой, связной, цельной картины явления они дают фрагментарное ее отображение.

Чтобы перейти от абстрактного знания к конкретному, необходимо привести все полученные абстракции в определенную систему. Первым этапом на этом пути является их координация, т.е. установление взаимоотношения

между различными понятиями, утверждениями, гипотезами и законами. Второй этап, который можно назвать субординацией знания, предполагает выделение наиболее глубоких и общих исходных абстракций и посылок, из которых в дальнейшем выводится все остальное знание чисто рациональным путем. Научная теория как раз и является той формой мышления, которая обеспечивает достижение единого, синтетического знания и поэтому выступает как результат перехода от абстрактного знания к конкретному.

Суть метода восхождения от абстрактного к конкретному К. Маркс характеризует следующим образом: «Конкретное потому конкретно, что оно есть синтез многих определений, следовательно, единство многообразного. В мышлении оно поэтому выступает как процесс синтеза, как результат, а не как исходный пункт, хотя оно представляет действительный исходный пункт и, вследствие этого, также исходный пункт созерцания и представления. На первом пути полное представление испаряется до степени абстрактного определения, на втором пути абстрактные определения ведут к воспроизведению конкретного посредством мышления».

Конкретизация знания достигается в известной мере уже при установлении законов науки, но синтез многочисленных эмпирических фактов и обобщений требует введения дальнейших абстракций, приведения их в систему, что наиболее полно осуществляется в рамках теории.

Следует также иметь в виду, что никакая научная теория не отображает всей конкретности исследуемой ею области действительности. Переход от отдельных гипотез и законов к теории, уточнение и обобщение полученной теории, объединение и синтез различных теорий в рамках научных дисциплин, интеграция разных наук представляют последовательные этапы, которые проходит научное познание на пути к достижению все более полного и конкретного знания об окружающем нас мире.

5.3. Гипотетико-дедуктивный метод построения теории

Гипотетико-дедуктивный метод настолько широко используется для анализа и построения теорий в естествознании и опытных науках, что многие специалисты по логике и методологии науки считают сами эти науки гипотетико-дедуктивными системами. Одним из видных защитников указанного метода является Р. Брейтвейт, посвятивший его анализу книгу «Научное объяснение», в которой гипотетико-дедуктивные системы полностью отождествляет с фактуальными науками вообще. Даже сам процесс научного исследования он замыкает рамками гипотетико-дедуктивного метода. «Стало почти тривиальным утверждать, пишет Брейтвейт, что в каждой науке процесс исследования состоит в выдвижении гипотез большей или меньшей общности, из которых могут быть выведены следствия, поддающиеся проверке с помощью наблюдения и эксперимента». Однако процесс исследования не начинается сразу с выдвижения гипотезы, так же как не завершается проверкой ее следствий. Равным образом нельзя все многообразие существующих в науке теорий сводить к гипотетико-дедуктивным системам, а любую теорию

рассматривать как «дедуктивную систему, в которой наблюдаемые следствия логически вытекают из конъюнкции гипотез и наблюдаемых данных».

М. Бунге рассматривает теорию как «совокупность гипотез, каждая из которых либо представляет первоначальное предположение, либо логически вытекает из других гипотез». Он хотя и подчеркивает открытый характер научной теории, тем не менее также преувеличивает гипотетический момент в ее формировании.

При гипотетико-дедуктивном методе построения научной теории гипотезы различной логической силы объединяются в единую дедуктивную систему, в которой гипотезы логически менее сильные выводятся, или дедуцируются, из гипотез более сильных. Иными словами, гипотетико-дедуктивная система может рассматриваться как иерархия гипотез, логическая сила и общность которых увеличивается по мере удаления от эмпирического базиса.

На самом верху такой системы располагаются гипотезы, при формулировании которых используются весьма общие и абстрактные теоретические понятия. Поэтому такие гипотезы не могут быть непосредственно сопоставлены с данными опыта. На самом низу системы находятся гипотезы, связь которых с опытом довольно очевидна.

С современной точки зрения гипотетико-дедуктивные теории по своей логической структуре можно рассматривать как интерпретированные аксиоматические системы, подобные, например, содержательной аксиоматике геометрии Евклида. Для этого следует принять в качестве аксиом наиболее сильные гипотезы, а все их следствия считать теоремами. Хотя с чисто логической точки зрения довольно трудно возражать против такого подхода, все же гипотетико-дедуктивная модель хорошо выявляет некоторые специфические особенности дедуктивного построения опытного знания, от которых совершенно отвлекаются при аксиоматизации математических теорий.

Начать с того, что гипотетико-дедуктивный метод не запрещает введения в процессе построения теории новых, вспомогательных гипотез, в то время как аксиоматическая система должна быть замкнутой. В ходе исследования исходные гипотезы обычно обрастают многочисленными вспомогательными гипотезами, дополнительной информацией, которая необходима для того, чтобы создаваемая теория была адекватной опыту.

Второе отличие относится к степени абстрактности этих теорий. Хорошо известно, что в современной математике аксиомами считаются не только суждения с определенным, фиксированным содержанием, но и любые схемы суждений или пропозициональные функции. Такая функция превращается в конкретное высказывание, когда исходным понятиям аксиоматической системы дается определенная интерпретация. Для математики как науки об абстрактных структурах, или формах, подобный подход является не только возможным, но и необходимым, поскольку он расширяет границы ее применения. В естествознании и опытных науках объекты теории допускают лишь одну-единственную интерпретацию, а следовательно, аксиомы могут пониматься только в смысле допущений, или гипотез, которые отображают закономерные отношения между свойствами реально существующих предметов и явлений.

Различие между математикой и естествознанием образно можно представить так: в то время как математика описывает свойства и отношения, справедливые во всех возможных мирах, естествознание изучает единственный реальный мир, свойства и закономерности которого раскрываются в тесном взаимодействии теории с опытом и практикой.

Одна из отличительных черт гипотетико-дедуктивных теорий состоит в том, что в них устанавливается строгая последовательность уровней, на которых располагаются гипотезы соответственно их логической силе. Чем выше уровень гипотезы, тем больше она участвует в процессе логического вывода следствий. И наоборот, чем ниже этот уровень, тем меньше она используется для дедукции, тем ближе она к фактам. Такую субординацию трудно установить в аксиоматических системах, в особенности когда они берутся в абстрактной, неинтерпретированной форме. Когда теория представлена в аксиоматической форме, то все аксиомы считаются равноправными. Однако такой подход лишает исследователя возможности выделить центральные идеи и предположения теории, мотивировать их выбор. В результате этого, как справедливо замечает П. Ачинштейн, исходные идеи и предположения теории кажутся произвольными допущениями.

Разбирая преимущества и недостатки гипотетико-дедуктивного метода, полезно сопоставить его с другим широко распространенным, индуктивным методом. В прошлом индукция считалась специфическим и едва ли не единственным способом исследования в эмпирических науках. Поэтому данные науки нередко называли даже индуктивными. Индуктивисты полагают, что обобщения, гипотезы и законы науки могут быть получены с помощью канонов индуктивной логики. Между тем методы индукции дают возможность обнаружить лишь простейшие обобщения и эмпирические законы, которые объясняют весьма ограниченное число фактов. Не случайно такие обобщения и законы находятся на самом низу гипотетико-дедуктивной системы. При построении теории их стараются логически вывести из более сильных и общих посылок, которыми служат теоретические законы, гипотезы или принципы. Таким образом, гипотетико-дедуктивная теория явно превосходит результаты, полученные с помощью индуктивного исследования. В то время как индукция делает попытку как-то объяснить возникновение новых гипотез и законов, гипотетико-дедуктивная модель оставляет открытым вопрос о получении исходных посылок системы. Индуктивные методы, объясняя происхождение простейших эмпирических законов, тем самым стимулируют анализ тех эвристических и методологических принципов, которыми ученые часто неявно руководствуются при выдвижении гипотез и поиске законов.

Гипотетико-дедуктивная модель не дает ответа на вопрос, как исследователь приходит к исходным гипотезам, законам и принципам своей теории. Поэтому можно сказать, что эта модель подходит главным образом для построения и систематизации готового, наличного эмпирического знания.

Однако гипотетико-дедуктивный метод нельзя противопоставлять индукции, как это часто делается в зарубежной литературе. Оба эти метода не исключают, а хорошо дополняют друг друга. Индуктивный метод хотя и в

несовершенной форме, но исследует ту сторону научного познания, которая связана с возникновением нового знания. Наряду с индукцией здесь существенная роль принадлежит многочисленным эвристическим приемам и средствам. Гипотетико-дедуктивный метод стремится привести в единую систему все имеющиеся знания и установить логическую связь между ними. Дальнейший шаг по пути систематизации и раскрытия логической структуры научного знания достигается с помощью аксиоматического метода.

5.4. Аксиоматический способ построения теории

Аксиоматический метод впервые был успешно применен Евклидом для построения элементарной геометрии. С того времени этот метод претерпел значительную эволюцию, нашел многочисленные приложения не только в математике, но и во многих разделах точного естествознания (механика, оптика, электродинамика, теория относительности, космология и др.).

Развитие и совершенствование аксиоматического метода происходило по двум основным линиям: во-первых, обобщения самого метода и, во-вторых, разработки логической техники, используемой в процессе вывода теорем из аксиом. Чтобы яснее представить характер происшедших изменений, обратимся к первоначальной аксиоматике Евклида. Как известно, исходные понятия и аксиомы геометрии у него интерпретируются одним-единственным образом. Под точкой, прямой и плоскостью как основными понятиями геометрии подразумеваются идеализированные пространственные объекты, а сама геометрия рассматривается как учение о свойствах физического пространства. Постепенно выяснилось, что аксиомы Евклида оказываются верными не только для описания свойств геометрических, но и других математических и даже физических объектов. Так, если под точкой подразумевать тройку действительных чисел, под прямой, плоскостью — соответствующие линейные уравнения, то свойства всех этих негеометрических объектов будут удовлетворять геометрическим аксиомам Евклида. Еще более интересной является интерпретация этих аксиом с помощью физических объектов, например состояний механической и физико-химической системы или многообразия цветовых ощущений. Все это свидетельствует о том, что аксиомы геометрии можно интерпретировать с помощью объектов самой различной природы.

Такой абстрактный подход к аксиоматике в значительной мере был подготовлен открытием неевклидовых геометрий Н. И. Лобачевским, Я. Бойаи, К. Ф. Гауссом и Б. Риманом. Наиболее последовательное выражение новый взгляд на аксиомы как абстрактные формы, допускающие множество различных интерпретаций, нашел в известной работе Д. Гильберта «Основания геометрии» (1899г.). «Мы мыслим, — писал он в этой книге, — три различные системы вещей: вещи первой системы мы называем точками и обозначаем A, B, C, \dots ; вещи второй системы мы называем прямыми и обозначаем a, b, c, \dots ; вещи третьей системы мы называем плоскостями и обозначаем $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ ». Отсюда

видно, что под «точкой», «прямой» и «плоскостью» можно подразумевать любые системы объектов. Важно только, чтобы их свойства описывались соответствующими аксиомами. Дальнейший шаг на пути отвлечения от содержания аксиом связан с их символическим представлением в виде формул, а также точным заданием тех правил вывода, которые описывают, как из одних формул (аксиом) получаются другие формулы (теоремы). В результате этого содержательные рассуждения с понятиями на такой стадии исследования превращаются в некоторые операции с формулами по заранее предписанным правилам. Иначе говоря, содержательное мышление отображается здесь в исчислении. Аксиоматические системы подобного рода часто называют формализованными синтаксическими системами, или исчислениями.

Все три рассмотренных типа аксиоматизации находят применение в современной науке. К формализованным аксиоматическим системам прибегают главным образом при исследовании логических оснований той или иной науки. Наибольший размах такие исследования получили в математике в связи с обнаружением парадоксов теории множеств. Значительную роль формальные системы играют при создании специальных научных языков, с помощью которых удастся максимальным образом устранить неточности обычного, естественного языка.

Некоторые ученые считают этот момент чуть ли не главным в процессе применения логико-математических методов в конкретных науках. Так, английский ученый И. Вуджер, являющийся одним из пионеров использования аксиоматического метода в биологии, полагает, что применение этого метода в биологии и других отраслях естествознания состоит в создании научно совершенного языка, в котором возможно исчисление. Основой для построения такого языка служит аксиоматический метод, выраженный в виде формализованной системы, или исчисления. В качестве алфавита формализованного языка служат исходные символы двух типов: логические и индивидуальные.

Логические символы отображают логические связи и отношения, общие для многих или большинства теорий. Индивидуальные символы обозначают объекты исследуемой теории, например математической, физической или биологической. Подобно тому как определенная последовательность букв алфавита образует слово, так и конечная совокупность упорядоченных символов образует формулы и выражения формализованного языка. Для отличия осмысленных выражений языка вводят понятие правильно построенной формулы. Чтобы закончить процесс построения искусственного языка, достаточно четко описать правила вывода или преобразования одних формул в другие и выделить некоторые правильно построенные формулы в качестве аксиом. Таким образом, построение формализованного языка происходит так же, как и построение содержательной аксиоматической системы. Поскольку содержательные рассуждения с формулами в первом случае недопустимы, то логический вывод следствий сводится здесь к выполнению точно предписанных операций обращения с символами и их комбинациями.

Главная цель использования формализованных языков в науке — критический анализ рассуждений, с помощью которых получается новое знание в науке. Поскольку в формализованных языках отображаются некоторые аспекты содержательных рассуждений, то они могут быть использованы также для оценки возможностей автоматизации интеллектуальной деятельности.

Абстрактные аксиоматические системы получили наибольшее применение в современной математике, для которой характерен чрезвычайно общий подход к предмету исследования. Вместо того чтобы говорить о конкретных числах, функциях, линиях, поверхностях, векторах и тому подобных объектах, современный математик рассматривает различные множества абстрактных объектов, свойства которых точно формулируются с помощью аксиом. Такие совокупности, или множества, вместе с описывающими их аксиомами теперь часто называют абстрактными математическими структурами.

Какие преимущества аксиоматический метод даст математике? Во-первых, он значительно расширяет границы применения математических методов и зачастую облегчает процесс исследования. При изучении конкретных явлений и процессов в той или иной области ученый может воспользоваться абстрактными аксиоматическими системами как готовыми орудиями анализа. Убедившись в том, что рассматриваемые явления удовлетворяют аксиомам некоторой математической теории, исследователь может без дополнительной трудоемкой работы сразу же воспользоваться всеми теоремами, которые следуют из аксиом. Аксиоматический подход избавляет специалиста конкретной науки от выполнения довольно сложного и трудного для него математического исследования.

Для математика этот метод дает возможность глубже понять объект исследований, выделить в нем главные направления, понять единство и связь разных методов и теорий. Единство, которое достигается с помощью аксиоматического метода, по образному выражению Н. Бурбаки, не есть единство, «которое дает скелет, лишенный жизни. Это питательный сок организма в полном развитии, податливый и плодотворный инструмент исследования...». Благодаря аксиоматическому методу, особенно в его формализованном виде, становится возможным полностью раскрыть логическую структуру различных теорий. В наиболее совершенном виде это относится к математическим теориям. В естественнонаучном знании приходится ограничиваться аксиоматизацией основного ядра теорий. Далее, применение аксиоматического метода дает возможность лучше контролировать ход наших рассуждений, добиваясь необходимой логической строгости. Однако главная ценность аксиоматизации, особенно в математике, состоит в том, что она выступает как метод исследования новых закономерностей, установления связей между понятиями и теориями, которые раньше казались обособленными друг от друга.

Ограниченное применение аксиоматического метода в естествознании объясняется прежде всего тем, что его теории постоянно должны контролироваться опытом.

В силу этого естественнонаучная теория никогда не стремится к полной законченности и замкнутости. Между тем в математике предпочитают иметь дело с системами аксиом, которые удовлетворяют требованию полноты. Но как показал К. Гёдель, всякая непротиворечивая система аксиом нетривиального характера не может быть полной.

Требование непротиворечивости системы аксиом гораздо существеннее требования их полноты. Если система аксиом будет противоречивой, она не будет представлять никакой ценности для познания. Ограничиваясь неполными системами, можно аксиоматизировать лишь основное содержание естественнонаучных теорий, оставляя возможность для дальнейшего развития и уточнения теории экспериментом. Даже такая ограниченная цель в ряде случаев оказывается весьма полезной, например для обнаружения некоторых неявных предпосылок и допущений теории, контроля полученных результатов, их систематизации и т.п.

Наиболее перспективным применением аксиоматического метода оказывается в тех науках, где используемые понятия обладают значительной стабильностью и где можно абстрагироваться от их изменения и развития.

Именно в этих условиях становится возможным выявить формально-логические связи между различными компонентами теории. Таким образом, аксиоматический метод в большей мере, чем гипотетико-дедуктивный, приспособлен для исследования готового, достигнутого знания.

Анализ возникновения знания, процесса его формирования требует обращения к материалистической диалектике, как наиболее глубокому и всестороннему учению о развитии.

5.5. Математизация теоретического знания

Одним из характерных проявлений современной научно-технической революции является широкое использование математических методов в самых различных областях теоретической и практической деятельности. Говоря о применении математики в научном познании, обычно имеют в виду использование таких ее методов, которые позволяют выразить свойства и закономерности исследуемых явлений численным способом. Хотя численные методы по-прежнему играют доминирующую роль в различных отраслях приложений математики, все же ими не исчерпывается вся совокупность средств и методов современной математики. Наиболее характерным проявлением сегодняшней математизации научного знания можно назвать все большее использование таких разделов и методов математики, в которых вопросы измерения величин не играют существенной роли. О математизации той или иной науки в подлинном смысле можно говорить только тогда, когда математика начинает применяться для построения ее теорий, поиска новых закономерностей, создания точного научного языка,

5.5.1. Метрические (численные) аспекты математизации

Большинство математических методов, которые используются в естествознании и опытных науках, условно можно назвать функциональными. В самом деле, взаимосвязь и взаимозависимость различных величин, характеризующих самые разные по своей конкретной природе процессы, может быть выражена с помощью математических функций. Естественно, поэтому, что методы математического анализа таких функций оказываются наиболее эффективными для количественного исследования изучаемых явлений. Современный математический анализ располагает мощными методами изучения разных типов функциональных зависимостей, начиная от классических методов дифференциального и интегрального исчисления и кончая новейшим функциональным анализом.

Хотя отдельные попытки применения специальных математических методов для исследования природы были предприняты уже в античную эпоху, систематическое их использование начинается с эпохи Возрождения, когда возникает экспериментальное естествознание. Опытное исследование природы требовало отказа от прежних умозрительных, спекулятивных методов. Это диктовало необходимость обращения к точным количественным методам изучения явлений. Не случайно Галилей, впервые применивший экспериментальный метод для исследования проблем механики, стал широко привлекать математику

для их количественного анализа. Однако он опирался на довольно несовершенный математический аппарат. Ньютон для построения теоретической механики вынужден был создать дифференциальное и интегральное исчисления, так как математика постоянных величин не годилась для поставленных им целей. «Математические начала натуральной философии» Ньютона содействовали широкому проникновению новых математических методов в естествознание и технические науки. Функциональные модели математики могут быть разделены на два больших класса. К первому из них относятся модели динамического типа, в которых значение функции точно определяется значениями ее аргументов.

Многие теории классической физики используют именно эту модель, опирающуюся на аппарат дифференциальных уравнений.

Второй класс моделей в математике обычно называют моделями статистического типа. В отличие от динамических, здесь некоторые переменные заданы лишь с той или иной степенью вероятности. Наибольшее применение статистические модели находят при анализе массовых случайных явлений или процессов, которые стали объектом изучения многих современных наук, начиная от физики и кончая социологией. В качестве математического аппарата статистики используется теория вероятностей.

Вероятностные методы в настоящее время получили широкое распространение, без них не обходится построение теорий ни в физике, ни в биологии, ни в социологии, ни в экономике.

5.5.2. Неметрические аспекты математизации

Численные (метрические) аспекты математизации как теоретического, так и эмпирического знания являются наиболее знакомыми способами использования математических методов. Не случайно вплоть до конца прошлого века математику нередко определяли как науку об измерении величин. Однако такое определение не охватывает содержания не только современной математики, но и математики прошлого века. В математике давно возник целый ряд новых разделов и дисциплин, в которых вопросы измерения величин не играют существенной роли (проективная геометрия, теория групп, топология, теория множеств и другие). В первое время казалось, что эти новые абстрактные теории имеют лишь внутриматематическую ценность. Со временем выяснилось, что они дают возможность адекватнее выражать закономерности реальных процессов в физике, химии, биологии, экономике и технике. В качестве примера сошлемся на теорию групп, которая первоначально возникла в алгебре в связи с проблемой решения уравнений высших степеней (XVIII в.). Только в конце XIX в. методы этой теории начинают привлекать внимание естествоиспытателей. В 1895г. Е.С. Федоров использовал их для исследования структуры кристаллов, обнаружив в них 230 пространственных групп. Здесь теория групп была применена только для классификации и описания. Более существенную роль ее понятия и методы, в частности теория представлений групп, играют в современной физике — теории относительности и квантовой механике. Другим примером может служить математическая логика. В 30-е годы она рассматривалась как сугубо абстрактная наука, единственной задачей которой служил анализ математических доказательств и рассуждений. После разработки теории алгоритмов и рекурсивных функций математическая логика нашла многочисленные теоретические и практические применения при анализе и синтезе вычислительных машин и кибернетических устройств. Эти примеры, число которых можно было бы увеличить, свидетельствуют о том, что возрастание абстрактности математики не означает отрыва ее от действительности.

Наоборот, с помощью более абстрактных теорий удастся полнее и глубже отобразить существенные связи и отношения реального мира. Применение таких теорий в развитых науках современного естествознания: теории относительности, квантовой механике, теории «элементарных» частиц, космологии, квантовой химии, молекулярной биологии и других — диктуется самим уровнем развития этих наук. В современной физике вместо наглядных моделей используются математические модели, которые в абстрактной форме глубже выражают закономерности, существующие в микромире. Назначение таких моделей состоит не в том, чтобы зрительно, наглядно представить процессы: с помощью математических уравнений и формул выражаются зависимости между величинами исследуемого процесса. В этом отношении наиболее характерно изменение роли математики в современной физике.

Если в классической физике модель процесса обычно строилась чисто качественными методами и только после этого к ней применялась математика, то в современной физике чаще всего прибегают к построению математической модели. Одним из важных методов построения новой теории в современной физике выступает метод математической гипотезы, о которой рассказывалось в главе четвертой. Для отображения объектов с трудно представимыми свойствами микрочастиц современная физика все больше и больше прибегает к понятиям и методам новейшей математики. История создания квантовой механики и общей теории относительности свидетельствует о большой эвристической ценности математики в современном естествознании.

Библиографический список

1. Российские вузы не попали в рейтинг лучших университетов по наукам о жизни [Электронный ресурс] : электронный журнал Полит.ру. – Режим доступа: http://polit.ru/news/2011/05/04/qs_rating2011_life_sciences (дата обращения 15.06.2012).
2. Дежина, И. Ю. Развитие науки в российских вузах [Электронный ресурс] // Russie.Nei.Visions, n°57, Февраль 2011. – Режим доступа: <http://www.ifri.org/?page=detail-contribution&id=6458> (дата обращения 15.06.2012).
3. Л. Б. Эрштейн. Результативность деятельности аспирантуры и необходимость разработки общей теории научного руководства / Педагогическое образование в России. 2011. № 4 – С. 218 – 223.
4. Магистерская диссертация: методические указания / Сост. Н.М.Мухамеджанова. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2011. – 36 с.
5. Т.П. Трофимова. Практические рекомендации по написанию научных статей, [Электронный ресурс]: сайт Якутского колледжа технологии и дизайна. – Режим доступа: <http://www.yctd.ru> (дата обращения 15.06.2012).
6. Крампит А.Г. Методология научных исследований: учебное пособие / А.Г. Крампит, Н.Ю. Крампит. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 164 с.
7. О Роспатенте [Электронный ресурс] : сайт Роспатента. – Режим доступа: <http://www.rupto.ru/about/about.htm> (дата обращения 29.06.2012).
8. Административный регламент исполнения Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам государственной функции по организации приема заявок на изобретение и их рассмотрения, экспертизы и выдачи в установленном порядке патентов Российской Федерации на изобретение (Утвержден приказом Минобрнауки России от 29 октября 2008 года № 327).
9. Пат. 2131814 Российская Федерация, В60Т1/00, Е01F15/14. Способ повышения безопасности движения автомобиля в тоннеле [Текст] / Гофман В.И.; заявитель и патентообладатель Гофман В.И. – № 97118353/28; заявл. 05.11.1997; опубл. 20.06.1999.
10. Пат. 2012547 Российская Федерация, С04В26/26, С08L95/00. Асфальтобетонная смесь [Текст] / Соколов Б.Ф., Сулин Н.И. – №5037385/33; опубл. 15.05.1994.
11. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека elibrary.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/projects/citation/cit_index.asp? (дата обращения 23.06.2012).
12. Определение индекса цитируемости [Электронный ресурс] : сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения Российской академии наук. – Режим доступа: http://www.spsl.nsc.ru/win/isitr/str_0h.html (дата обращения 25.06.2012).
13. Плешко М.С. Обоснование эффективной технологии крепления глубоких вертикальных стволов в сложных горно-геологических условиях /

Диссертация на соискание ученой степени доктора наук. – Новочеркасск, 2010. – 307 с.

14. Фединин В. Будут ли у России крылья? // Советская Россия. - 2007. - №87.

15. Семенов Т. Правовое регулирование инновационного процесса: проблемы и противоречия // Проблемы теории и практики управления. - 2007. - №7. - С. 78-84.

16. Проблемы и перспективы коммерциализации технологий в России [Эл. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iqlink.ru/public01.php>

17. Бодякин В.И. Проблемы поддержки инновационной деятельности в России на современном этапе [Эл. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dvpt.ru/?page=analytics050>

18. Уровень инновационной деятельности [Эл. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rfbr.ru/old/pub/knigi/alfimov/5.htm>

19. Научно-информационные материалы по теме: «Коммерциализация результатов научно-исследовательской деятельности: базовые модели и механизмы использования научно-технической продукции». – М.: Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации, 2009. – 134 с.

20. М. Катешова, А. Квашнин. Как продвигать проекты коммерциализации технологий. Серия методических материалов «Практические руководства для центров коммерциализации технологий». Проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий», 2006. – 52 с.

21. Андреев, Г. И. Основы научной работы и оформление результатов научной деятельности : в помощь написания диссертации и рефератов [Текст] : учеб. пособие / Г. И. Андреев, С. А. Смирнов, В. А. Тихомиров. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 272 с.

22. Бахарев, В. В. Научно-исследовательская работа в вузе [Текст] : практ. пособие : в 2 ч. Ч. 1. Научная публикация и право интеллектуальной собственности / В. В. Бахарев, Т. Н. Кузнецова ; БелГУ. – Белгород : БелГУ, 2005. – 235 с.

23. Бахарев, В. В. Научно-исследовательская работа в вузе [Текст] : практ. пособие : в 2 ч. Ч. 2. Основные виды научно-исследовательской работы в вузе и их особенности / В. В. Бахарев, Т. Н. Кузнецова ; БелГУ. – Белгород : БелГУ, 2005. – 235 с.

24. Волков, Ю. Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление [Текст] : практ. пособие / Ю. Г. Волков ; под ред. Н. И. Загузова. – 3-е изд. – М. : Гардарики, 2005. – 186 с.

25. Захаров, А. А. Как написать и защитить диссертацию [Текст] / А. А. Захаров, Т. Г. Захарова. – М. ; СПб. : Питер, 2003. – 157 с.

26. Колесникова, Н. И. От конспекта к диссертации [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Колесникова. – 2-е изд. – М. : Наука : Флинта, 2003. – 288 с.

27. Кузин, Ф. А. Диссертация. Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты [Текст] : практ. пособие / Ф. А. Кузин. – М. : Ось-89, 2000. – 320 с.

28. Кузин, Ф. А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты [Текст] : практ. пособие / Ф. А. Кузин. – 7-е изд., доп. – М. : ОСЬ-89, 2005. – 224 с.
29. Кузин, Ф. А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты [Текст] : практ. пособие / Ф. А. Кузин. – М. : Ось-89, 1997. – 304 с.
30. Кузнецов, И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление [Текст] / И. Н. Кузнецов. – М. : Дашков и К, 2004. – 429 с.
31. Научные работы: методика подготовки и оформления [Текст] / авт.-сост. И. Н. Кузнецова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Амалфея, 2000. – 544 с.
32. Пособие по научному стилю речи [Текст] / [И. Г. Проскурякова и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Флинта : Наука, 2004. – 314 с.
33. Радаев, В. В. Как организовать и представить исследовательский проект : 75 простых правил [Текст] / В. В. Радаев. – М. : ГУ-ВШЕ : ИНФРА-М, 2001. – 203 с.
34. Райзберг, Б. А. Диссертация и ученая степень [Текст] : пособие / Б. А. Райзберг. – 6-е изд., доп. – М. : ИНФРА-М, 2006. – 431 с.
35. Резник, С. Д. Как защитить свою диссертацию [Текст] / С. Д. Резник ; М-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, Пензен. гос. ун-т архитектуры и строительства ; УМО вузов России по образованию в области менеджмента. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Инфра-М, 2006. – 204 с.
36. Савина, И. А. Библиографическое описание документа [Текст] : учеб.-метод. рек. / И. А. Савина ; под ред. Н. Б. Зиновьевой. – СПб. : Профессия, 2007. – 272 с.
37. Сергеев, С. В. Наука и диссертация [Текст] : пособие / С. В. Сергеев, В. А. Дунаев. – Белгород : Принт-Мастер, 2008. – 56 с.
38. Ануфриев, А. Ф. Научное исследование: курсовые, дипломные и диссертационные работы [Текст] / А. Ф. Ануфриев ; Моск. гос. открытый пед. ун-т им. М. А. Шолохова. – 3-е изд., стер. – М. : Ось-89, 2007. – 112 с.
39. Аристер, Н. И. Управление диссертационным советом [Текст] : практ. пособие / Н. И. Аристер, С. Д. Резник ; под общ. ред. Ф. И. Шамхалова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 464 с. – (Менеджмент в науке).
40. Селетков, С. Г. Теоретические положения диссертационного исследования [Текст]: монография / С. Г. Селетков. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2011. – 344 с.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Аспект - угол зрения, под которым рассматривается объект (предмет) исследования.

Гипотеза - научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений.

Дедукция - вид умозаключения от общего к частному, когда из массы частных случаев делается обобщенный вывод о всей совокупности таких случаев.

Идея - определяющее положение в системе взглядов, теорий и т.п.

Индукция - вид умозаключения от частных фактов, положений к общим выводам.

Информация: - обзорная - вторичная информация, содержащаяся в обзорах научных документов; - релевантная - информация, заключенная в описании прототипа научной задачи; - реферативная - вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах; - сигнальная - вторичная информация различной степени свертывания, выполняющая функцию предварительного оповещения; - справочная - вторичная информация, представляющая собой систематизированные краткие сведения в какой-либо области знаний.

Исследовательская специальность (часто именуемая как направление исследования) - устойчиво сформировавшаяся сфера исследований, включающая определенное количество исследовательских проблем из одной научной дисциплины, включая область ее применения.

Категория - форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние, существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Концепция - система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути его ведения.

Конъюнктура – создавшееся положение в какой-либо области общественной жизни. Краткое сообщение - научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение такого документа - оперативно сообщить о результатах выполненной работы на любом ее этапе.

Ключевое слово - слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа или его части.

Метод исследования - способ применения старого знания для получения нового знания. Является орудием получения научных фактов.

Методология научного познания - учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности. Научная дисциплина - раздел науки, который на данном уровне ее развития, в данное время освоен и внедрен в учебный процесс высшей школы.

Научная тема - задача научного характера, требующая проведения научного исследования. Является основным планово-отчетным показателем научно-исследовательской работы.

Научная теория - система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научное исследование - целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Научное познание - исследование, которое характеризуется своими особыми целями, а главное - методами получения и проверки новых знаний.

Научный доклад - научный документ, содержащий изложение результатов научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Опубликованной в печати или прочитанной в аудитории.

Научный отчет - научный документ, содержащий подробное описание методики, хода исследования (разработки), результаты, а также выводы, полученные в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение этого документа - исчерпывающе осветить выполненную работу по ее завершению или за определенный промежуток времени.

Научный факт - событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Является элементом, составляющим основу научного знания.

Обзор - научный документ, содержащий систематизированные научные данные по какой-либо теме, полученные в итоге анализа первоисточников. Знакомит с современным состоянием научной проблемы и перспективами ее развития.

Объект исследования - процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. Предмет исследования - все то, что

находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения. Принцип - основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Проблема - крупное обобщенное множество сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований. Различают следующие виды проблем: - исследовательская - комплекс родственных тем исследования в границах одной научной дисциплины и в одной области применения; - комплексная научная - взаимосвязь научно-исследовательских тем из различных областей науки, направленных на решение важнейших народнохозяйственных задач; - научная - совокупность тем, охватывающих всю или часть научно-исследовательской работы; предполагает решение конкретной теоретической или опытной задачи, направленной на обеспечение дальнейшего научного или технического прогресса в данной отрасли.

Теория - учение, система идей или принципов. Совокупность обобщенных положений, образующих науку или ее раздел. Она выступает как форма синтетического знания, в границах которой отдельные понятия, гипотезы и законы теряют прежнюю автономность и становятся элементами целостной системы.

Умозаключение - мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества заданных суждений выводится иное суждение, определенным образом связанное с исходным.

**НОМЕНКЛАТУРА
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ**
(в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294)

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 01.00.00 | ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ | |
| 01.01.00 | Математика | |
| 01.01.01 | Вещественный, комплексный и функциональный анализ | Физико-математические |
| 01.01.02 | Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление | Физико-математические |
| 01.01.03 | Математическая физика | Физико-математические |
| 01.01.04 | Геометрия и топология | Физико-математические |
| 01.01.05 | Теория вероятностей и математическая статистика | Физико-математические |
| 01.01.06 | Математическая логика, алгебра и теория чисел | Физико-математические |
| 01.01.07 | Вычислительная математика | Физико-математические |
| 01.01.09 | Дискретная математика и математическая кибернетика | Физико-математические |
| 01.02.00 | Механика | |
| 01.02.01 | Теоретическая механика | Физико-математические Технические |
| 01.02.04 | Механика деформируемого твердого тела | Физико-математические Технические |
| 01.02.05 | Механика жидкости, газа и плазмы | Физико-математические Технические |
| 01.02.06 | Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры | Физико-математические Технические |
| 01.02.08 | Биомеханика | Физико-математические Технические Медицинские Биологические |
| 01.03.00 | Астрономия | |
| 01.03.01 | Астрометрия и небесная механика | Физико-математические Технические |
| 01.03.02 | Астрофизика и звездная астрономия | Физико-математические Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 01.03.03 | Физика Солнца | Физико-математические Технические |
| 01.03.04 | Планетные исследования | Физико-математические Технические Геолого-минералогические Географические |
| 01.04.00 | Физика | |
| 01.04.01 | Приборы и методы экспериментальной физики | Физико-математические Технические |
| 01.04.02 | Теоретическая физика | Физико-математические |
| 01.04.03 | Радиофизика | Физико-математические Технические |
| 01.04.04 | Физическая электроника | Физико-математические Технические |
| 01.04.05 | Оптика | Физико-математические Технические |
| 01.04.06 | Акустика | Физико-математические Технические |
| 01.04.07 | Физика конденсированного состояния | Физико-математические Технические |
| 01.04.08 | Физика плазмы | Физико-математические Технические |
| 01.04.09 | Физика низких температур | Физико-математические Технические |
| 01.04.10 | Физика полупроводников | Физико-математические Технические |
| 01.04.11 | Физика магнитных явлений | Физико-математические Технические |
| 01.04.13 | Электрофизика, электрофизические установки | Физико-математические Технические |
| 01.04.14 | Теплофизика и теоретическая теплотехника | Физико-математические Технические |
| 01.04.15 | Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика | Физико-математические Технические Химические |
| 01.04.16 | Физика атомного ядра и элементарных частиц | Физико-математические Технические |
| 01.04.17 | Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества | Физико-математические Технические Химические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 01.04.18 | Кристаллография, физика кристаллов | Физико-математические Химические Технические |
| 01.04.20 | Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника | Физико-математические Технические |
| 01.04.21 | Лазерная физика | Физико-математические Технические |
| 01.04.23 | Физика высоких энергий | Физико-математические Технические |
| 02.00.00 | ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ | |
| 02.00.01 | Неорганическая химия | Химические Технические |
| 02.00.02 | Аналитическая химия | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.03 | Органическая химия | Химические Технические |
| 02.00.04 | Физическая химия | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.05 | Электрохимия | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.06 | Высокомолекулярные соединения | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.08 | Химия элементоорганических соединений | Химические Технические |
| 02.00.09 | Химия высоких энергий | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.10 | Биоорганическая химия | Химические Биологические Технические |
| 02.00.11 | Коллоидная химия | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.12 | Бионеорганическая химия | Химические |
| 02.00.13 | Нефтехимия | Химические Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 02.00.14 | Радиохимия | Технические Химические |
| 02.00.15 | Кинетика и катализ | Химические Физико-математические Технические |
| 02.00.16 | Медицинская химия | Химические Технические |
| 02.00.17 | Математическая и квантовая химия | Химические Физико-математические |
| 02.00.21 | Химия твердого тела | Химические Технические Физико-математические |
| 03.00.00 | БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ | |
| 03.01.00 | Физико-химическая биология | |
| 03.01.01 | Радиобиология | Биологические Физико-математические Медицинские Ветеринарные |
| 03.01.02 | Биофизика | Биологические Физико-математические Технические Медицинские |
| 03.01.03 | Молекулярная биология | Биологические Физико-математические Химические |
| 03.01.04 | Биохимия | Биологические Химические Медицинские |
| 03.01.05 | Физиология и биохимия растений | Биологические Химические Сельскохозяйственные |
| 03.01.06 | Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) | Биологические Химические Технические Ветеринарные Сельскохозяйственные |
| 03.01.07 | Молекулярная генетика | Биологические Химические |
| 03.01.08 | Биоинженерия | Биологические Химические Физико-математические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|---|---|---|
| 03.01.09 | Математическая биология, биоинформатика | Физико-математические Биологические Медицинские |
| 03.02.00 | Общая биология | |
| 03.02.01 | Ботаника | Биологические Географические Сельскохозяйственные Фармацевтические |
| 03.02.02 | Вирусология | Биологические Медицинские Ветеринарные Сельскохозяйственные |
| 03.02.03 | Микробиология | Биологические Медицинские Сельскохозяйственные Ветеринарные |
| 03.02.04 | Зоология | Биологические |
| 03.02.05 | Энтомология | Биологические |
| 03.02.06 | Ихтиология | Биологические |
| 03.02.07 | Генетика | Биологические Медицинские Ветеринарные Сельскохозяйственные |
| 03.02.08 | Экология (по отраслям) | Биологические Химические Медицинские Технические |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |
| 03.02.09 | Биогеохимия | Биологические Химические |
| 03.02.10 | Гидробиология | Биологические |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |
| 03.02.11 | Паразитология | Биологические Ветеринарные Медицинские |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |
| 03.02.12 | Микология | Биологические Медицинские Сельскохозяйственные |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |
| 03.02.13 | Почвоведение | Биологические Химические Сельскохозяйственные |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|---|---|---|
| 03.02.14 (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Биологические ресурсы | Биологические Медицинские Сельскохозяйственные |
| 03.03.00 | Физиология | |
| 03.03.01 | Физиология | Биологические Ветеринарные Медицинские |
| 03.03.02 | Антропология | Биологические Медицинские Исторические |
| 03.03.03 | Иммунология | Биологические Медицинские Ветеринарные |
| 03.03.04 | Клеточная биология, цитология, гистология | Биологические Медицинские Сельскохозяйственные |
| 03.03.05 | Биология развития, эмбриология | Биологические Медицинские |
| 03.03.06 | Нейробиология | Биологические Медицинские |
| 05.00.00 | ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | |
| 05.01.00 | Инженерная геометрия и компьютерная графика | |
| 05.01.01 | Инженерная геометрия и компьютерная графика | Технические |
| 05.02.00 | Машиностроение и машиноведение | |
| 05.02.02 | Машиноведение, системы приводов и детали машин | Технические |
| 05.02.04 | Трение и износ в машинах | Технические |
| 05.02.05 | Роботы, мехатроника и робототехнические системы | Технические |
| 05.02.07 | Технология и оборудование механической и физико-технической обработки | Технические |
| 05.02.08 | Технология машиностроения | Технические |
| 05.02.09 | Технологии и машины обработки давлением | Технические |
| 05.02.10 | Сварка, родственные процессы и технологии | Технические |
| 05.02.11 | Методы контроля и диагностика в машиностроении | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|-----------------------|---|---|
| 05.02.13 | Машины, агрегаты и процессы (по отраслям) | Технические |
| 05.02.18 (введено) | Теория механизмов и машин Приказом Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические |
| 05.02.22 | Организация производства (по отраслям) | Технические Экономические |
| 05.02.23 | Стандартизация и управление качеством продукции | Технические |
| 05.04.00 | Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение | |
| 05.04.02 | Тепловые двигатели | Технические |
| 05.04.03 | Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения | Технические |
| 05.04.06 | Вакуумная, компрессорная техника и пневмосистемы | Технические |
| 05.04.11 | Атомное реакторостроение, машины, агрегаты и технология материалов атомной промышленности | Технические |
| 05.04.12 | Турбомашины и комбинированные турбоустановки | Технические |
| 05.04.13 | Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты | Технические |
| 05.05.00 | Транспортное, горное и строительное машиностроение | |
| 05.05.03 | Колесные и гусеничные машины | Технические |
| 05.05.04 | Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины | Технические |
| 05.05.06 | Горные машины | Технические |
| 05.07.00 | Авиационная и ракетно-космическая техника | |
| 05.07.01 | Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов | Технические |
| 05.07.02 | Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов | Технические |
| 05.07.03 | Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов | Технические |
| 05.07.05 | Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 05.07.06 | Наземные комплексы, стартовое оборудование, эксплуатация летательных аппаратов | Технические |
| 05.07.07 | Контроль и испытание летательных аппаратов и их систем | Технические |
| 05.07.09 | Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов | Технические |
| 05.07.10 | Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности | Технические |
| 05.08.00 | Кораблестроение | |
| 05.08.01 | Теория корабля и строительная механика | Технические |
| 05.08.03 | Проектирование и конструкция судов | Технические |
| 05.08.04 | Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства | Технические Экономические |
| 05.08.05 | Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные) | Технические |
| 05.08.06 | Физические поля корабля, океана, атмосферы и их взаимодействие | Технические Физико-математические |
| 05.09.00 | Электротехника | |
| 05.09.01 | Электромеханика и электрические аппараты | Технические |
| 05.09.02 | Электротехнические материалы и изделия | Технические |
| 05.09.03 | Электротехнические комплексы и системы | Технические |
| 05.09.05 | Теоретическая электротехника | Технические |
| 05.09.07 | Светотехника | Технические |
| 05.09.10 | Электротехнология | Технические |
| 05.09.12 | Силовая электроника | Технические |
| 05.11.00 | Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы | |
| 05.11.01 | Приборы и методы измерения (по видам измерений) (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические Физико-математические |
| 05.11.03 | Приборы навигации | Технические |
| 05.11.06 | Акустические приборы и системы | Технические Физико-математические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 05.11.07 | Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы | Технические Физико-математические |
| 05.11.08 | Радиоизмерительные приборы | Технические |
| 05.11.10 | Приборы и методы для измерения ионизирующих излучений и рентгеновские приборы | Технические Физико-математические |
| 05.11.13 | Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий | Технические |
| 05.11.14 | Технология приборостроения | Технические Физико-математические |
| 05.11.15 | Метрология и метрологическое обеспечение | Технические |
| 05.11.16 | Информационно-измерительные и управляющие системы (по отраслям) | Технические Физико-математические |
| 05.11.17 | Приборы, системы и изделия медицинского назначения | Технические Физико-математические |
| 05.11.18 | Приборы и методы преобразования изображений и звука | Технические |
| 05.12.00 | Радиотехника и связь | |
| 05.12.04 | Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения | Технические Физико-математические |
| 05.12.07 | Антенны, СВЧ-устройства и их технологии | Технические Физико-математические |
| 05.12.13 | Системы, сети и устройства телекоммуникаций | Технические Физико-математические |
| 05.12.14 | Радиолокация и радионавигация | Технические Физико-математические |
| 05.13.00 | Информатика, вычислительная техника и управление | |
| 05.13.01 | Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) | Технические Физико-математические |
| 05.13.05 | Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления | Технические |
| 05.13.06 | Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) | Технические |
| 05.13.10 | Управление в социальных и экономических системах | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 05.13.11 | Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей | Технические Физико-математические |
| 05.13.12 | Системы автоматизации проектирования (по отраслям) | Технические Физико-математические |
| 05.13.15 | Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети | Технические Физико-математические |
| 05.13.17 | Теоретические основы информатики | Технические Физико-математические Филологические |
| 05.13.18 | Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ | Технические Физико-математические Химические Геолого-минералогические |
| 05.13.19 | Методы и системы защиты информации, информационная безопасность | Технические Физико-математические |
| 05.13.20 | Квантовые методы обработки информации | Технические Физико-математические |
| 05.14.00 | Энергетика | |
| 05.14.01 | Энергетические системы и комплексы | Технические |
| 05.14.02 | Электрические станции и электроэнергетические системы | Технические |
| 05.14.03 | Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические Физико-математические |
| 05.14.04 | Промышленная теплоэнергетика | Технические |
| 05.14.08 | Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии | Технические |
| 05.14.12 | Техника высоких напряжений | Технические |
| 05.14.14 | Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты | Технические |
| 05.16.00 | Металлургия и материаловедение | |
| 05.16.01 | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов | Технические |
| 05.16.02 | Металлургия черных, цветных и редких металлов | Технические |
| 05.16.04 | Литейное производство | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 05.16.05 | Обработка металлов давлением | Технические |
| 05.16.06 | Порошковая металлургия и композиционные материалы | Технические |
| 05.16.07 | Металлургия техногенных и вторичных ресурсов | Технические |
| 05.16.08 | Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям) | Технические Физико-математические Химические |
| 05.16.09 | Материаловедение (по отраслям) (введено Приказом Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические |
| 05.17.00 | Химическая технология | |
| 05.17.01 | Технология неорганических веществ | Технические Химические |
| 05.17.02 | Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов | Технические Химические |
| 05.17.03 | Технология электрохимических процессов и защита от коррозии | Технические Химические |
| 05.17.04 | Технология органических веществ | Технические Химические |
| 05.17.06 | Технология и переработка полимеров и композитов | Технические Химические |
| 05.17.07 | Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ | Технические Химические |
| 05.17.08 | Процессы и аппараты химических технологий | Технические Химические Физико-математические |
| 05.17.11 | Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов | Технические Химические |
| 05.17.18 | Мембраны и мембранная технология | Технические Химические Физико-математические |
| 05.18.00 | Технология продовольственных продуктов | |
| 05.18.01 | Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства | Технические Сельскохозяйственные |
| 05.18.04 | Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств | Технические |
| 05.18.05 | Технология сахара и сахаристых продуктов, чая, табака и субтропических культур | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 05.18.06 | Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов | Технические |
| 05.18.07 | Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ | Технические |
| 05.18.12 | Процессы и аппараты пищевых производств | Технические |
| 05.18.15 | Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания | Технические Экономические |
| 05.18.17 | Промышленное рыболовство | Технические |
| 05.19.00 | Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности | |
| 05.19.01 | Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности | Технические |
| 05.19.02 | Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья | Технические Химические |
| 05.19.04 | Технология швейных изделий | Технические |
| 05.19.05 | Технология кожи, меха, обувных и кожевенно-галантерейных изделий | Технические |
| 05.20.00 | Процессы и машины агроинженерных систем | |
| 05.20.01 | Технологии и средства механизации сельского хозяйства | Технические Сельскохозяйственные |
| 05.20.02 | Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве | Технические |
| 05.20.03 | Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве | Технические |
| 05.21.00 | Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева | |
| 05.21.01 | Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства | Технические |
| 05.21.03 | Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины | Технические Химические |
| 05.21.05 | Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 05.22.00 | Транспорт | |
| 05.22.01 | Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте | Технические |
| 05.22.06 | Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог | Технические |
| 05.22.07 | Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические |
| 05.22.08 | Управление процессами перевозок | Технические |
| 05.22.10 | Эксплуатация автомобильного транспорта | Технические |
| 05.22.13 | Навигация и управление воздушным движением | Технические |
| 05.22.14 | Эксплуатация воздушного транспорта | Технические |
| 05.22.17 | Водные пути сообщения и гидрография | Технические Географические |
| 05.22.19 | Эксплуатация водного транспорта, судоходство | Технические |
| 05.23.00 | Строительство и архитектура | |
| 05.23.01 | Строительные конструкции, здания и сооружения | Технические |
| 05.23.02 | Основания и фундаменты, подземные сооружения | Технические |
| 05.23.03 | Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение | Технические |
| 05.23.04 | Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов | Технические |
| 05.23.05 | Строительные материалы и изделия | Технические |
| 05.23.07 | Гидротехническое строительство | Технические |
| 05.23.08 | Технология и организация строительства | Технические |
| 05.23.11 | Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей | Технические |
| 05.23.16 | Гидравлика и инженерная гидрология | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|--|
| 05.23.17 | Строительная механика | Технические |
| 05.23.19 | Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства | Технические |
| 05.23.20 | Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Архитектура Технические Искусствоведение |
| 05.23.21 | Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности | Архитектура Технические |
| 05.23.22 | Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов | Архитектура Технические |
| 05.26.00 | Безопасность деятельности человека | |
| 05.26.01 | Охрана труда (по отраслям) | Технические Психологические Социологические Медицинские |
| 05.26.02 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях (по отраслям) | Технические Химические Биологические Медицинские Ветеринарные Психологические |
| 05.26.03 | Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям) | Технические Психологические Медицинские |
| 05.26.05 | Ядерная и радиационная безопасность | Технические |
| 05.26.06 | Химическая, биологическая и бактериологическая безопасность (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические Химические Медицинские Биологические |
| 05.27.00 | Электроника | |
| 05.27.01 | Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Технические Физико-математические |
| 05.27.02 | Вакуумная и плазменная электроника | Технические Физико-математические |
| 05.27.03 | Квантовая электроника | Технические Физико-математические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 05.27.06 | Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники | Технические Химические |
| 06.00.00 | СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ | |
| 06.01.00 | Агрономия | |
| 06.01.01 | Общее земледелие | Сельскохозяйственные |
| 06.01.02 | Мелиорация, рекультивация и охрана земель | Сельскохозяйственные Технические |
| 06.01.03 | Агрофизика | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.01.04 | Агрохимия | Сельскохозяйственные Биологические Химические |
| 06.01.05 | Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.01.06 | Луговое хозяйство и лекарственные, эфирно-масличные культуры | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.01.07 | Защита растений | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.02.00 | Ветеринария и Зоотехния | |
| 06.02.01 | Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных | Ветеринарные Биологические |
| 06.02.02 | Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология | Ветеринарные Биологические |
| 06.02.03 | Ветеринарная фармакология с токсикологией | Ветеринарные Биологические |
| 06.02.04 | Ветеринарная хирургия | Ветеринарные Биологические |
| 06.02.05 | Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза | Ветеринарные Биологические |
| 06.02.06 | Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных | Ветеринарные Биологические Сельскохозяйственные |
| 06.02.07 | Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных | Сельскохозяйственные Биологические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 06.02.08 | Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.02.09 | Звероводство и охотоведение | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.02.10 | Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.03.00 | Лесное хозяйство | |
| 06.03.01 | Лесные культуры, селекция, семеноводство | Сельскохозяйственные Биологические |
| 06.03.02 | Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Сельскохозяйственные Биологические Технические |
| 06.03.03 | Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними | Сельскохозяйственные Биологические Технические |
| 06.04.00 | Рыбное хозяйство | |
| 06.04.01 | Рыбное хозяйство и аквакультура | Сельскохозяйственные Биологические |
| | ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ | |
| 07.00.00 | Исторические науки и археология | |
| 07.00.02 | Отечественная история | Исторические |
| 07.00.03 | Всеобщая история (соответствующего периода) | Исторические |
| 07.00.06 | Археология | Исторические |
| 07.00.07 | Этнография, этнология и антропология | Исторические |
| 07.00.09 | Историография, источниковедение и методы исторического исследования | Исторические |
| 07.00.10 | История науки и техники | Исторические Философские Физико-математические Химические Биологические Геолого-минералогические Технические Сельскохозяйственные Географические Медицинские Ветеринарные Архитектура |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 07.00.15 | История международных отношений и внешней политики | Исторические |
| 10.00.00 | Филологические науки | |
| 10.01.00 | Литературоведение | |
| 10.01.01 | Русская литература | Филологические |
| 10.01.02 | Литература народов Российской Федерации (с указанием конкретной литературы или группы литератур) | Филологические |
| 10.01.03 | Литература народов стран зарубежья (с указанием конкретной литературы) | Филологические |
| 10.01.08 | Теория литературы. Текстология | Филологические |
| 10.01.09 | Фольклористика | Филологические |
| 10.01.10 | Журналистика | Филологические Политические |
| 10.02.00 | Языкознание | |
| 10.02.01 | Русский язык | Филологические |
| 10.02.02 | Языки народов Российской Федерации (с указанием конкретного языка или языковой семьи) | Филологические |
| 10.02.03 | Славянские языки | Филологические |
| 10.02.04 | Германские языки | Филологические |
| 10.02.05 | Романские языки | Филологические |
| 10.02.14 | Классическая филология, византийская и новогреческая филология | Филологические |
| 10.02.19 | Теория языка | Филологические |
| 10.02.20 | Сравнительно-историческое, типологическое и сопоставительное языкознание | Филологические |
| 10.02.21 | Прикладная и математическая лингвистика | Филологические |
| 10.02.22 | Языки народов зарубежных стран Европы, Азии, Африки, аборигенов Америки и Австралии (с указанием конкретного языка или языковой семьи) | Филологические |
| 09.00.00 | Философские науки | |
| 09.00.01 | Онтология и теория познания | Философские |
| 09.00.03 | История философии | Философские |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|--|
| 09.00.04 | Эстетика | Философские |
| 09.00.05 | Этика | Философские |
| 09.00.07 | Логика | Философские |
| 09.00.08 | Философия науки и техники | Философские |
| 09.00.11 | Социальная философия | Философские |
| 09.00.13 | Философская антропология, философия культуры | Философские |
| 09.00.14 | Философия религии и религиоведение | Философские |
| | Искусствоведение и культурология | |
| 17.00.00 | Искусствоведение | |
| 17.00.01 | Театральное искусство | Искусствоведение |
| 17.00.02 | Музыкальное искусство | Искусствоведение |
| 17.00.03 | Кино-, теле- и другие экранные искусства | Искусствоведение |
| 17.00.04 | Изобразительное и декоративно-прикладное искусство и архитектура | Искусствоведение |
| 17.00.05 | Хореографическое искусство | Искусствоведение |
| 17.00.06 | Техническая эстетика и дизайн | Искусствоведение Технические |
| 17.00.09 | Теория и история искусства | Искусствоведение Философские Исторические |
| 24.00.00 | Культурология | |
| 24.00.01 | Теория и история культуры | Философские Исторические Искусствоведение Культурология |
| 24.00.03 | Музееведение, консервация и реставрация историко-культурных объектов | Искусствоведение Исторические Технические Культурология |
| 05.25.00 | Документальная информация | |
| 05.25.02 | Документалистика, документоведение, архивоведение | Исторические Педагогические Филологические Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|--|--|--|
| 05.25.03 | Библиотечковедение, библиографоведение и книговедение | Исторические, Педагогические Технические Филологические |
| 05.25.05 | Информационные системы и процессы | Филологические Технические |
| СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ | | |
| 19.00.00 | Психологические науки | |
| 19.00.01 | Общая психология, психология личности, история психологии | Психологические |
| 19.00.02 | Психофизиология | Психологические Биологические Медицинские |
| 19.00.03 | Психология труда, инженерная психология, эргономика | Психологические Технические |
| 19.00.04 | Медицинская психология | Психологические Медицинские |
| 19.00.05 | Социальная психология | Психологические Медицинские |
| 19.00.06 | Юридическая психология | Психологические Юридические |
| 19.00.07 | Педагогическая психология | Психологические |
| 19.00.10 | Коррекционная психология | Психологические |
| 19.00.12 | Политическая психология | Психологические Политические |
| 19.00.13 | Психология развития, акмеология | Психологические Педагогические |
| 08.00.00 | Экономические науки | |
| 08.00.01 | Экономическая теория | Экономические |
| 08.00.05 | Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм) | Экономические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 08.00.10 | Финансы, денежное обращение и кредит | Экономические |
| 08.00.12 | Бухгалтерский учет, статистика | Экономические |
| 08.00.13 | Математические и инструментальные методы экономики | Экономические Физико-математические |
| 08.00.14 | Мировая экономика | Экономические |
| 13.00.00 | Педагогические науки | |
| 13.00.01 | Общая педагогика, история педагогики и образования | Педагогические |
| 13.00.02 | Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Педагогические |
| 13.00.03 | Коррекционная педагогика (сурдопедагогика и тифлопедагогика, олигофренопедагогика и логопедия) | Педагогические |
| 13.00.04 | Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры | Педагогические Психологические |
| 13.00.05 | Теория, методика и организация социально-культурной деятельности | Педагогические |
| 13.00.08 | Теория и методика профессионального образования | Педагогические |
| 22.00.00 | Социологические науки | |
| 22.00.01 | Теория, методология и история социологии (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Социологические |
| 22.00.03 | Экономическая социология и демография | Социологические |
| 22.00.04 | Социальная структура, социальные институты и процессы | Социологические |
| 22.00.05 | Политическая социология | Социологические Политические |
| 22.00.06 | Социология культуры | Социологические |
| 22.00.08 | Социология управления | Социологические |
| 12.00.00 | Юридические науки | |
| 12.00.01 | Теория и история права и государства; история учений о праве и государстве | Юридические |
| 12.00.02 | Конституционное право; муниципальное право | Юридические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 12.00.03 | Гражданское право; предпринимательское право; семейное право; международное частное право | Юридические |
| 12.00.05 | Трудовое право; право социального обеспечения | Юридические |
| 12.00.06 | Природоресурсное право; аграрное право; экологическое право | Юридические |
| 12.00.08 | Уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное право | Юридические |
| 12.00.09 | Уголовный процесс, криминалистика; оперативно-розыскная деятельность | Юридические |
| 12.00.10 | Международное право; Европейское право | Юридические |
| 12.00.11 | Судебная власть, прокурорский надзор, организация правоохранительной деятельности | Юридические |
| 12.00.14 | Административное право, финансовое право, информационное право | Юридические |
| 12.00.15 | Гражданский процесс; арбитражный процесс | Юридические |
| 23.00.00 | Политология | |
| 23.00.01 | Теория и философия политики, история и методология политической науки | Политические |
| 23.00.02 | Политические институты, процессы и технологии | Политические |
| 23.00.03 | Политическая культура и идеологии | Политические |
| 23.00.04 | Политические проблемы международных отношений, глобального и регионального развития (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Политические |
| 23.00.05 | Политическая регионалистика. Этнополитика | Политические Социологические |
| 23.00.06 | Конфликтология (введено Приказом Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Политические |
| 14.00.00 | МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ | |
| 14.01.00 | Клиническая медицина | |
| 14.01.01 | Акушерство и гинекология | Медицинские |
| 14.01.02 | Эндокринология | Медицинские Биологические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 14.01.03 | Болезни уха, горла и носа | Медицинские |
| 14.01.04 | Внутренние болезни | Медицинские |
| 14.01.05 | Кардиология | Медицинские Биологические |
| 14.01.06 | Психиатрия | Медицинские |
| 14.01.07 | Глазные болезни | Медицинские |
| 14.01.08 | Педиатрия | Медицинские |
| 14.01.09 | Инфекционные болезни (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Медицинские |
| 14.01.10 | Кожные и венерические болезни | Медицинские |
| 14.01.11 | Нервные болезни | Медицинские |
| 14.01.12 | Онкология | Медицинские Биологические |
| 14.01.13 | Лучевая диагностика, лучевая терапия | Медицинские |
| 14.01.14 | Стоматология | Медицинские |
| 14.01.15 | Травматология и ортопедия | Медицинские |
| 14.01.16 | Фтизиатрия | Медицинские |
| 14.01.17 | Хирургия | Медицинские |
| 14.01.18 | Нейрохирургия | Медицинские |
| 14.01.19 | Детская хирургия | Медицинские |
| 14.01.20 | Анестезиология и реаниматология | Медицинские |
| 14.01.21 | Гематология и переливание крови | Медицинские Биологические |
| 14.01.22 | Ревматология | Медицинские |
| 14.01.23 | Урология | Медицинские |
| 14.01.24 | Трансплантология и искусственные органы | Медицинские Технические Биологические |
| 14.01.25 | Пульмонология | Медицинские |
| 14.01.26 | Сердечно-сосудистая хирургия | Медицинские |
| 14.01.27 | Наркология | Медицинские Биологические |
| 14.01.28 | Гастроэнтерология | Медицинские |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|---|
| 14.01.29 | Нефрология | Медицинские |
| 14.01.30 | Геронтология и гериатрия | Медицинские Биологические |
| 14.02.00 | Профилактическая медицина | |
| 14.02.01 | Гигиена | Медицинские Биологические |
| 14.02.02 | Эпидемиология | Медицинские Биологические |
| 14.02.03 | Общественное здоровье и здравоохранение | Медицинские |
| 14.02.04 | Медицина труда | Медицинские Биологические |
| 14.02.05 | Социология медицины | Медицинские Социологические |
| 14.02.06 | Медико-социальная экспертиза и медико-социальная реабилитация | Медицинские |
| 14.03.00 | Медико-биологические науки | |
| 14.03.01 | Анатомия человека | Медицинские Биологические |
| 14.03.02 | Патологическая анатомия | Медицинские Биологические |
| 14.03.03 | Патологическая физиология | Медицинские Биологические |
| 14.03.04 | Токсикология | Медицинские Биологические Фармацевтические |
| 14.03.05 | Судебная медицина | Медицинские |
| 14.03.06 | Фармакология, клиническая фармакология | Медицинские Биологические Фармацевтические |
| 14.03.07 | Химиотерапия и антибиотики | Медицинские Биологические |
| 14.03.08 | Авиационная, космическая и морская медицина | Медицинские Биологические |
| 14.03.09 | Клиническая иммунология, аллергология | Медицинские Биологические Ветеринарные |
| 14.03.10 | Клиническая лабораторная диагностика | Медицинские Биологические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|---|--|
| 14.03.11 | Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | Медицинские Биологические Психологические |
| 14.04.00 | Фармацевтические науки | |
| 14.04.01 | Технология получения лекарств | Фармацевтические |
| 14.04.02 | Фармацевтическая химия, фармакогнозия | Фармацевтические Биологические Химические |
| 14.04.03 | Организация фармацевтического дела | Фармацевтические Экономические |
| 25.00.00 | НАУКИ О ЗЕМЛЕ | |
| 25.00.01 | Общая и региональная геология | Геолого-минералогические |
| 25.00.02 | Палеонтология и стратиграфия | Геолого-минералогические Биологические |
| 25.00.03 | Геотектоника и геодинамика | Геолого-минералогические |
| 25.00.04 | Петрология, вулканология | Геолого-минералогические |
| 25.00.05 | Минералогия, кристаллография | Геолого-минералогические Физико-математические Химические |
| 25.00.06 | Литология | Геолого-минералогические |
| 25.00.07 | Гидрогеология | Геолого-минералогические Технические |
| 25.00.08 | Инженерная геология, мерзловедение и грунтоведение | Геолого-минералогические Географические Технические |
| 25.00.09 | Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых | Геолого-минералогические Технические Физико-математические Химические |
| 25.00.10 | Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых | Геолого-минералогические Физико-математические Технические |
| 25.00.11 | Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения | Геолого-минералогические Технические |
| 25.00.12 | Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений | Геолого-минералогические Технические |
| 25.00.13 | Обогащение полезных ископаемых | Технические |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--|---|
| 25.00.14 | Технология и техника геологоразведочных работ | Технические |
| 25.00.15 | Технология бурения и освоения скважин | Технические |
| 25.00.16 | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр | Технические Геолого-минералогические |
| 25.00.17 | Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений | Технические |
| 25.00.18 | Технология освоения морских месторождений полезных ископаемых | Технические |
| 25.00.19 | Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ | Технические |
| 25.00.20 | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика | Технические |
| 25.00.21 | Теоретические основы проектирования горно-технических систем | Технические |
| 25.00.22 | Геотехнология (подземная, открытая и строительная) | Технические |
| 25.00.23 | Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов | Географические Геолого-минералогические |
| 25.00.24 | Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география | Географические |
| 25.00.25 | Геоморфология и эволюционная география | Географические Геолого-минералогические |
| 25.00.26 | Землеустройство, кадастр и мониторинг земель | Географические Технические |
| 25.00.27 | Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия | Географические Физико-математические Технические Химические |
| 25.00.28 | Океанология | Географические Геолого-минералогические Физико-математические Технические Биологические |
| 25.00.29 | Физика атмосферы и гидросферы | Физико-математические |
| 25.00.30 | Метеорология, климатология, агрометеорология | Географические Физико-математические Технические Сельскохозяйственные |

| Шифр | Отрасль науки, группа специальностей, специальность | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|---|---|--|
| 25.00.31 | Гляциология и криология Земли | Географические Геолого-минералогические |
| 25.00.32 | Геодезия | Технические Физико-математические |
| 25.00.33 | Картография | Географические Технические Физико-математические |
| 25.00.34 | Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия | Географические Геолого-минералогические Технические |
| 25.00.35 | Геоинформатика | Геолого-минералогические Географические Технические Физико-математические |
| 25.00.36 | Геоэкология (по отраслям) | Геолого-минералогические Географические Технические |
| (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294) | | |

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И
ТЕХНИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Индустрия наносистем.
3. Информационно-телекоммуникационные системы.
4. Науки о жизни.
5. Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные и космические системы.
8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

ПЕРЕЧЕНЬ КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2. Базовые технологии силовой электротехники.
3. Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.
5. Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
6. Клеточные технологии.
7. Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
9. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
10. Технологии биоинженерии.
11. Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
12. Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
13. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
14. Технологии наноустройств и микросистемной техники.
15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
16. Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
17. Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
18. Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.
19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.
20. Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
21. Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
22. Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.
23. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.
24. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.
25. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.
26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.
27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

(Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. №899).

Перечень электронных образовательных ресурсов

I. Научные базы данных, библиотеки, образовательные порталы

Отечественные:

1. East view (ИВИС) – полнотекстовые базы данных периодических изданий России, Российская национальная библиография (Летописи РКП).

Тематика: история, государство и право, естествознание, литературоведение, медицина и здравоохранение, наука и техника, философия, экономика, этнография.

Код доступа: <http://dlib.eastview.com/>.

2. eLibrary – научная электронная библиотека. В настоящее время здесь предоставляется доступ к журналам 40 издательств таких как: ИНИОН РАН, Elsevier Science, Academic Press, Kluwer, Springer, Birkhauser Publishing, Blackwell Science, Pergamon и др.

Тематика: геофизика, геология, география, астрономия, общие и комплексные проблемы естественных и точных наук, энергетика, электротехника, электроника, радиотехника, связь, автоматика и телемеханика, вычислительная техника, горное дело, металлургия, машиностроение, ядерная техника, приборостроение, химическая технология, химическая промышленность, биотехнология, пищевая промышленность, строительство, архитектура, сельское и лесное хозяйство, рыбное хозяйство, внутренняя торговля, туристско-экскурсионное обслуживание, транспорт, медицина и здравоохранение, военное дело, организация и управление, охрана окружающей среды, экология человека, космические исследования.

Код доступа: <http://www.elibrary.ru/>.

3. Всесоюзный институт научной и технической информации (ВИНИТИ) – одна из крупнейших в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам.

Тематика реферативных журналов: математика, механика, науки о жизни (биология, медицина), науки о Земле (география, геофизика, геология, горное дело, охрана окружающей среды), физика, астрономия, химия и химическая технология, информатика, автоматизация и вычислительная техника, радиоэлектроника, электротехника, энергетика, металлургия, транспорт и машиностроение, экономика, комплексные межотраслевые проблемы.

Код доступа: <http://www.viniti.ru/bnd.html>.

4. Полпред – мониторинг промышленности и услуг в России и за рубежом, через СМИ и интернет-сервисы. Каталог ведущих официальных сайтов по странам и отраслям. Полмиллиона важных сообщений сотен газет и информагентств за 15 лет в базе данных он-лайн, с тщательным редакционным отбором сюжетов ежедневно.

Тематика ресурса: Экономика и право стран мира – госструктуры, макроэкономика, банки, налоги, промышленность, энергетика, нефтегазпром, металлургия, горнодобыча, агропром, транспорт, СМИ и ИТ, армия и

вооружения, образование и наука, миграция и виза, туризм, внешняя торговля, таможня, связи с СНГ и Россией.

Код доступа: <http://www.polpred.com/>.

5. Российская национальная библиография.

Тематика ресурса: универсальная.

Тип ресурса: библиографический.

Виды описываемых изданий: российские книги, журналы, газеты, авторефераты диссертаций, рецензии, изоиздания, ноты, карты.

Код доступа: <http://biblio.ebiblioteka.ru/>.

6. Университетская информационная система РОССИЯ – база электронных ресурсов для исследований и образования в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук и с 2000 года открыта для коллективного доступа университетов, вузов, научных институтов РФ и специалистов.

Код доступа: <http://uisrussia.msu.ru>.

7. Электронная библиотека GrebennikOn.ru.

Тематика ресурса: маркетинг, менеджмент, финансы, управление персоналом, брендинг и др.

Код доступа: <http://grebennikon.ru/>.

8. Российская государственная библиотека – доступ к основному массиву электронных версий диссертаций.

В базе представлены диссертации, защищённые в 1998 - 2003 гг. – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки», «Психологические науки» и «Философские науки» (всего около 28000 полных текстов); с начала 2004 г. – по всем специальностям, кроме медицины и фармации, по мере их оцифровки (около 25000 диссертаций в год); в другие годы и по иным специальностям - отдельные работы.

Код доступа: <http://diss.rsl.ru/>.

9. Электронная библиотека РГБ.

Тематика ресурса: универсальная.

Код доступа: <http://elibrary.rsl.ru/>.

10. Информационно-сервисный центр (ИСЦ) Российской национальной библиотеки.

Тематика ресурса: универсальная.

Код доступа: <http://infocenter.nlr.ru/>.

11. Базы данных ИНИОН РАН – электронный каталог, базы данных и справочно-нормативные массивы, содержат около 2 млн. библиографических записей. Книги и статьи по всем отраслям социальных и гуманитарных наук (экономика, демография, философия, социология, история, археология, языкознание, литературоведение, государство и право, политология, религиоведение).

Код доступа: <http://www.inion.ru/>.

12. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина.

Код доступа: <http://www.prilib.ru/Pages/Default.aspx>.

13. Российская книжная палата.

Код доступа: <http://www.bookchamber.ru/default.html>.

14. База электронных учебно-методических материалов ЮРГУЭС.

Код доступа: <http://www.libdb.sssu.ru/>.

15. Электронные каталоги библиотеки ЮРГУЭС.

Код доступа: <http://www.marc.sssu.ru/>.

16. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека online».

Код доступа: <http://www.biblioclub.ru/>.

17. Ibooks.ru – электронная библиотечная система учебной и научной литературы.

Код доступа: <http://ibooks.ru/>.

18. Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

Код доступа: <http://window.edu.ru/>.

19. Федеральный портал «Российское образование».

Код доступа: <http://www.edu.ru/>.

Зарубежные:

1. Alexander Street Social Sciences.

Тематика: гуманитарные науки, общественные науки, искусство, история Америки, история женских движений, психотерапия, театр.

Код доступа: <http://alexanderstreet.com/products>.

2. American Chemical Society Publications – доступ к полным текстам журналов, издаваемых Американским химическим обществом (American Chemical Society (ACS)).

Код доступа: <http://pubs.acs.org/>.

3. American Institute of Physics – полнотекстовые версии журналов American Institute of Physics:

Код доступа: <http://scitation.aip.org/publications/myBrowsePub.jsp>.

4. Annual Reviews – некоммерческое научное издательство (США). С 1932 года публикует критические обзоры, написанные ведущими учёными в области 40 дисциплин, включая медико-биологические науки, физику, общественные науки.

Код доступа: <http://arjournals.annualreviews.org/action/showJournals>

5. Blackwell Publishing – коллекция полнотекстовых журналов Wiley-Blackwell.

Тематика: универсальная.

Код доступа: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/home>.

6. Books24x7.

Тематика: экономика; бизнес; управление; менеджмент; маркетинг; социология; социальные проблемы; человеческий потенциал; финансы; здравоохранение; туризм; технические науки.

Код доступа: <http://library.books24x7.com/>.

7. Cambridge Journals Online.

Тематика: биология и биомедицинские науки; физиология; психология и психиатрия; вычислительная техника; науки о Земле, экология; математика;

физика; технические науки; сельское хозяйство; экономика; история; философия; политология; юриспруденция; лингвистика; социология; религия; культурология; музыка; театр; археология и антропология; региональные исследования.

Код доступа: <http://www.journals.cambridge.org/>.

8. DOAJ: директория открытого доступа.

Тематика: Сельское хозяйство и пищевые технологии, биология, энвироментология, химия, история и археология, юриспруденция и политика, философия и религия, наука в целом, искусство и архитектура, бизнес и экономика, науки о земле, технические и прикладные науки, здравоохранение, языкознание и литература, математика и статистика, Физика и астрономия, социология и др.

Код доступа: <http://www.doaj.org/>.

9. EBSCO Publishing.

Тематика: универсальная.

Код доступа: <http://search.epnet.com/>

10. Emerald (MCB University Press) - полнотекстовые ресурсы издательства Emerald.

Тематика: бизнес, менеджмент и экономика, библиотечное дело и информатика, общественные науки, техника, инжиниринг, языкознание и лингвистика, транспорт.

Код доступа: <http://www.emeraldinsight.com/login>.

11. Genamics JournalSeek – база данных, содержащая справочные сведения о 94859 научных журналах от 4240 издательств разных стран.

Код доступа: <http://journalseek.net/>.

12. Global Market Information Database – глобальная база данных рыночной информации компании Euromonitor International, содержит подробную информацию об отраслях промышленности, странах и потребителях.

Код доступа: <http://www.portal.euromonitor.com/portal/server.pt>.

13. Google Scholar SFX –сервис компании Google, так называемый "Link resolver" или определитель ссылок. Дает возможность искать информацию по всей совокупности доступных материалов.

Код доступа: <http://scholar.google.com/>.

14. IHS Jane's Defense & Security Intelligence & Analysis.

Тематика ресурса: военная техника; вооружение; транспорт.

Код доступа: <https://secured.janes.com/public/login.html>.

15. Institute of Physics (IOP) – полнотекстовые электронные версии журналов издательства Institute of Physics (Великобритания).

Тематика: все основные направления развития теоретической и прикладной физики.

Код доступа: <http://www.iop.org/>.

16. Morgan & Claypool Publishers – коллекции электронных книг по техническим наукам издательства Morgan & Claypool Publishers (США).

Электронные книги представляют собой «лекции», объемом от 50 до 200 страниц, охватывающие основные аспекты технических наук.

Код доступа: http://www.morganclaypool.com/page/coll_two.

17. Nature Publishing Group.

Тематика: науки о жизни, биология, материаловедение, биологические материалы, биофизика, нанотехнологии.

Код доступа: <http://www.nature.com/siteindex/index.html>

18. Oxford journals – полнотекстовая база данных журналов издательства Оксфордского университета (Oxford University Press (OUP)), включает более 100 изданий.

Тематика: универсальная.

Код доступа: <http://www3.oup.co.uk/jnls/>

18. Questel – патентные базы данных.

Тематика: патентная информация; информация об интеллектуальной собственности.

Код доступа: <http://www.qpat.com/>.

19. SAGE Journals Online.

Международное издательство SAGE Publications (штаб-квартиры в США, Великобритании, Индии) публикует более 460 журналов по бизнесу, общественным наукам, гуманитарным отраслям знания, естественным наукам, медицине и технике.

Код доступа: <http://online.sagepub.com/>

20. **Science magazine** – мультидисциплинарный журнал Science издательства AAAS (American Association for the Advancement of Science (Science Online)).

Код доступа: <http://www.sciencemag.org/>.

21. **ScienceDirect** – один из крупнейших в мире онлайн сборников опубликованных научных исследований. Содержит около 10 млн статей из более чем 2500 журналов и более 6000 электронных книг, справочников, научных сборников. Статьи сгруппированы в четыре основных раздела: физические и инженерные науки, естественные науки, медицинские науки, а также социальные и гуманитарные науки.

Код доступа: <http://www.sciencedirect.com/>.

22. **Springer** – основной электронный ресурс компании Шпрингер, предлагает вниманию читателей книги и журналы издательства научной литературы Springer-Verlag, история деятельности которого насчитывает более 150 лет.

Тематика: биология, экология, медицина, физика, технические науки, математика, информатика, гуманитарные науки, экономика.

Код доступа: <http://springerlink.com/>.

23. **Taylor & Francis** – научные журналы издательства Taylor & Francis (UK).

Тематика: универсальная.

Код доступа: <http://www.informaworld.com/>.

24. Thieme Chemistry package – полнотекстовые журналы по химии компании Thieme.

Код доступа: <http://www.thieme-connect.com/ejournals>.

25. World Scientific Publishing – полные тексты международных научных журналов.

Тематика: естественные науки, техника и технологии, экономика, медицина.

Код доступа: <http://www.worldscinet.com/>.

II. Патенты, интеллектуальная собственность

Отечественные:

1. Евразийская патентная организация (ЕАПО).

Код доступа: <http://www.eapo.org/>.

2. МОСПАТЕНТ.

Код доступа: <http://www.mospatent.ru/>.

3. Федеральная служба по интеллектуальной собственности.

Код доступа: <http://www.rupto.ru/>.

4. Союзпатент.

Код доступа: <http://www.sojuzpatent.com/default.asp>.

5. Список патентных поверенных Российской Федерации.

Код доступа: <http://www.eapo.org/rus/ea/information/attorneys.php3>.

6. Справочная информация о товарных знаках.

Код доступа: <http://www.mospatent.ru/ru/ip.htm>.

7. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (роспатент).

Код доступа: <http://www.fips.ru/russite/default.htm>.

8. Федеральный институт промышленной собственности.

Код доступа: <http://www.fips.ru/>.

9. База патентов на изобретения РФ.

Код доступа: <http://ru-patent.info/>.

Зарубежные:

1. NTIS (США).

Код доступа: <http://www.ntis.gov/>.

Стандарты и технические отчеты.

2. Oppedahl & Larson Intellectual Property Web Site.

Код доступа: <http://www.patents.com/>.

Справочная информация о патентах и товарных знаках.

3. Other Intellectual Property Offices on the Web.

Код доступа: <http://www.uspto.gov/web/menu/other.html>.

4. PATENT SOFTWARE.

Код доступа: <http://www.patent-software.com/>.

Американские патенты.

5. Patents on the Internet.

Код доступа: <http://users.aber.ac.uk/dgw/patent.htm>.

6. Questel – патентная база данных FamPat.

Код доступа: <http://www.orbit.com>.

7. Servers of other patent offices.

Код доступа: <http://www.european-patent-office.org/onlinelinks/>.

8. Международные стандарты (ISO).

Код доступа: <http://www.iso.org/iso/home.htm>.

Стандарты и технические отчеты.

9. Патентные ведомства.

Код доступа: <http://www.eapo.org/>.

III. Энциклопедии

1. Edic - Энциклопедические словари.

Код доступа: <http://www.edic.ru/>.

2. Большой Энциклопедический Словарь.

Код доступа: <http://www.vedu.ru/BigEncDic/>.

3. Брокгауз on-line.

Код доступа: <http://www.encyclopedia.ru/internet/bol.html>.

4. Википедия.

Код доступа: <http://ru.wikipedia.org>.

5. Кирилл и Мефодий.

Код доступа: <http://www.km.ru/>.

6. Мир энциклопедий. Энциклопедии в сети.

Код доступа: <http://www.encyclopedia.ru/internet.html>.

7. Рубрикон.

Код доступа: <http://www.rubricon.info>.

8. Словари и энциклопедии он-лайн.

Код доступа: <http://dic.academic.ru/searchall.php>.

9. Энциклопедия «Кругосвет».

Код доступа: <http://www.krugosvet.ru/>.

10. Яндекс. Словари.

Код доступа: <http://slovari.yandex.ru/>.

**Адреса web-сайтов организаций, программ, конкурсов, способствующих
коммерциализации научных разработок**

1. Российская сеть трансфера технологий – <http://www.rtt.ru/>.
2. Франко-Российская инновационная сеть – <http://www.rfr-net.org/>.
3. Британо-Российская технологическая сеть – <http://www.brin.co.uk/>.
4. Европейская сеть инновационных релей-центров – <http://irc.cordis.lu>.
5. Сеть частного капитала – www.nvst.com.
6. Система поиска партнеров для реализации инновационных проектов – www.gate2growth.com.
7. Компания Yet2.com, подбирающая партнеров для реализации проектов коммерциализации технологий – <http://www.yet2.com/>.
8. Российская ассоциация венчурного инвестирования (РАВИ) – <http://www.rvca.ru/rus/>.
9. ЭВРИКА – Европейская программа научно-технического сотрудничества в области высоких технологий и инноваций – <http://www.eurekanetwork.org/>.
- 10.Международный научно-технический центр (МНТЦ) – <http://www.istc.ru>.
- 11.Фонд «Новая Евразия» – <http://www.neweurasia.ru/>.
- 12.Фонд «Научный потенциал» – <http://www.hcfoundation.ru/>.
- 13.Association of European Science and Technology Transfer Professionals (ASTP) – <http://www.astp.net/>.
- 14.European Association of Research Managers & Administrators (EARMA) – <http://www.earma.org/>.
- 15.CORDIS (Community Research and Development Information System) – <http://cordis.europa.eu/>.
- 16.Национальная сеть бизнес-ангелов «Частный Капитал» – <http://www.private-capital.ru/>.
- 17.Национальное содружество Бизнес Ангелов – <http://www.russba.ru/>.
- 18.Региональный фонд научно-технического развития Санкт-Петербурга – <http://www.rfntr.neva.ru/rus/>.
- 19.Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере – <http://www.fasie.ru/>.
- 20.Российский фонд фундаментальных исследований – <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/>.
- 21.Официальный проект национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий. – <http://kulibin.org/>.
- 22.Национальный конкурс Инновационных проектов – <http://nkip.ru/>.
- 23.Первый открытый конкурс гражданских инновационных проектов организаций оборонно-промышленного комплекса России – <http://first-open-konkurs.rostechn.ru/>.
- 24.Гранты «Лаборатория Касперского» – <http://www.kasperskyacademy.com/ru/grants/>.

25.Кубок Техноваций – <http://technocup.ru/>.

26.Конкурса русских инноваций – <http://www.inno.ru/>.

27.Конкурс молодежных инновационных проектов КУМИР – <http://i-innomir.ru/posts/480>.

28.Комитет по инновациям и венчурному финансированию Московской Ассоциации предпринимателей – <http://kit-vf.org/>.