

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

---

Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ»

---

---

**ФИЛОСОФИЯ НАУКИ.  
ОСНОВЫ  
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебное пособие

Под ред. д-ра филос. наук, проф. А. Ф. Иванова

Санкт-Петербург  
Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
2017

УДК 167/168(075)  
ББК Ю25я7  
Ф 56

*Авторы:*

канд. филос. наук, доц. В. А. Гречанова (гл. 1, §1); канд. филос. наук, доц. Е. Е. Елькина (гл. 4); д-р филос. наук, проф. А. Ф. Иванов (Введение; гл. 2, §1–2; гл. 5; гл. 7, §2); канд. филос. наук, доц. В. В. Калинина (гл. 1, § 2–4; гл. 2, §3; гл. 3); канд. филос. наук, доц. О. А. Луговая (гл. 5, §1–3; гл. 6; гл. 7, §1).

Ф56 Философия науки. Основы научных исследований: учеб. пособие / под ред. д-ра филос. наук, проф. А. Ф. Иванова. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – 84 с.

ISBN

Подготовлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для подготовки магистров технических специальностей. Дается современное понимание науки, ее структуры и функций; сформулированы критерии научности и требования, которым должны отвечать научное исследование и его результаты. Последовательно рассматриваются понятие науки, ее структуры и функций, основания научных исследований, соотношение уровней и методов научного исследования, логические формы, в которых оно осуществляется, а также излагаются логические основы аргументации и обоснования, равно как основы культуры подготовки научных публикаций.

Предназначено магистрантам технических и социально-экономических специальностей вузов, а также всем интересующимся философией, методологией и логикой науки.

УДК 167/168(075)  
ББК Ю25я7

*Рецензенты:* кафедра философии и социальных наук СПб ун-та гос. противопожарной службы МЧС России; д-р филос. наук, проф. О. Д. Шипунова (ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»).

Утверждено  
редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

ISBN

© СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Особенность современной научно-исследовательской деятельности заключается в том, что в ней эмпирический и теоретический уровни тесно взаимосвязаны с общефилософскими представлениями о сущности познания вообще (т. е. с гносеологией – общей теорией познания), научного познания в частности (т. е. эпистемологией – теорией научного познания). Если в XIX веке и в первой половине XX века преобладали представления о том, что в ходе процесса научного познания можно абстрагироваться от его универсальной глубинной основы, которые раскрываются в рамках философской рефлексии, то с середины XX века и, особенно в настоящее время, все рельефнее обнаруживается, что такая установка мышления ученого становится тормозом развития методологии и логики научного познания, а тем самым и тормозом всего научно-технического прогресса.

Как следствие современный специалист в конкретной области науки и техники (ученый, инженер, конструктор) должен знать и понимать общие особенности науки как вида познавательной деятельности, как сферы культуры. Такое знание позволяет ориентироваться в развитии науки на современном этапе, понимать ее тесную связь с культурой и социальными изменениями.

Современный излом человеческой истории уже привычно называют стадией построения информационной цивилизации, одной из отличительных черт которой является глобальная целостность и вытекающая из нее геометрически прогрессирующая системность общества третьего тысячелетия. Причем эта системность развертывается двунаправленно: внутренний вектор очерчен бытийными пластами социума, человека, техники, внешний же вектор – бытийными модусами природы и общества. В человеческом бытии эта особенность многомерной эволюции социума выражается в том, что практически любая деятельность человека становится все более наукоемкой, вбирает в себя высокотехнологичные решения, но что еще важнее – перманентно растет число людей, непосредственно, или опосредованно вовлеченных в процесс научного познания. Указанные ракурсы институализации науки в современном культурном пространстве определяет форму и содержание ее – науки – тотальной философско-теоретической рефлексии. Этим занимается философия науки.

Поскольку наука представляет собой системно организованный вид познавательной деятельности, в философии науки образовался ряд направлений анализа научного познания.

Методология научных исследований как часть философии науки изучает:

- возникновение, функционирование и развитие методов научного познания;
- процессы создания и использования схем описания, объяснения и предсказания;
- структуру и операциональный состав способов научного познания;
- закономерности и методы получения объективного, достоверного, обоснованного и практически эффективного знания.

Логика науки – научная дисциплина, исследующая закономерные взаимосвязи элементов и подсистем системы научного знания.

Логика научных исследований изучает:

- формы научного знания (проблема, закон, гипотеза, теория и др.);
- способы эмпирического и теоретического обоснования, а также особенности процедуры проверки научных гипотез и теорий;
- строение и функционирование искусственных (формализованных) языков;
- специфику типов логического вывода (индукции, дедукции и традукции) в научном познании;
- закономерности образования и функционирования исходных и производных научных понятий;
- логические закономерности познавательных процедур (абстрагирования, описания, объяснения, предвидения, редукции, экстраполяции и др.).

Учитывая сказанное выше, структура учебного пособия выстроена следующим образом. Основы философии науки изложены в главах 1–2. Основные положения методологии научных исследований раскрываются в главах 3–4. Логика научных исследований представлена в главах 5–6. В заключительной 7-й главе рассматриваются основы культуры подготовки научных публикаций, начиная с обзора их видов и заканчивая индексами научного цитирования как элемента современного менеджмента науки.

## Глава 1. СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И ЕЕ СТРУКТУРА

### 1.1. Понятие, структура и функции современной науки

На современном этапе общественного развития наука в системе культуры представляет собой *«социальный институт, в рамках которого производится, систематизируется и обосновывается объективное знание об окружающем мире, а также определяются способы его эффективного и оптимального использования в практической деятельности людей»*<sup>1</sup>.

В этом определении фиксируются три признака науки как сложного явления человеческого бытия:

1. Определенный вид *познавательной деятельности* субъекта и соответствующая ему *форма общественного сознания*.
2. *Социальный институт* как система высших учебных и научных заведений, научных сообществ и продуктов их деятельности.
3. *Сфера культуры* со своей структурой, со своими специфическими чертами и функциями.

Современная наука в условиях бурно развивающегося информационного общества насчитывает около 20 тыс. различных дисциплин. Она зародилась еще в древнем мире, но как система начала складываться в XVI в. В ходе своего развития она превратилась в важный социальный институт, необходимый обществу и оказывающий на его деятельность огромное влияние. В результате этого процесса наука приобрела сложную структуру, которую можно рассматривать в нескольких аспектах.

В зависимости от ориентации на практическое применение науки делятся в первую очередь на *фундаментальные* и *прикладные*. Фундаментальные науки представляют собой систему знаний о наиболее глубоких свойствах объективной реальности, не имеющую выраженной практической направленности. Эти науки создают теории, объясняющие основы бытия людей. Фундаментальные знания таких теорий определяют особенности представления человека о мире и о самом себе, т. е. являются основанием для научной картины мира. Как правило, фундаментальные исследования проводятся в силу внутренних стимулов, а не внешних (социальных) потребностей. Открытия и достижения фундаментальных наук являются определяющими в формировании естественно-научной картины мира, изменении парадигмы научного мышления. В этих науках вырабатываются базовые модели по-

---

<sup>1</sup> Ахлибининский Б. В., Иванов А. Ф. Концепции современного естествознания: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004. С. 3.

знания, выявляются понятия, принципы и законы, составляющие основу прикладных наук. К фундаментальным наукам традиционно относят естественные науки (астрономию, физику, химию, биологию, антропологию и др.), социальные науки (экономику, социологию и др.), гуманитарные науки (филологию, историю, психологию, культурологию и т. д.). Прикладные науки олицетворяют собой систему знаний, имеющих ярко выраженную практическую направленность, ориентируются на решение конкретных проблем, связанных с интересами людей, и могут оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на человека в зависимости от сферы приложения. К прикладным наукам традиционно относят технические дисциплины, а также агрономию, медицину, педагогику и др.

В содержательном аспекте с точки зрения предметного единства науки можно разделить на четыре группы: *естественные, общественные, гуманитарные и междисциплинарные* (синергетика, системология, информационный подход и др.).

Структура науки как социального института включает в себя следующие элементы.

1. *Субъект научного познания.* Им могут быть или отдельно взятый ученый или группа ученых (сотрудники данной лаборатории, данного научно-исследовательского института и т. д.), или вся совокупность представителей определенной области (например, физик-теоретик, микробиолог, социальный психолог и т. д.), или отрасли науки (физики, биологии, психологии, социологии и т. д.), или мировое научное сообщество, или же, в перспективе, человечество в целом.

2. *Объект научного познания.* Может быть реализован в виде единичной материальной системы (например, планета Земля); множества материальных систем (пучок электронов, звезды, виды живых организмов и т. п.); материальных и идеальных моделей (абсолютно черное тело, идеальный газ, точка, прямая и т. п.); теоретических конструктов (гравитационное или электромагнитное взаимодействие, суперсила, суперструны и т. д.); систем виртуальной реальности и в других многообразных формах.

3. *Научное исследование.* Осуществляется как процесс взаимодействия субъекта и объекта, в котором вырабатывается объективное знание о закономерностях становления, развития и функционирования объекта через различные формы активности субъекта.

4. *Эмпирические и теоретические методы научного познания и правила их применения субъектом научного познания*, т. е. представляющие собой совокупность способов взаимодействия субъекта и объекта.

5. *Научные знания*. Являются результатом процесса научного познания и практическим воплощением ценности науки в сфере материальной и духовной культуры.

6. *Материально-техническая база науки*. Включает в себя приборы, экспериментальные установки, информационные ресурсы (книги, журналы, Интернет-порталы научной направленности и т. п.), здания и помещения научно-исследовательских организаций и т. д., а также финансовые средства.

7. *Научный менеджмент*. Является необходимым элементом в структуре современной науки. Его функции реализуются в организации научных исследований и управлении ими, подготовке научных кадров, фиксации, сохранении, во внедрении и в распространении результатов научного познания и т. д.

Взаимосвязь структурных элементов науки в едином пространстве культуры образует целостную систему научного знания, которая обладает следующими основными функциями:

- *описательной*, служащей для отображения совокупности данных о свойствах и отношениях предметов, объектов, процессов действительности;
- *объяснительной*, отвечающей за выявление сущности возникновения, развития и функционирования изучаемого предмета, объекта, процесса действительности и ее познания;
- *систематизирующей*, реализующейся на основе классификации полученных данных посредством анализа и соотнесения их по ранее установленным типам и классам объектов;
- *мировоззренческой*, проявляющейся в создании научной картины мира, в форме которой в общество транслируется определенная система взглядов на мир, дополняющая и уточняющая картины мира, создаваемые в других сферах культуры (философии, религии, искусстве и т. д.);
- *эвристической*, позволяющей предвидеть новые свойства и отношения исследуемого объекта, открывать новые уровни организации мира и новые типы и классы объектов;
- *прагматической*, представляющей собой установление возможности и определение способов применения полученных знаний в различных сферах жизни общества;

- *прогностической*, заключающейся в анализе перспектив развития общества и окружающей среды, создании футурологических моделей, а также в выработке рекомендаций на будущее;

- *экспертной*, осуществляющейся посредством анализа и оценки практической реализации, эффективности и оптимальности различных проектов и программ, создаваемых и реализуемых в различных сферах культуры, в том числе и в самой науке.

Характерные черты науки как сферы культуры формировались и видоизменялись по мере ее собственного развития и взаимодействия с другими культурными областями человеческой жизнедеятельности. Современную науку характеризуют следующие основные черты: *объективность, универсальность, общезначимость, системность, фрагментарность, незавершенность, преемственность, достоверность, рациональность, чувственный (эмпирический) характер, внеморальность, критичность.*

Помимо указанных выше черт наука характеризуется специфической методологией исследований, особыми формами представления результатов деятельности ученого, а также своеобразием языка, что и обуславливает специфику науки по отношению к другим сферам культуры.

## **1.2. Основания научных исследований.**

### **Научная рациональность и ее типы**

Человеческая деятельность всегда сопровождается выработкой знания различного характера. В связи с этим возникает вопрос о тех основаниях (критериях), которые позволяют из всего комплекса накопленных человеком знаний выделить именно научные, а из всего многообразия видов человеческой деятельности – научно-исследовательскую деятельность.

Под *основаниями науки* понимают систему различных регулятивов, детерминирующих цель и способы получения научного знания, представление и понимание изучаемой реальности, а также формы и степень обоснованности научного знания и его включения в человеческую культуру. В данной дефиниции ясно видна и структура оснований науки: цель и способы научного познания определяются *идеалами, нормами и критериями*; обобщенное представление и понимание исследуемой реальности воплощается в *научной картине мира*; формы и степень обоснованности научного знания и его включения в общий культурный контекст исторической эпохи обеспечивают *философские основания.*



*Идеалы и нормы научного исследования – эталонные установки и регулятивные ориентиры научной деятельности, имеющие социокультурную природу; требования, предъявляемые к получению, обоснованию и организации знания; представления о целях научно-познавательной деятельности и о способах их достижения.* Они выражают общую методологическую схему научного исследования, регулируют построение различного типа теорий, помогают в осуществлении наблюдений и экспериментов, в осознании эмпирических фактов и т. д.

В системе идеалов и норм научного исследования различают три уровня: требования, отличающие науку от других форм познания; установки, характеризующие стиль мышления, доминирующий в науке на определенном историческом этапе ее развития; конкретизация установок второго уровня применительно к специфике предметной области каждой научной дисциплины.

При рассмотрении идеалов и норм науки, а также критериев научности, следует исходить из понимания генеральной цели функционирования науки в едином теле культуры – производство объективных и истинных знаний о мире. Такие идеалы науки, как *объективность, истинность, системность, обоснованность, универсальность, полнота и открытость научных знаний*, равно как и способов их получения, сформулированные в ходе ее исторического развития, детерминируют нормы научного исследования, в совокупности которых следует различать логико-эпистемологические, т. е. познавательные ориентиры и нормативы, и социокультурные, определяющие место и роль науки в едином культурном пространстве, равно как и ценностный статус науки в жизни общества. При этом необходимо учитывать их системную взаимосвязь.

*Научная картина мира – совокупность общих представлений науки определенного исторического периода о фундаментальных законах строения и развития объективной реальности. Это широкая панорама знаний о природе и человечестве, включающая наиболее важные теории, гипотезы и факты, претендующая на то, чтобы быть ядром мировоззрения. Научная картина мира – высший этап интеграции научных достижений в единую непротиворечивую систему (см. 3.1 настоящего пособия).*

*Философские основания науки – это философские идеи и принципы, которые наука использует в качестве обосновывающих ее деятельность структур.*

В философских основаниях науки выделяют две взаимосвязанные подсистемы: 1) *онтологические основания* – категории, служащие матрицей для понимания и познания исследуемых объектов (вещь, процесс, свойство, отношение, необходимость, и т. д.); 2) *эпистемологические основания* – категориальные схемы, характеризующие познавательные процедуры и их результат (понимание истины, метода, научности знания, объяснения, доказательства, факта и т. д.). Причем обе подсистемы исторически развиваются.

Вопросы соотношения исходных категорий и принципов имеют первостепенное значение не только для философии, но и для науки, поскольку относительность в выборе онтологии имеет определенные пределы. Как следствие любая научно-исследовательская программа в своем основании имеет логическую систему исходных категорий человеческого мышления.

Так, научное знание отражает объективную реальность, а значит, необходимость данного знания обуславливается соответствующим философским принципом, дедуцированным из объективной реальности. Это принцип детерминизма, сущность которого заключается в утверждении всеобщей закономерной взаимосвязи явлений и процессов действительности.

*Научная рациональность* определяется как 1) высший тип сознания и деятельности, образец для всех сфер современной культуры; 2) универсальное средство организации деятельности, отождествляемое с целесообразностью; 3) систематизирующая характеристика типа культуры; 4) методология науки (в неклассической концепции философии науки).

Разработаны различные модели научной рациональности: индуктивистская (Р. Карнап), дедуктивная (К. Г. Гемпель, К. Поппер), эволюционистская (С. Э. Тулмин) и др.

Критерии научной рациональности – объективность, логичность, универсальность, системность, целесообразность, общезначимость, согласованность элементов знания.

В истории развития науки выделяют следующие этапы: *классическая наука* (XVII – XIX вв.); *неклассическая* (первая половина XX в.); *постнеклассическая* (последняя треть XX в. – начало XXI в.). Каждому из этих этапов соответствует свой тип научной рациональности: классическая, неклассическая и постнеклассическая соответственно. Каждый тип научной рациональности определяется свойственной только ему системой оснований

науки. Смена исторических типов научной рациональности характеризуется трансформацией оснований науки в ходе глобальных научных революций и углублением рефлексии над самой научной деятельностью. Появление нового типа рациональности не отбрасывает прежний, а ограничивает сферу его действия.

*Классическая рациональность* – специфическое состояние научного интеллекта, реализовавшееся как главенствующее умонастроение эпохи классической науки. Специфику особенностей теоретизирования данной эпохи в истории развития научной мысли составляли следующие принципы: *фундаментализм, механицизм, холизм, финализм, абсолютизм, наивный реализм, субстанциальность, динамизм, жесткий детерминизм, эссенциализм, кумулятивизм, редукционизм.* Этими принципами классической рациональности определялись способы постановки проблем, приемы исследования, описания предметных областей, характер обоснования выводов, формы подачи, изложения, фиксации результатов на классической фазе развития науки.

Эти установки находили выражение в механистической картине мира, которая одновременно рассматривалась и как естественно-научная, и как общенаучная картина мира. Механистическая картина мира основывалась на противопоставлении субъекта науки (ученого, человека и его бытия) и объекта (материальной вещи), при этом полагалось, что субъект и объект не влияют друг на друга. Все явления физического, биологического и социального характера можно было описать с помощью единственной фундаментальной научной теории – *классической механики И. Ньютона и теории жесткого детерминизма П. Лапласа.*

*Неклассическая рациональность* была связана с преобразованием классического стиля научного мышления в ходе становления неклассического естествознания в первой половине XX в. Его основы были заложены еще в XIX в. в рамках электромагнитной естественно-научной картины мира. Фундаментом же неклассической рациональности стала квантово-полевая естественно-научная картина мира. В начале XX в. происходит цепная реакция революционных перемен в различных областях знания: в физике – открытие делимости атома, становление релятивистской и квантовой теорий; в космологии – концепция нестационарной Вселенной; в химии – становление квантовой химии; в биологии – становление генетики;

возникновение кибернетики и теории систем, сыгравших важную роль в развитии современной научной картины мира.

Неклассическая рациональность – специфическое состояние научного интеллекта, реализовавшееся как главенствующее умонастроение эпохи неклассической науки, сформировавшегося под влиянием идей новаторства, нестандартности, ухода от визуальности, концептуализма, символичности.

Основные принципы и установки неклассической рациональности: *полифундаментализм, дуализм, дискретность, дополненность, релятивизм, нелинейность, необратимость, вероятность, утрата наглядности, неопределенность, дифференциация, антропный принцип.*

В неклассической научной рациональности осуществляется более глубокий уровень рефлексии над познавательной деятельностью. Объектом изучения становятся не только макро- и мегамиры, но и микромир. В исследовании учитывается влияние субъекта, средств и операций деятельности на знание об объекте. Понимание взаимосвязи субъекта и объекта научного исследования рассматривается как условие объективно-истинного объяснения мира. Объект рассматривается как процесс, воспроизводящий некоторые устойчивые состояния и изменчивый в ряде других характеристик.

Становление *постнеклассической рациональности* происходит в последней трети XX в. в процессе формирования эволюционно-синергетической научной картины мира.

Формирование постнеклассической рациональности вызвано интенсивным развитием информационных технологий, компьютеризацией науки, формированием технонауки (высоких научных технологий) и активным влиянием научного знания (в качестве одного из оснований научно-технического прогресса) на все сферы жизни общества.

Основные принципы постнеклассической рациональности: *синергизм, эволюционизм, конструктивизм, холизм, проблемная ориентированность исследований, междисциплинарность, интегратизм, стохастический детерминизм.*

В современной науке объектами междисциплинарных исследований все чаще становятся системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием. В соответствии с объектом исследования – сверхсложными системами трансформируются идеалы и нормы науки. Постнеклассическая научная рациональность расширяет поле рефлексии над деятельностью:

учитывает соотнесенность знания об объекте как со спецификой средств и операций научной деятельности, так и с ценностно-целевыми структурами научной деятельности; эксплицирует связь внутринаучных целей с вненаучными, социальными ценностями и целями, с социокультурным контекстом; расширяет этические регулятивы поиска истины. Техногенная цивилизация сегодня вступает в полосу особого типа прогресса, когда гуманистические ориентиры становятся исходными в определении стратегий научного поиска.

### **1.3. Основные виды научных исследований и критерии их анализа**

Научные исследования классифицируются по различным критериям на следующие виды:

- по целевому назначению и характеру – фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки;
- по качественному признаку объекта исследования – исследования неживой природы, живой природы, общества;
- по количественному признаку объекта исследования – исследования микромира, макромира, мегамира;
- по длительности – долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования;
- по методам исследования – экспериментальное, методическое, описательное, аналитическое, биографическое, смешанного типа;
- по предмету исследования (научные исследования интерференции, дифракции, диффузии и т. д.);
- по уровням познания – теоретические и эмпирические исследования;
- по степени общности – общенаучные, частно-научные, междисциплинарные;
- по области исследования – гуманитарные, естественно-научные, социально-экономические, технические, сельскохозяйственные, медицинские;
- по отраслевому принципу – физические, биологические, кибернетические, макроэкономические, психологические, социологические, философские, фармацевтические и др.;
- по источнику финансирования – бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые;
- по секторам науки – академические, отраслевые, вузовские и заводские.

Каждая из перечисленных групп может быть подвергнута дальнейшему членению.

Междисциплинарные научные исследования осуществляются на стыке различных наук. Можно выделить следующие *виды междисциплинарных научных исследований* по структуре стыковки: 1) *промежуточные*, возникшие на границе двух соседствующих наук (например, в области математической логики или физической химии); 2) *скрещенные*, которые образовались соединением принципов и методов двух отдаленных друг от друга наук (например, в областях геофизики, экономической географии др.); 3) *комплексные*, которые образовались скрещиванием ряда теоретических наук (например, в области океанологии, кибернетики, науковедения и др.).

Приведенные классификации не могут считаться окончательными, но позволяют получить общее представление о возможных вариантах разграничения научных исследований.

#### **1.4. Уровни рефлексии научных исследований**

*Научная рефлексия – форма познавательной активности субъекта, связанная с обращенностью мышления на свои собственные основы и предпосылки с целью критического анализа содержания и средств познания.*

Научная рефлексия может осуществляться: 1) над результатами познания; 2) над методами познания; 3) над принципами познания.

В результате рефлексии четче очерчиваются границы предмета (т. е. она служит мощным средством его объективации), отражаются особенности функционирования отдельных компонентов предмета, обнаруживается его своеобразная «многомерность», «расслоенность» – наличие в системе таких пластов, которые относительно автономны и которые по своему эпистемологическому значению могут быть существенно различны.

Уровни рефлексии научных исследований следующие.

1. *Внутритеоретический* уровень рефлексии – предельная, далее неразложимая ступень самосознания науки, которая выражается в попытке организовать, упорядочить, сделать более строгим знание или просто оценить результаты исследования, ограничиваясь выявлением смысла теории.

2. *Метатеоретический* уровень рефлексии – вид рефлексии, нацеленной на изучение глубоких оснований знания, их надежности, методологических предпосылок и свойств теорий как определенных целостных системных конструкций. Этот вид рефлексии объективировал те функции познания, которые состояли не в изучении «своего этажа», а в организации «подъема на

следующий этаж», в области дедуктивных наук воплощенные в процедурах введения «метAPERЕМЕННЫХ», склеивающих множества старых объектов в новые, принадлежащие новому уровню.

3. *Междисциплинарный* уровень рефлексии нацелен на выявление связывающих обобщающих идей, понятий и подходов в ряде дисциплин; для него характерно проведение комплексных и системных исследований на стыке научных отраслей, областей знания; нацелен на создание новых научных направлений и программ.

4. *Общенаучный* (научоведческий) уровень рефлексии заключается в выработке круга идей, позволяющих с единых позиций подходить к изучению, казалось бы, далеко отстоящих друг от друга явлений, создавать концептуальные структуры, которые претендуют на известную методологическую и теоретико-познавательную универсальность и воспроизводят знание в более упорядоченном виде; служит актуальной задаче более компактного, «свернутого» представления фактуальной информации. Например появление социологии науки в 30-х гг. XX в. и становление современного науковедения, были актами применения системного подхода не только к природе или к социуму, но и к самой науке как форме знания и виду деятельности.

5. *Философский* уровень рефлексии – это вид рефлексии, позволяющий ученому выявить базовые теоретические и методологические принципы научной деятельности.

Приведем основные функции философской рефлексии в научном познании:

- предпосылочная. Выступает предпосылкой научного исследования, создает ему необходимый концептуальный фон;
- обобщающе-экстраполирующая. Экстраполирует полученные данные и обобщает их до уровня фундаментальных научных законов и принципов;
- критическая. Служит инструментом критики устоявшихся воззрений, особенно в период становления новых научных представлений;
- эвристическая. Является важным средством поиска, поставляющим ценные идеи для решения научных проблем;
- проясняющая. Проясняет основания и содержание научного знания, способствуя самопониманию науки;
- интерпретирующе-коммуникативная. Позволяет интерпретировать научные результаты и опосредует междисциплинарный диалог различных областей знания, а также диалог науки и общественности;

- ценностно-этическая. Осмысливает ценностные отношения, связанные с научной деятельностью.

Философская рефлексия является предметом философии науки. Каждая эпоха развития науки и научной рациональности имеет свою специфику научной рефлексии.

## **Глава 2. ТРАДИЦИИ, НОВАЦИИ И ИННОВАЦИИ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **2.1. Научные картины мира и их смена**

В познании структуры и свойств мироздания большое значение имеет научная картина мира, являющаяся формой систематизации и обобщения научных знаний.

*Научная картина мира (НКМ) – система общих представлений о фундаментальных свойствах и закономерностях универсума, возникающая и развивающаяся на основе обобщения и синтеза основных научных фактов, понятий и принципов.*

НКМ состоит из двух постоянных компонентов: концептуального и чувственно-образного. *Концептуальный* компонент включает в себя философские принципы и категории (например, принцип детерминизма, понятия материи, движения, пространства, времени и др.) и общенаучные положения и понятия (закон сохранения и превращения энергии, принцип относительности, понятия массы, заряда, абсолютно черного тела и др.). *Чувственно-образный* компонент – это совокупность наглядных представлений о мировых явлениях и процессах в виде моделей объектов научного познания, их изображений, описаний и т. д. Современная научная картина мира состоит из трех относительно самостоятельных блоков – естественно-научного, технического и социально-гуманитарного, единство которых обеспечивают фундаментальные философские принципы и категории. Они позволяют видеть мир как единое целое, отдельные фрагменты которого изучаются конкретными науками.

По мере своего развития наука продуцирует несколько разновидностей НКМ, которые различаются по уровню обобщения системы научных знаний: общенаучная картина мира (или просто НКМ), картина мира определенной области науки (естественно-научная картина мира), картина мира отдельного комплекса наук (физическая, астрономическая, биологическая картины мира и т. д.).



Первые три общенаучные картины мира формировались и развивались на основе фундаментальных физических теорий, так как именно развитие физики долгое время определяло развитие науки в целом и естествознания в частности. Центральным понятием данных картин мира является понятие материи, поэтому смена НКМ всегда связана со сменой представлений о видах материи, формах и способах ее существования.

Первая НКМ – *механистическая* возникла в XVI – XVII вв. благодаря исследованиям Г. Галилея, П. Гассенди, Р. Декарта, И. Ньютона и др., в ходе которых была создана первая фундаментальная естественно-научная теория (в строгом смысле этого слова) – механика. В этой картине мира мироздание представлено как бесконечное число атомов, перемещающихся в пространстве и во времени по неизменным законам движения. Универсальным средством материальных тел выступает тяготение (гравитация), которое проявляется в их взаимном притяжении. В механистической картине мира пространство и время мыслятся как две сущности, независимые ни от материи, ни друг от друга. Взаимодействие тел, обладающих массой (что эквивалентно их материальности), рассматривалось с позиций принципа дальнего действия: взаимодействие передается на любое расстояние мгновенно без участия какого-либо материального агента в абсолютной пространственно-временной среде. Любое событие в этой картине мира жестко детерминировано, предопределено, свершается с «железной» необходимостью. Любая случайность исключена, она трактуется как недостаток знания, его ограниченность. В этом аспекте механистическую картину мира характеризует «демон Лапласа» – гипотетический разум, способный обзирать весь мир, точно реконструировать прошлое и предсказывать будущее любого тела на основе знания их пространственных координат в настоящий момент времени, равно как и всех сил, воздействующих на нее.

В механистической картине мира природа предстает как монолит, внутри которого исчезает различие между живым и неживым, механическим и телесным. Поэтому гипотетическое исчезновение живого и разумного – человека ничего в мире не изменило бы. Такое представление о жизни и разуме стало возможным в результате утверждения в механистической картине мира редукционизма – сведения всех многообразных явлений универсума к простым и неизменным частицам материи – атомам и законам их движения.

*Электромагнитная картина мира* пришла на смену механистической во второй половине XIX в. Ее фундамент образуют созданная Дж. К. Максвелл-

лом и Ф. Фарадеем теория электромагнитного поля и классическая термодинамика, создание и развитие которой связано с именами С. Карно, Дж. Джоуля, Г. Гельмгольца, Р. Клаузиуса, У. Томпсона, В. Нернста и др. В электромагнитной картине мира общие научные представления о мире расширились и углубились в нескольких аспектах. Во-первых, материю стали рассматривать как единство двух взаимодополняющих друг друга видов – вещества (совокупности атомов), характеризующегося прерывностью, и поля, которому свойственна непрерывность. Во-вторых, обогатилось понимание движения: первичным по отношению к механическому движению постулировалось колебательное движение в поле. В-третьих, механистическая концепция абсолютного пространства и времени уступила место реляционному их пониманию. В-четвертых, в связи с новым пониманием пространства и времени ньютоновский принцип дальнего действия был заменен фарадеевским принципом ближнего действия, согласно которому все взаимодействия в материальных телах передаются полем от одной точки к другой непрерывно и с конечной скоростью. В-пятых, в новой картине мира появляется представление о вероятности материальных процессов, осознается действие статистических законов в некоторых классах физических явлений (например, движение огромного множества молекул в газах). В-шестых, сформулированы новые фундаментальные законы природы (закон сохранения и превращения энергии, закон возрастания энтропии и др.), открытие которых позволило более глубоко постичь систему законов мироздания.

В новой картине мира стало возможным объяснение большего круга явлений, чем в старой; в ней достигнуто более глубокое понимание единства мира, законов существования многообразных мировых явлений. Тем не менее, сохранили свое место и значение ряд положений и установок, унаследованных из механистической картины: лапласовское понимание детерминизма; ограниченное понимание качественной специфики жизни и разума, места и роли человека во Вселенной; стремление свести качественное многообразие универсума к одному виду реальности – физическому.

Первоначально специальная теория относительности (СТО) *А. Эйнштейна* создавалась с целью разрешить трудности, возникшие в электромагнитной картине мира (недостаточность объяснения фотоэффекта, линейного спектра атомов, теплового излучения и т. д.). Эпохальные открытия на рубеже XIX – XX вв. стали основой неразрешимых противоречий между фундаментальными постулатами и представлениями электромагнитной картины

мира и новыми фактами и идеями, например М. Планка, высказанными по поводу этих фактов.

Третья революция в науке, ознаменовавшаяся созданием общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна и квантовой теории, творцами которой являются М. Планк, Н. Бор, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, М. Борн, П. Дирак и др., разрешилась построением *квантово-полевой картины мира*. В этой картине мира нашли свое разрешение противоречия и парадоксы первых двух научных картин мира, что стало возможным на основе открытия нового уровня организации материального мира – микромира. Квантово-полевые представления о материи позволили свести воедино противоположные свойства материальных объектов – непрерывность (волна) и прерывность (дискретность). Установление единства противоположностей в строении материи позволило отказаться от постулата о неизменности материи. Переход квантового поля из одного состояния в другое сопровождается взаимопревращением частиц друг в друга, аннигиляцией одних частиц и порождением других.

Кардинально меняются представления о пространстве и времени, свойства которых определяются характером движения материальных систем. Как следствие в квантово-полевую картину мира вводится представление о едином пространственно-временном континууме, окончательно утверждается относительность основных форм существования материи.

В новой картине мира существенно трансформируется понимание о закономерности и причинности, их вероятностной природе. Фундаментальными признаны статистические законы, частной формой которых выступают динамические. Принципиально новым является постулат о закономерной взаимосвязи свойств изучаемых объектов и наблюдателя – человека. Более того, утверждается фундаментальная согласованность основных законов и свойств Вселенной с существованием в ней жизни и разума (антропный принцип).

В последней четверти XX в. в науке начала формироваться новая картина мира – *эволюционно-синергетическая*. Ее фундамент составляют ставшие общенаучными принципы развития и системности. Теоретический каркас этой картины мира определяют теории самоорганизации (синергетика) и систем (системология), а также информационный подход, в рамках которого информация понимается как атрибут материи наряду с движением, пространством и временем. Пока еще рано судить обо всем содержании эволюционно-синергетической картины мира, но некоторые ее сущностные черты можно

указать. Во-первых, в ней развитие рассматривается как универсальный (осуществляющийся везде и всегда) и глобальный (охватывающий все и вся) процесс. Эта черта данной картины мира находит свое выражение в развитии концепции универсального (глобального) эволюционизма. Во-вторых, сам процесс развития трактуется как самодетерминированный нелинейный процесс самоорганизации нестационарных открытых систем. Такое понимание процессов развития исходит из синергетики.

Эти черты эволюционно-синергетической картины мира позволяют по-новому решать проблему единства мира, понять взаимосвязи между различными уровнями организации материального мира (мега-, макро- и микромиров), живой и неживой материей, увидеть в новом ракурсе место и роль разума во Вселенной. Начинается новый этап развития самой науки – постнеклассический.

## **2.2. Типы и виды научных революций**

Представление о научных революциях, являющееся базовым для ряда концепций, сформировавшихся в философии науки XX в., стало неотъемлемой частью общего понимания процесса развития научного знания. Как и любая другая сфера культуры наука со временем направленно и необратимо изменяется, т. е. развивается. Эти изменения проявляются в таких аспектах, как рост объема научных знаний, ветвления и сопряжения в классификации научных дисциплин, в постоянном усложнении теоретических конструкций и моделей и т. д.

Характерными особенностями динамики развития науки является своеобразная «аритмия», выражающаяся в регулярной смене эволюционных фаз революционными. При этом наблюдается темпоральное ускорение в каждой последующей эволюционной фазе, т. е. постепенный рост науки.

*Научная революция – это форма разрешения многогранного противоречия между старым и новым знаниями в науке, кардинальные изменения в содержании научных знаний на определенном этапе их развития.* Она представляет собой сложный и многогранный феномен роста научного знания. Само же наличие двух фаз в развитии науки есть проявление принципиальной нелинейности роста научного знания (так как в ходе научных революций происходит прерыв непрерывности) выражающееся в выборе одних стратегий и программ исследования и в отбрасывании других.

Сущностные основания регулярного воспроизводства такой фазы развития науки, как революция, следующие (при этом каждое последующее основание вытекает из предыдущего):

- рост заметного числа фактов, для которых в существующей научной картине мира не могут быть сгенерированы объяснительные схемы;
- необходимость выработки новых теоретических представлений, которые позволят интегрировать новые эмпирические данные в систему всего комплекса научных знаний;
- кардинальная перестройка картины мира;
- философское обоснование новаций, включая их сопряжение с общекультурным фоном.

Анализ истории науки позволяет выделить несколько типов научных революций:

- *глобальная* – революционный переворот в основаниях всей науки;
- *комплексная* – радикальные изменения в ряде научных областей;
- *частная* – кардинальный переход к новому пониманию предметной области данной науки на основе создания новой фундаментальной теории;
- *научно-техническая* – качественное преобразование производительных сил общества, условий, характера и содержания труда на основе внедрения результатов научного познания во все сферы жизни человека.

*Первая глобальная научная революция* разрешилась формированием науки как социального института в XVI – XVII вв. Одной из первых научных теорий стала механика. Эта теория лежала в основе механистической картины мира. С этого момента и вплоть до 30-х гг. XX в. длился *классический этап развития науки*, прежде всего классического естествознания.

*Вторая глобальная революция в науке* ознаменовала создание квантовой теории, которая вместе с теорией относительности служила фундаментом квантово-полевой картины мира, характеризующей *неклассический этап развития науки*.

*Третья глобальная революция* совершается в наши дни (началась приблизительно в 70-е гг. XX столетия). Ее сущность связана с утверждением в науке принципов развития, системности и самоорганизации, а также антропного принципа. На их основе формируется новая научная картина мира – эволюционно-синергетическая. С начала этой революции наука вступила в новую стадию своего развития – *постнеклассическую*.

Одна из комплексных научных революций в науке связана с созданием квантовой теории, которая стала причиной радикальных изменений не только в физике, в химии, но и в целом ряде технических наук. Как следствие возник целый ряд пограничных наук в естествознании (квантовая химия, физическая химия, геохимия и др.) и в техникзнании (физика лазера, наноэлектроника и др.)

Примером частной научной революции может служить создание генетической теории в биологии.

Таким образом, революции в науке представляют собой своеобразные «точки бифуркации» в процессе самоорганизации научного знания, а значит, характеризуется неопределенностью и непредсказуемостью. Отсюда вытекает невозможность предсказания победы одной из конкурирующих научных парадигм, научно-исследовательских программ, теорий, одним из подходов и т. п. Однако хаос научной революции является одним из тех существенных факторов, который формирует среду интенсивного научного поиска «заряженных» эвристической силой идей, гипотез, теоретических конструктов, разработка, апробация и селекция которых позволит увидеть новые горизонты научного познания мира.

### **2.3. Понятия инновации, инноватики, инновационной технологии, инновационной стратегии, инновационной деятельности**

Генезис современных инновационных технологий, ознаменовавших переход от индустриального общества к информационному, относят к началу 50–60 гг. XX в. Характерной чертой постнеклассической науки стала переориентация с «мира открытий» на «мир изобретений», сформировалась культурно-техническая парадигма с ее ориентацией на инновационные процессы. Становление парадигмы обусловлено инновационными процессами ускорения технологических циклов вследствие быстрого устаревания воплощенного в технологиях знания.

*Инновация – результат практического внедрения и реализации нового научного открытия; первое практическое применение нового научно-технического (технологического), организационно-экономического, производственного или иных решений.* Чаще всего понятие инновации ассоциируется: 1) с технологией достижения запланированных результатов, 2) с качественным изменением системы в целом, ее переходом на более высокий уровень организации и функционирования. В отличие от инновации *новация – это само научное открытие, результат творческой деятельности человека или кол-*

*лектива.* Под «новацией» понимают: 1) выявление потенциально заложенного, 2) проявление старого в новом сочетании, 3) совпадение результата со скрытой установкой, 4) результат трансформации объекта.

*Инноватика* – область научно-организационных исследований, изучающих закономерности развития инновационных процессов. Основные категории инноватики: инновация, инновационная деятельность, инновационные технологии, инновационные процессы, инновационная политика, инновационный менеджмент и т. д. Среди основных направлений инноватики выделяют: 1) формирование новшеств и поиск инновационных решений; 2) технологическое прогнозирование; 3) восприимчивость новшеств и сопротивление нововведениям; 4) диффузии (распределение новшеств, адаптация к новшествам человека); 5) формы организации инновационной деятельности; 6) технологии рынка нововведений.

Под *инновационными технологиями* понимают наукоемкие технологии, переводящие систему на новый уровень функционирования. Понятия «высоких технологий» и «инновационных технологий» чаще всего отождествляются. Четыре основные инновационные технологии (био-, нано-, информационные и когнитивные технологии) качественно изменили техническую, научную, социокультурную реальности, сознание человека, жизнедеятельность общества в целом.

*Инновационная стратегия* – это стратегия формирования и развития инноваций. Инновационные стратегии научно-технической деятельности опираются на методологию, которая определяется фундаментальными и прикладными исследованиями и разработками. Система стратегий формируется в зависимости от сочетания целевых областей нововведений и формы реализации научно-технической продукции. В инновационных исследованиях широко применяются методы системного анализа, системного и проблемного программирования.

*Инновационная деятельность* – процесс, направленный на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или в усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или в усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки. В структуру инновационной деятельности включают следующие элементы: инновационную инфраструктуру, инновации, инновационные исследования,

инновационный менеджмент, национальную инновационную систему, инновационные разработки, фундаментальные знания, инновационные процессы. Инновационная деятельность определяет приоритетные направления развития национальной экономической политики в развитии технологий и влияет на динамику социокультурных изменений.

По типу выделяют инновации-продукты, инновации-процессы и инновации-сервисы. *Инновация-продукт* – это новшество, имеющее физическую форму готового принципиально нового или усовершенствованного изделия, которое выходит в этой форме (прежде всего в форме товара) за пределы предприятия. Этот тип инноваций требует значительных инвестиций, так как разработка новых продуктов предполагает разработку инноваций-процессов. *Инновация-процесс* – техническое, производственное и управленческое усовершенствование, снижающее стоимость производства существующего продукта. *Инновация-сервис* – инновация, связанная с обслуживанием процессов использования продукта за пределами предприятия (например, программное обеспечение компьютеров).

Классификация видов инноваций осуществляется по различным критериям (концепции А. Кляйнкнехта и Р. Кумбса, Ф. Валенты, А. И. Пригожина, Дж. Кларка, Г. Менша, К. Фримена, Л. Суите и др.).

Динамику развития инновационных технологических систем можно представить в виде S-образной кривой, имеющей предел своего развития. *Технологический предел* – уровень, выше которого один из основных или несколько параметров существующей технологии не могут быть улучшены независимо от затрат. На практике, при совершенствовании очередного вида продукции иногда кажется, что очередная модификация изделия может решить проблему, однако каждый параметр изделия имеет свой технологический предел.

## **Глава 3. МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1. Понятие и структура методологии науки**

Методология науки разрабатывает проблемы приемов, способов и методов познавательной деятельности. Методология – учение о методе. Метод (от *лат. methodus*) – путь, способ, порядок исследования.

В широком смысле слова метод – путь познания, опирающийся на некоторую совокупность ранее полученных знаний (принципов), например диалектический метод. Такая трактовка понятия «метод» является предельно



широкой. В более узком смысле слова метод – способ (прием) научного познания или практической деятельности (например, метод мысленного эксперимента, метод наблюдения). Под методом в данном случае имеется в виду целая группа методик исследования или практической деятельности, имеющих общие значимые признаки. Широкое и узкое понимание метода задает различные трактовки понятия «методология» – либо как философско-мировоззренческих оснований познания, либо как совокупности приемов, средств и процедур научного исследования.

Методологическое знание включает несколько структурных уровней:

- уровень философской методологии;
- уровень общенаучной методологии;
- уровень конкретно-научной методологии;
- уровень процедур и техник исследования.

По области применения можно выделить *общенаучные* и *частнонаучные* методы. Общенаучные методы применяются во всех научных областях, частнонаучные же методы специфичны и применяются в конкретной научной области или в конкретной научной дисциплине (внутридисциплинарные).

Существуют два уровня научного исследования – *эмпирический* и *теоретический*. Эмпирический уровень научного исследования осуществляется на чувственной, опытной ступени познания. Он характеризуется непосредственным исследованием реально существующих чувственно воспринимаемых объектов. Методы эмпирического уровня позволяют описывать действительность.

Теоретический уровень научного исследования осуществляется на рациональной (логической) ступени познания. На данном уровне происходит раскрытие наиболее глубоких, существенных сторон, связей, закономерностей, присущих изучаемым объектам, явлениям. Методы теоретического уровня необходимы для обобщения эмпирического материала. Эмпирический и теоретический уровни познания взаимосвязаны между собой. Эмпирический уровень выступает в качестве основы, фундамента теоретического осмысления научных фактов, статистических данных, получаемых на этом уровне. К тому же теоретическое мышление неизбежно опирается на чувственно-наглядные образы (в том числе схемы, графики и т. п.), с которыми имеет дело эмпирический уровень исследования. В свою очередь, эмпирический уровень научного познания не может существовать без достижений

теоретического уровня. Эмпирическое исследование обычно опирается на определенную теоретическую конструкцию, которая определяет направление данного исследования, обуславливает и обосновывает применяемые при этом методы. Каждому из указанных уровней присущи свои методы исследования.

### **3.2. Методы эмпирического исследования**

Эмпирические методы исследования используются на первом, начальном чувственном уровне познания. Они апеллируют к органам чувств человека, посредством которых он способен получать первичную информацию об объекте. Основными эмпирическими методами научного познания являются наблюдение, эксперимент, измерение, описание, сравнение.

*Наблюдение – метод исследования объекта в естественных для него условиях.*

*Эксперимент – метод исследования объекта в искусственно созданных для него условиях.* Существуют две разновидности эксперимента – лабораторный и естественный. *Лабораторный* эксперимент – это метод исследования объекта в искусственной среде, созданной в лабораторных условиях (например, эксперименты Резерфорда, Майкельсона-Морли и др.). *Естественный* эксперимент – это исследование объекта в естественной для него среде с добавлением в нее искусственных условий, стимулирующих процесс исследования. Метод специфичен тем, что степень вмешательства экспериментатора минимальна, а его возможности по контролю дополнительных переменных ограничены. Экспериментальный метод специфически проявляется в исследовательском, проверочном, натурном, модельном, мысленном, воспроизводящем, созидающем, качественном, количественном, лабораторном, промышленном, физическом, биологическом, техническом, социальном и других видах эксперимента.

Основные критерии отличия наблюдения от эксперимента – среда исследования и степень вмешательства в процесс исследования. При использовании метода включенного наблюдения субъект (исследователь) не вмешивается в естественный ход процесса, а просто играет свою роль, в естественном же эксперименте исследователь целенаправленно (хотя и незначительно) вмешивается в протекание процесса, корректируя его в соответствии со своими интересами.

*Описание (или дескрипция) – метод фиксации средствами естественного или искусственного языка сведений об изучаемых эмпирически объектах переводом чувственной информации в знаковую форму, удобную для даль-*

нейшей рациональной обработки (буквы, цифры, геометрические фигуры, из которых складываются тексты, формулы, графики, таблицы).

*Измерение* – метод исследования, при котором выявляются количественные характеристики качества объекта соотношением объекта с эталоном меры (метром, килограммом, байтом и т. д.). Измерение является частным случаем сравнения, так как при измерении измеряемая характеристика объекта сравнивается с эталоном меры.

*Моделирование* – создание и исследование копии объекта – модели, замещающей оригинал полностью или с определенных сторон, интересующих исследователя. Разновидностью моделирования является *математическое моделирование*, в котором в отличие от непосредственного эмпирического моделирования создается и исследуется математическая копия объекта-оригинала. В качестве моделей в процессе моделирования создаются, например системы виртуальной реальности.

### **3.3. Формы эмпирического знания**

В процессе научно-исследовательской деятельности эмпирические знания фиксируются в определенных формах: опытные данные, факты, эмпирические закономерности, эмпирические теории.

Поскольку в названных формах эмпирического знания проявляется иерархическая связь как движение от более простой формы знания к более сложной его форме, то к изучению структуры эмпирического знания применяют уровневый подход. Соответственно, в эмпирическом знании выделяют уровни опытных данных, эмпирических фактов, эмпирических законов и эмпирических теорий.

Первым и простейшим уровнем эмпирического знания являются *опытные данные*, получаемые в наблюдении и в эксперименте. Опытные данные представляют собой единичные эмпирические высказывания, «протокольные предложения», оформленные в соответствующих понятиях и терминах.

Далее в результате обработки опытных данных, их систематизации и классификации получают *эмпирические факты*. Эмпирические факты являются вторым, более высоким уровнем эмпирического знания. Они представляют собой индуктивные обобщения протоколов, являются общими утверждениями статистического или универсального характера об отсутствии или о наличии некоторых событий, свойств, отношений в исследуемой предметной области, об их количественной определенности. Символическими пред-

ставлениями эмпирических фактов являются графики, диаграммы, таблицы, классификации, математические модели.

Следующим, еще более высоким уровнем эмпирического знания является *эмпирический закон*. Эмпирические законы получают в результате эмпирического обобщения группы фактов, когда устанавливаются общие повторяющиеся устойчивые связи. По своей форме эмпирический закон выглядит как связь эмпирических понятий: «Все тела при нагревании расширяются», «Все металлы – электропроводны» и т. п.

Самым общим, четвертым уровнем существования эмпирического знания являются *феноменологические*, или *эмпирические теории*. Они представляют собой логически организованное множество определенных эмпирических законов и фактов (небесная механика И. Кеплера, феноменологическая термодинамика, периодическая таблица химических элементов и др.)

### **3.4. Философские и общенаучные методы и подходы, применяемые в научно-теоретических исследованиях**

Всеобщим философским методом исследования в равной степени применимым ко всем явлениям природы и общественной жизни, является диалектика.

*Метафизический метод* исследования рассматривает каждое явление изолированно, вне всеобщей связи и взаимодействия друг с другом. Метафизический метод с середины XIX в. начал вытесняться из естествознания диалектическим методом.

*Метод диалектики* – метод исследования явлений и процессов, в рамках которого они изучаются в системе реально существующих связей и взаимодействий в постоянном развитии. Данный метод опирается на основные понятия и категории диалектики – развитие, взаимодействие, борьба противоположностей и др.

Первым аспектом метода диалектики является учет контекста, в котором протекает процесс. Полное, целостное представление о процессе можно получить, только рассматривая его во взаимодействии с другими процессами.

Вторым аспектом метода диалектики является рассмотрение того или иного явления, процесса в развитии. Мировые процессы динамичны по своей сути. Они постоянно развиваются, переходят из одного состояния в другое, часто более сложное, преодолевая различные трудности на своем пути, видоизменяясь при этом. В таких процессах следует учитывать появление новых элементов, усложнение связей между ними.

Метод диалектики опирается на ряд принципов:

- на принцип историзма (учет предыстории исследуемого явления или процесса и учет исторического контекста, в котором оно происходит);
- на принцип детерминизма (выявление причин и следствий исследуемого процесса);
- на принцип противоречивости (выявление противоречий и рассмотрение их в качестве источников развития);
- на принцип вероятности (законы развития носят вероятностный характер, для исследования сложных явлений следует применять фундаментальные статистические законы);
- на принцип субъективности (учет роли субъекта в исследуемых процессах или явлениях и влияния на них, субъективно-объективный характер исследования).

*Общенаучные методы* – это методы, которые используются во всех науках. К таким методам относятся анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, сравнение и др.

*Анализ* – метод исследования и способ рассуждения, при котором объект реально или мысленно расчленяется на составные элементы, каждый из которых рассматривается в отдельности.

*Синтез* – метод исследования и способ рассуждения, при котором различные разрозненные элементы объединяются в целое. Первым описавшим эту дихотомическую пару методов традиционно считают древнегреческого философа, «отца» науки логики Аристотеля.

*Индукция* – метод исследования и способ рассуждения, при котором из нескольких частных посылок следует один общий вывод; мысль движется от частного к общему. Схематически индукцию изображают в виде треугольника вершиной вверх. В основании треугольника лежат различные частные факты, а вершина символизирует один общий вывод. Родоначальником индуктивного метода исследования считают английского философа и естествоиспытателя Ф. Бэкона, заложившего основы классической науки в начале XVII в. Путь исследования в науке, основанный на индукции, называют *эмпиристско-индуктивным*, так как он начинается с рассмотрения эмпирических фактов. Это традиционный путь всех естественных наук.

*Дедукция* – метод исследования и способ рассуждения, посредством которого из общих посылок с логической необходимостью следуют заключения частного характера; мысль движется от общего к частному. Схематически

дедукцию изображают в виде треугольника вершиной вниз, в котором вершина – это идея, принцип, а основание – частные следствия, к которым приходят в процессе умозаключения. Родоначальником дедуктивного метода принято считать французского философа и математика Р. Декарта. Если исследователь в своих научных изысканиях опирается на дедукцию, то такой путь исследования называют *рационально-дедуктивным*: исследование начинается с мысленных конструкций, возникших в разуме, а затем уже исследователь ищет подтверждение своей идее-гипотезе на практике.

*Абстрагирование* – метод исследования, при котором выделяются и изучаются главный, интересующий исследователя аспект, характеристика объекта и происходит отвлечение от других сторон существования объекта, не значимых для субъекта.

*Сравнение* – метод исследования, при котором выявляются сходства и различия между исследуемыми объектами (не следует путать с эмпирическим сравнением).

### **3.5. Методы научно-теоретического исследования**

Теоретический уровень познания надстраивается над эмпирическим. Данные, факты, полученные эмпирическим путем, подлежат теоретической обработке. Данная обработка осуществляется при помощи теоретических методов исследования.

*Методы теоретического исследования – это способы установления принципов, понятий, законов, выдвижения и обоснования гипотез, построения и применения теорий, с помощью которых систематизируются, объясняются и предсказываются явления той или иной области объективной реальности.*

Специфика теоретического исследования – использование мысленных конструкций, т. е. отсутствие средств материального непосредственного взаимодействия с изучаемым объектом. На этом уровне объект может изучаться только опосредованно, в мысленном моделировании, мысленном эксперименте; с помощью методов теоретического исследования раскрывается сущность объекта в «чистом виде», устанавливаются законы его существования. Эту задачу позволяет решать введение в теорию идеализированных объектов, или теоретических конструктов.

Методы теоретического исследования разделяются на два основных класса: методы теоретического исследования, направленные на теоретическую реконструкцию эмпирического уровня научного познания, и методы

построения и совершенствования самого теоретического знания, прежде всего методы построения научных теорий.

Методы теоретического исследования, направленные на теоретическую реконструкцию эмпирического уровня научного знания, включают идеализацию, мысленное моделирование, мысленный эксперимент и др.

*Идеализация* – процесс создания, конструирования идеальных объектов, раскрывающих сущность эмпирических явлений.

*Формализация* – представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации научных теорий) в виде определенной системы знаков.

*Мысленное моделирование* – метод исследования объекта-оригинала комбинированием идеальных аспектов объекта в мысленную теоретическую конструкцию (модель), замещающую оригинал полностью или с определенных интересующих исследователя сторон.

*Мысленный эксперимент* – исследование функционирования теоретических моделей и идеальных объектов в воображаемых условиях на основе определенной гипотезы (например, мысленные эксперименты Галилея и Гюйгенса в механике, «лифт Эйнштейна», «парадокс близнецов» в релятивистской физике и др.).

*Аналогия* – метод исследования, при котором на основе сходства объектов в одних признаках делают вывод об их сходстве и в других признаках.

*Экстраполяция* – метод исследования, при котором происходит распространение полученных выводов об одной части объекта на другую (неизученную) его часть.

*Классификация* – разделение всей совокупности изучаемых предметов на отдельные группы в соответствии с каким-либо важным для исследователя признаком – критерием. Критерий должен быть концептуально или эмпирически обнаружен и теоретически обоснован. В научном исследовании критерий классификации не может быть случайным, несущественным.

*Типологизация* – разбивка элементов на совокупности с определенной долей вероятности с использованием в качестве критерия сущностной идеализированной модели (т. е. типа). Акцентировать внимание следует на то, что критерий типологизации всегда сущностной, т. е. самый важный и значимый для исследуемого объекта.

Методы построения научных теорий включают аксиоматический метод, гипотетико-дедуктивный метод, генетически-конструктивный метод, метод

восхождения от абстрактного к конкретному, исторический и логический методы исследования. Наиболее распространенными являются первые два.

*Аксиоматический* метод – способ построения теории, при котором из исходных положений теории, принимаемых без доказательства (аксиом), логически выводятся и обосновываются все остальные положения. Этот метод применяется в основном в логико-математических науках со времен «Начал» Евклида.

*Гипотетико-дедуктивный* метод – это метод построения теорий, при котором исходные положения теории формулируются как предположения, допущения (гипотезы). Этот метод широко используется в основанных на опыте науках. Он отличается от аксиоматического метода тем, что исходные положения теории формулируются здесь не как аксиомы, а как гипотезы. В ходе разработки исходных гипотез к ним присоединяют новые гипотезы и понятия. Образуется иерархическая система гипотез разного уровня общности. Далее из гипотез выводятся эмпирически проверяемые следствия. Чем больше опытом подтверждаются выводные следствия, тем более достоверными считаются лежащие в их основе гипотезы и вся теория в целом.

## **Глава 4. МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **4.1. Понятие и структура научно-технического исследования**

*Под научно-техническим исследованием понимают специализированную форму научной деятельности и способ производства нового знания в области разработки новой техники и технологий.* При планировании научно-технического исследования целесообразно учитывать целый ряд факторов: цели и задачи исследования; специфику предметной области исследования; степень разработанности проблемы; методологию и методику исследования; характер междисциплинарных связей научно-технических теорий с естествознанием и социальными теориями; систему социальных связей, в которых функционирует научно-техническое знание; техническое и технологическое обеспечение исследования.

В зависимости *от цели и направленности* в современной классификации выделяют следующие виды научно-технических исследований.

*Фундаментальные научно-технические исследования* направлены на разработку и развитие общетехнических теорий и дисциплин. Фундаментальные исследования могут быть поисковыми и целевыми. Поисковые научно-тех-



нические исследования проводятся для достижения далеких целей; как правило, они являются долгосрочными; они не имеют прямых практических приложений; осуществляются для разработки новых теорий, гипотез, определения эмпирических законов, представляющих основу для создания новых технических устройств и технологических процессов.

*Прикладные научно-технические исследования* предназначены для решения практических задач, являются логическим продолжением фундаментальных исследований и носят по отношению к ним вспомогательный характер.

*Научно-технические разработки* – область исследований, в которых преобразуются результаты прикладных исследований в конкретные технологические процессы, материалы, конструкции и т. п. Их цель состоит в непосредственном обслуживании практики.

Сложившееся к середине XX в. представление о научно-технических исследованиях как прикладных сегодня не разделяется многими учеными. С эпистемологической точки зрения отличие фундаментальных исследований от прикладных выражается в глубине раскрытия сущности исследуемых явлений и в широте применения технических законов и теорий. В структуре технического знания можно выделить общетехнические дисциплины и теории, которые по уровню абстрактности понятийного аппарата и используемых базисных моделей несущественно отличаются от частных теорий и дисциплин соответствующей базисной науки. Например теоретические основы электротехники, электроники или радиотехники, хотя и опираются на законы и принципы электродинамики, по отношению к другим техническим дисциплинам, таким, как теория электрических машин, теория антенн и передающих устройств и др., выступают в качестве фундаментальных отраслей технического знания. Технические теории и дисциплины, ориентированные на создание новой техники и технологий (космической техники, ядерной энергетики, устройств автоматического контроля и управления, телеуправления и др.), опираются на достижения целого комплекса фундаментальных и прикладных исследований.

Структура научно-технического исследования включает следующие компоненты: 1) объект и предмет исследования; 2) субъект исследования; 3) цель исследования; 4) средства и методы исследования; 5) условия исследования; 6) методику оценки результатов исследования.

Под *объектом научно-технического исследования* понимают технику (технологию), которую предстоит создать или усовершенствовать для удовлетворения общественных потребностей. *Предметом исследования* является идеальная модель будущего технического устройства, выражающая совокупность естественных и технических свойств объекта. На стадии проектирования объект является абстрактной системой, представляющей морфологические и функциональные характеристики будущего технического устройства. На стадии разработки объект исследования может быть замещен материальной моделью технического устройства.

В зависимости от степени сложности объекта исследования выделяют следующие типы технических устройств и технологических процессов.

1. Процессы или устройства, о которых имеется достаточная информация; они хорошо изучены; описаны их начальные и граничные условия и основные воздействия. При их исследовании можно применять гипотетико-дедуктивный метод. Примером исследования подобного объекта могут служить динамические режимы работы технических устройств.

2. Сложные процессы или устройства, о которых получено достаточно информации, но невозможно (в виду их сложности) построить эффективные математические модели дедуктивным путем. Исследование будет эмпирическим с применением метода физического моделирования. Примером объекта данного уровня сложности являются электромагнитные процессы, протекающие в электротехнических устройствах сложной конфигурации.

3. Процессы и устройства, функционирование которых определяется многими факторами и носит вероятностный характер. Задачей исследования в подобных случаях становится описание статистических закономерностей, установленных опытным путем. Типичным примером таких объектов являются системы управления и связи, работающие при наличии помех.

4. Процессы и устройства сложных самоорганизующихся систем, поведение которых определяется структурой системы. В качестве основного метода исследования сложных систем выступает математическое и информационное моделирование.

5. Процессы и устройства, представляющие объект смешанного типа. Задача исследования может быть комплексной и включать поиск оптимальных критериев (экономических, технологических, технических, временных) создания эффективной технологии, конструкции технической системы и т. д.

*Субъектом научно-технического исследования* является, как правило, научно-техническое сообщество, иерархически организованное и функционирующее в непрерывном взаимодействии заказчика, экспертов, проектировщиков, конструкторов, разработчиков и пр.

*Цель научно-технических исследований* заключается в изобретении и совершенствовании техники и технологий, в создании проектов новых технических устройств, принципов и теорий их функционирования. В зависимости от целей и специфики применяемых методов научно-технические исследования могут проводиться на различных уровнях: эмпирическом, теоретическом, междисциплинарном. В соответствии с этим выделяют:

- *междисциплинарные* исследования, значимость которых распространяется на целый ряд естественных, технических и социальных дисциплин, входящих в данное исследование;
- *общеотраслевые* исследования, результаты которых оказывают воздействие на всю область той или иной технической (технологической) науки;
- *дисциплинарные* исследования, результаты которых вносят вклад в развитие отдельных научно-технических теорий в составе научной дисциплины;
- *теоретические* исследования, результаты которых участвуют в формировании технических теорий;
- *эмпирические* исследования, результаты которых имеют практическое назначение.

Научно-технические исследования могут носить *общепроблемный характер*, когда их достижения изменяют существующие научные представления по ряду важных проблем внутри одной научно-технической дисциплины, или *частнопроблемный*, результаты которого изменяют представления по отдельным частным вопросам.

По длительности различают долгосрочные исследования, проводимые в течение нескольких лет, и краткосрочные, выполняемые в течение года.

При многообразии подходов к классификации научно-технических исследований «необходимо различать исследования, включенные в инженерную деятельность (независимо от того, в каких организационных формах они протекают), и теоретические исследования, которые в дальнейшем будут называться технической теорией»<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Горохов В. Г. Основы философии техники и технических наук. М.: Гардарики, 2007. С. 197.

## 4.2. Эмпирические, теоретические и междисциплинарные научно-технические исследования

*Основная задача научно-технического исследования* состоит в изучении и описании связи строения и функционирования технического объекта. Описание искомой связи составляет предмет технических наук. Связь строения и функционирования технического объекта может устанавливаться на различных уровнях, с разной степенью проникновения в ее сущность. В целом, разделение научно-технического исследования на уровни достаточно условно. В зависимости от цели исследование может быть эмпирическим, теоретическим (поисковым, целевым), междисциплинарным.

*Эмпирические* исследования проводятся, как правило, в тех случаях, когда о работе объекта достаточной информации не имеется. Характерным примером является исследование технологических процессов как объектов автоматизации, когда сам процесс рассматривается по аналогии с «черным ящиком». Описание параметров функционирования объекта, полученное в результате эксперимента или моделирования, не вскрывает сущности происходящих процессов и представляет лишь начальную стадию изучения объекта.

*Теоретические научно-технические* исследования проводятся тогда, когда о работе объекта собрано достаточно информации: разработана теория, удовлетворительно описывающая работу объекта, разработана математическая модель объекта, известны результаты изучения аналогичных объектов. Целью исследования становится получение характеристик объекта, теоретически найденных зависимостей, описывающих его функционирование.

*Междисциплинарные научно-технические* исследования обусловлены проектированием сложных самоорганизующихся систем. Примерами исследований подобного рода являются системотехнические исследования, проектирование деятельностных объектов и управление ими (деятельность, направленная на создание и обеспечение функционирования сложной системы). Изменился характер технологического и теоретико-методологического обеспечения проектных исследований: в них широко применяются компьютерное моделирование и другие прогностические методы. В методологию социопроективного исследования интегрированы принципы и методы социально-гуманитарных, технических, технологических и естественных наук, а также практико-методические знания. В социотехническом проектировании выделяют три уровня: концептуальное, физическое и логическое проектиро-

вание. Специфика социопроективных исследований выражается в следующих тенденциях: в ориентации на целостность восприятия проектируемых систем с учетом их будущих модификаций и изменения среды, в которую они включены; отсутствии прототипов; междисциплинарном характере исследований; гуманитаризации проектной тематики; возрастании значимости экспертных исследований; комплексном подходе к оценке вводимых техники и технологий.

Рассмотрим специфику указанных видов научно-технических исследований более подробно.

Эмпирические исследования проводятся в тех случаях, когда нужно установить точные количественные характеристики объекта (тестологические знания), а также для экспериментальной проверки технических теорий. Тестологические знания предназначены для выполнения следующих задач: 1) описания программ и макетов, применяемых для моделирования проекта и осуществления математического и реального экспериментов; 2) описания стандартов и ГОСТ, которым должны соответствовать измерения, параметры свойств и описаний элементов исследуемой конструкции узла, агрегата, машины или технологического процесса; 3) сравнения характеристик технического изделия и технологического процесса или материала со стандартными образцами и нормативными документами.

Эмпирические научно-технические исследования имеют ряд особенностей. Одна из них состоит в специфике применяемых методов. В эмпирических исследованиях применяются общенаучные методы (систематическое наблюдение, эксперимент, описание, сравнение, моделирование); общелогические методы (абстрагирование, индукция и др.); специальные методы (модельно-экспериментальный, расчетно-теоретический, лабораторный, стендовый и др.); различные методики.

Другая отличительная черта эмпирических исследований состоит в том, что инженерная деятельность, как правило, заменяет эксперимент. В инженерной деятельности проверяется адекватность теоретических выводов технической теории. Инженерная деятельность становится источником нового эмпирического материала. Характерная особенность эмпирических исследований состоит в необходимости выражения информации в виде схем, графиков, чертежей, эскизов, технических рисунков.

Как экспериментальный метод моделирование выступает в качестве способа решения проблемы «черного ящика», при котором заданы вход (спо-

собы воздействия на процесс или устройство) и выход (конечный продукт процесса или устройства). Задача исследователя состоит в нахождении наиболее удачного решения, удовлетворяющего потребностям заполнения «черного ящика» с заданными входом и выходом. Практически любая техническая задача может быть решена многими альтернативными способами, однако чем она сложнее, тем труднее выявить оптимальный вариант. Процесс моделирования распадается на два этапа – создание исходного образца и его оптимизацию. В идеальном случае моделированию предшествует ясная техническая идея, которая может быть воплощена в образец. На образце будет производиться окончательная отработка решения (эта цель достижима в простейших случаях механических или электромагнитных схем). В более сложных случаях выработка идеи опосредована экспериментированием на модели. В задачу постепенно вводятся новые условия или расширяется выход. Техническая идея созревает в процессе перехода от простой исходной модели к более сложным моделям, представляющим альтернативные решения.

Стадия оптимизации включает два этапа: 1) доработку образца до технически допустимого уровня и 2) его оптимизацию. В познавательном отношении исходный образец представляет модель будущего рабочего устройства или процесса. На нем проводится экспериментирование и разрабатывается вариант, пригодный для эксплуатации.

В состав эмпирических исследований входят конструктивно-технические, технологические и практико-методические знания. *Конструктивно-технические* знания включают совокупность эвристических методов и приемов инженерной практики, предназначенных для описания и строения технических систем, знания о технических процессах и параметрах функционирования технических систем. *Технологические* знания содержат методы создания и принципы использования технических систем, накопленные в процессе проектирования и отладки технических систем. *Практико-методические* знания представляют собой практические рекомендации по применению научных знаний, полученных в технической теории, в деятельности инженерного проектирования. Являясь продуктом технической теории, они сформулированы в виде рекомендаций для практического воплощения идеальной модели устройства в инженерной деятельности. Практико-методические знания содержат также задачи, стимулирующие развитие технической теории. Формами эмпирического знания являются опытные данные, эмпирические закономерности, технические факты.

*Теоретическое научно-техническое исследование* направлено на изучение и объяснение принципов создания новой реальности (технических объектов и систем с новыми свойствами). Его отличительная черта состоит в том, что исследовательский процесс начинается не с эмпирического уровня (как в естественных науках), а с теоретического, с постановки задачи и поиска продуктивной технической идеи усовершенствования или создания нового технического объекта. И лишь после создания идеальной теоретической модели устройства осуществляется взаимодействие исследователей эмпирического и теоретического уровней.

Другая особенность теоретического научно-технического исследования заключается в специфике применяемых общенаучных методов. В технической теории устанавливается тесная взаимосвязь технических принципов с естественно-научными и математическими методами на основе проективно-прагматического подхода, а не гипотетико-дедуктивного. Среди основных методов теоретического научно-технического исследования можно назвать методы идеализации, формализации и расчетно-теоретические методы (в состав которых входят расчетно-графический и модельно-теоретический).

Информационное моделирование применяется в разработке оптимальных технических решений, в разработке технической идеи в экспериментальной области, в решении задач управления, а также может использоваться как вспомогательное средство в сочетании с другими расчетно-теоретическими методами.

Метод гипотезы имеет свои особенности в теоретических научно-технических исследованиях. В изобретательской деятельности функцию гипотезы выполняет техническая идея, объединяющая в себе данные науки, технические и технологические достижения, экономические и технологические требования производства.

В качестве эмпирического базиса технической теории выступают *прецеденты* (предписания к еще не осуществленной деятельности аналогичного типа); *рецептурные знания* (методические рекомендации, типовые расчеты, план-карты, различные стандарты и инструкции); *справочники* и *каталоги*, применяемые в техническом исследовании и проектировании. Эмпирические знания технической науки отображаются на теоретическом уровне в виде теоретических схем, абстрактных объектов различных уровней.

Роль исходных оснований технической теории играют естественно-научные законы и представления. В техническую теорию они включаются в

трансформированном виде – в форме эмпирических зависимостей и в упрощенной форме с относительно невысокой точностью, облегчающей технические расчеты. В функции законов технической теории выступают также технические правила (например, правила буравчика, правой и левой руки в электротехнике). В отличие от законов естественно-научной теории, главной функцией которых является объяснение, основные функции законов технической теории – описательная и предписательная.

В структуру теоретического научно-технического исследования входят принципы различной степени общности. К фундаментальным принципам относят принципы *системности, актуальности, оптимальности, технологичности, надежности, абстрактного и конкретного*. Принципы теоретического исследования связаны между собой содержательно и формально-логически. Они раскрывают различные стороны технического знания и устанавливают связь естественно-научных, социальных и других закономерностей, проявляющихся в техническом знании. К техническим принципам относятся принципы *секционирования, дублирования, компаудирования, агрегатирования, унификации рядов* и др.

Специфика технической теории состоит в том, что она ориентирована на конструирование технических систем. Цель технической теории – достижение оптимизации в функционировании технического объекта. В соответствии с этой задачей теоретическое научно-техническое исследование включает в себя три подуровня теоретических схем: функциональные, поточные и структурные.

*Функциональная* схема дает общее представление (схему) технической системы, составленной из блоков, имеющих свойства, в совокупности позволяющие выполнять предназначенную для системы общую цель. Отношения между блоками, содержащими обобщенные математические операции, выражают определенные математические зависимости.

*Поточная* схема состоит из блоков, выполняющих преобразования естественных процессов (физических, химических, биологических и др.), и представляет собой алгоритмическое описание последовательности преобразований вещества, энергии и информации, происходящих в технической системе. Каждая поточная схема для проведения расчетов может быть представлена разными функциональными схемами, основанными на соответствующем им математическом аппарате.



*Структурная* схема представляет конструкцию технической системы (детали и целые технические комплексы) и ее технические характеристики. В идеализированной форме она отображает техническую реализацию физического процесса. При этом помимо функциональных свойств структурная схема содержит и нежелательные свойства, привносимые характером связи элементов системы. Для различных режимов функционирования технической системы (например, частоты электромагнитных колебаний) могут требоваться несколько способов реализации структурной схемы. Определяющими факторами являются конструктивно-технологические и технологические требования: габариты и масса, сменяемость деталей, характер их установки и т. п. Подуровень структурных схем непосредственно связан с эмпирическими знаниями и предназначен для использования в инженерном проектировании.

На этапе анализа схем определяются фундаментальные закономерности, которым подчиняется исследуемый процесс; обосновывается и формулируется предварительная (рабочая) гипотеза; осуществляется ее информационное и логико-математическое развитие с получением выводов, соотношений, формул. Проводятся анализ процессов, происходящих в объекте исследования, анализ их динамики, устанавливаются ограничения и осуществляется корректировка схем. После выбора и обоснования математического аппарата информационная модель переводится на математический язык, оцениваются погрешности, вызванные упрощениями и аппроксимациями. Определяется, в каких случаях будут использованы средства вычислительной техники. При анализе математической модели плодотворно применение гипотетико-дедуктивного метода для получения конкретных выводов и расчетных характеристик. Этап заканчивается выдачей технического задания на проектирование экспериментальной установки, на базе которого осуществляется разработка самого проекта.

Конструктивная функция технической теории состоит в тиражировании типовых структурных схем для выполнения различных инженерных задач, для использования их в качестве практико-методических рекомендаций изобретателями, конструкторами, проектировщиками.

Основными формами теоретического знания в научно-технических исследованиях являются *техническая задача, техническая идея, техническая гипотеза, технический закон, техническая теория.*

### 4.3. Основные этапы научно-технического исследования в инженерной деятельности

*Основная задача инженерной деятельности* состоит в проектировании и конструировании новых технических устройств, удовлетворяющих общественные потребности и отвечающих требованиям конструктивности, функциональности, экологической безопасности. Полный цикл инженерной деятельности включает в себя изобретательство, проектирование, конструирование, инженерное исследование, технологическое исследование и осуществление опытно-конструкторских разработок, организацию производства, эксплуатацию и оценку техники. Основными формами исследования в инженерной деятельности являются рационализация, изобретение и открытие, инженерный проект.

*Рационализация* может быть как видом технического творчества, если она опирается на специальные знания с целью упрощения или удешевления производства, повышения его эффективности, улучшения условий труда, так и формой эмпирического исследования. Задачами исследования могут быть частичное изменение какого-либо звена общего технологического процесса без изменения технологии производства; упрощение конструкции технического устройства, сопровождаемое дополнением новых или уже известных приспособлений; изменение вспомогательных операций и т. п.

*Изобретение и открытие* включают стадии теоретического и эмпирического исследований. В отличие от проектирования изобретение предполагает новизну решаемой задачи и способов ее достижения. При условии принципиально нового решения технической задачи изобретение является *пионерским*. При изобретении метода решения задачи с использованием известных средств, но имеющих новое применение, изобретение называется *новым применением*.

Под *инженерным проектированием* понимается решение определенной технической задачи для достижения поставленной цели, осуществляемое с помощью определенных методов и знаний (в виде упрощенных формул, расчетов), естественных и технических теорий. Проектирование как вид инженерной деятельности связан с графическим изображением будущей технической системы, с научно-техническими расчетами ее основных параметров, с ее предварительным исследованием. На этапе проектирования создается проект в виде проектной документации, предназначенной для изготовления или реконструкции существующего объекта либо для проведения экспертизы, по

результатам которой принимается решение о внесении изменений в проект или в изготовление объекта.

*Конструирование* представляет собой разработку конструкции технической системы. Назначение инженерно-конструкторской деятельности состоит в создании и испытании опытных образцов различных вариантов будущего объекта, в выборе оптимального, с точки зрения заказчика, варианта и в разработке технической документации, служащей руководством для изготовления технического устройства на производстве.

На стадии производства инженерное исследование связано с разработкой технологии изготовления определенной конструкции технического устройства.

Системный анализ научно-технического исследования требует рассмотрения основных фаз, стадий и этапов.

*Фаза проектирования исследования* представляет собой последовательность стадий:

- концептуальной (включает этапы: 1) выявление противоречия, 2) формулирование инженерной задачи создания определенной технической системы в виде научно-технической проблемы, 3) определение цели исследования, 4) выбор критериев);
- моделирования (включает этапы: 1) построение моделей, 2) их оптимизация, 3) выбор – принятие решения);
- конструирования (включает этапы: 1) декомпозиция, 2) агрегирование, 3) исследование условий, 4) построение программы);
- технологической подготовки исследования.

Концептуальная стадия первой фазы научно-технического исследования начинается с выявления противоречия или комплекса противоречий, препятствующих эффективной деятельности предприятия (организации), надежности технической системы (ее отдельных компонентов) и т. п. Выявление основного противоречия составляет проблемную ситуацию (этап формулирования научной проблемы). Определение проблемы должно охватывать весь круг участников (физических лиц и организаций), имеющих отношение к ее решению.

*Технологическая фаза* включает в себя 1) стадию проведения исследований (эмпирический и теоретический этапы) и стадию оформления результатов.

*Рефлексивная фаза* связана с процедурами оценки результатов исследования.

*Цели научно-технического исследования* обусловлены потребностями народного хозяйства и вследствие этого многообразны. Чаще всего научно-техническое исследование проводится для 1) создания или проверки теории о работе объекта исследования (системы, технологического процесса); 2) проверки первоначальной гипотезы о функционировании исследуемого объекта; 3) сбора информации о работе существующих устройств и технологических процессов для совершенствования их функционирования; 4) получения исходной информации для разработки новых технических устройств; 5) создания измерительных приборов для получения необходимой информации о протекании технологического процесса и др. Этап определения цели исследования непосредственно связан с выбором критериев проектируемой системы. Целесообразно осуществлять анализ критериев по трем составляющим: 1) цель проектируемой системы, 2) средства и способы ее реализации, 3) отношения системы со средой. Нередко выделенные критерии могут входить в противоречивые отношения. (Например, при проектировании автомобиля, одной из целей является повышение его комфортабельности, что ведет к увеличению его стоимости. Повышение комфортабельности предполагает увеличение габаритов автомобиля, что усложняет возможность его парковки и требует анализа отношения «техническая система – среда».)

*Стадия моделирования* состоит в построении, анализе и оптимизации моделей. Предметом моделирования становится объект-оригинал, т. е. проектируемая техническая система, относительно которой выдвигается техническая идея, воплощенная в виде идеальной конструктивной схемы. На следующем этапе происходят анализ схем и преобразование идеальной конструктивной схемы в поточную и функциональную с применением принципов математического моделирования. Этап оптимизации состоит в отборе из возможных вариантов (моделей проектируемой системы) наилучшего в заданных условиях при заданных ограничениях. На этапе оптимизации осуществляется синтез схем (создание идеальной модели, расчет ее основных параметров и имитация функционирования). Моделирование выполняет ряд функций в научно-техническом исследовании. *Дескриптивная* функция моделирования состоит в описании и объяснении процессов, протекающих в технической системе. Успешные модели становятся компонентами технических теорий. *Прогностическая* функция состоит в возможности предсказания

будущих свойств моделируемых систем. *Нормативная* функция моделирования заключается в построении нормативного образа будущей системы и непосредственно связана с решением задач управления. Модель должна удовлетворять ряду требований: простоты, адекватности, ингерентности (приемлемой степени согласованности создаваемой модели со средой, в которой ей предстоит функционировать). Этап выбора модели (принятия решения) является наиболее ответственным этапом стадии моделирования, так как при анализе математической модели он подчиняет всю последующую деятельность субъекта определенной цели.

*Стадия конструирования* технической системы заключается в определении конкретных способов и средств реализации выбранной модели в рамках имеющихся условий. На основе созданной концептуальной модели проекта начинается конструирование конкретных узлов и механизмов будущей технической системы (машины, оборудования и т. п.), что позволит в дальнейшем реализовать эту модель в качестве промышленного образца. Стадия конструирования включает этапы декомпозиции, агрегирования, исследования условий, построения программы. На этапе *декомпозиции* осуществляется деление общей цели проектируемой системы на отдельные подзадачи в соответствии с выбранной моделью. Для каждой задачи определяются сроки исследования, объемы работ, необходимая информация, оборудование, методики проведения исследований и т. п. По каждой задаче проводится критический анализ для подтверждения правильности ее выполнения. Этап *агрегирования* (противоположный декомпозиции) – процесс согласования отдельных задач реализации проекта между собой. Этап *исследования условий* реализации модели представляет собой анализ условий для решения каждой конкретной задачи и связан с исследованием ресурсных возможностей (трудовых ресурсов, финансовых, оборудования, материалов, технологий, информационных возможностей, технической оснащенности и т. п.). Этап *построения программы* практического воплощения модели представляет собой детальное планирование действий по реализации модели в определенных условиях и в установленные сроки. Для этой цели используется метод сетевого планирования.

*Стадия технологической подготовки* состоит в подготовке рабочих материалов, требующихся для практического воплощения спроектированной системы (программная документация, методические разработки, программное обеспечение, должностные инструкции и т. п.).

*Технологическая фаза проекта* состоит в практической реализации спроектированной системы с использованием технологий производства. Под технологией в данном случае понимается совокупность условий, форм, методов и средств решения поставленной задачи. Таким образом, речь идет об упорядоченной совокупности форм организации деятельности и применяемых методов, в результате которых создается промышленный образец технической системы.

*Рефлексивная фаза научно-технического исследования* состоит в сопоставлении полученного результата с поставленной целью по заранее установленным критериям, в решении вопроса о необходимости совершенствования технической системы или о возможности ее тиражирования в промышленности и т. п. Основными методами оценки эффективности реализации проекта являются коллективная самооценка и экспертиза с привлечением независимых экспертов.

#### **4.4. Методология формирования инновационных исследований и виды инновационной научной деятельности**

Основу современных научных исследований в различных областях знания составляет инновационная деятельность. Ее системное рассмотрение осуществляется в рамках инноватики – науки о закономерностях инновационных процессов. *Инновационная деятельность – это процесс, направленный на реализацию результатов завершённых научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый усовершенствованный продукт, новый технологический процесс, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки.*

Методология инновационного исследования включает в себя методы, соответствующие основным стадиям исследования: 1) стадии фундаментальных исследований; 2) стадии прикладных исследований; 3) стадии воплощения; 4) стадии проведения опытно-конструкторских работ; 5) циклам технологических нововведений в конкретных областях; 6) циклам принятия нововведений потребителем. В инновационных исследованиях широко применяются методы системного и проблемного программирования; математическое, информационное и концептуальное моделирование; алгоритмические методы поиска технических решений, методики решения задач с использованием инструментов ТРИЗ (теории решения изобретательских задач); методы функционально-стоимостного анализа и др. Для осуществления инновационных научно-технических исследований создаются специальные информационно-

поисковые программы, позволяющие по запросам выбирать необходимую информацию из фонда эвристических приемов, а также программы по созданию новых технических решений и их оптимизации. В системотехническом проектировании методология исследования дополнена методами системотехники, эргономики, инженерной психологии, технической эстетики и дизайна.

Перспективными направлениями инновационных исследований являются междисциплинарные исследования прогностической направленности, связанные с разработкой сценариев будущего развития (в частности, в исследовании глобальных проблем), исследования процессов принятия решений в управлении сложными социотехническими и социально-экономическими системами. Приоритетные направления инновационных исследований в области научно-технического развития в Российской Федерации включают информационные технологии, медицинские технологии, технологии в сфере эффективного использования энергии, космические технологии, в том числе инфраструктуру передачи всех видов информации, ядерные технологии.

В результате интеграции фундаментальных исследований и конвергентных технологий возник новый вид исследования – *конвергентные теории*, представляющие синтез фундаментального теоретического знания (системной теории) и отрасли инновационных технологий. Конвергентные теории и технологии представляют комплексные междисциплинарные исследования, находящиеся на стыке ряда естественно-научных и технических теорий и технологий, что выражается в размывании границ между фундаментальными и прикладными научными исследованиями, с одной стороны, и в устранении разрыва между инженерными и теоретическими исследованиями, с другой. Данное направление инновационных исследований (NBIC-социо-конвергентных теорий и технологий) характеризуется следующими чертами: 1) исследованием человеческого потенциала как результата интеграции достижений науки, техники, социальной практики; 2) системным характером конвергентных технологий; 3) усилением интеграции живых и технических систем, ведущим к расширению искусственной среды человеческого обитания; 4) расширением сферы проективной деятельности, детерминирующей возрастание системных технологических рисков.

Некоторые исследователи (В. Прайд, Д. А. Медведев) прогнозируют в перспективе возможность слияния NBIC-социообластей в единую научно-технологическую область знания, предметом изучения и воздействия кото-

рой станут многие известные сегодня уровни организации материи: молекулярный (нано), живое (био), процессы информационного обмена (инфо) и социальные процессы (социо), включая разум (когнито). Подобные прогнозы свидетельствуют о преобладании технократического образа мышления, доминирующего в современном общественном сознании, о подмене цели (во имя чего?) и средства (технологии как способа ее достижения). Перспективы развития инновационных технологий и дисциплин требуют философской рефлексии, всестороннего их обсуждения научным сообществом, ответственности на всех уровнях принятия решений и усиления общественного контроля.

## **Глава 5. ЛОГИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Логика изучает не только формы мышления (логические формы), но и формы и закономерности развития научного знания. Формами развития научного знания являются 1) факты науки; 2) научная проблема, рождающаяся из потребности объяснения научных фактов; 3) гипотеза, содержащей в себе первоначальное решение научной проблемы; 4) подтверждение или опровержение гипотезы в ходе доказательства; наконец, 5) теория, содержащая принципы и законы. Между всеми названными формами существует глубокая внутренняя связь. Каждая последующая форма включает в себя наиболее важные результаты предшествующей.

### **5.1. Научная проблема и проблемная ситуация**

*Проблема – это форма теоретического знания, содержанием которой является то, что еще не познано человеком, но что необходимо познать.* Другими словами, это знание о незнании, вопрос, возникший в ходе познания и требующий ответа. Например во второй половине XIX в., возникла проблема описания излучения абсолютно черного тела. В рамках классической физики невозможно было объяснить фактические данные (прежде всего, результаты измерений спектра Солнца). Проблема была решена М. Планком с помощью введения понятия кванта энергии, что в дальнейшем привело к появлению квантовой теории.

Проблема не есть застывшая форма знания, а есть процесс, включающий в себя два этапа познания – ее постановку и решение. Правильное выведение проблемного знания из предшествующих фактов и обобщений, умение верно сформулировать проблему – необходимые предпосылки ее успешного решения.



При постановке и решении научных проблем необходимо опираться 1) на определенную систему понятий, с помощью которых исследователь будет фиксировать те или иные феномены; 2) на систему методов, избираемую с учетом целей исследования и характера решаемых проблем; 3) на научные традиции.

Проблемы возникают 1) либо как следствие противоречия в отдельной теории; 2) либо при столкновении двух различных теорий; 3) либо в результате столкновения теории с наблюдениями.

Для успешного решения любой научной проблемы необходимы два основных условия: 1) ясная и четкая ее формулировка; 2) критическое исследование различных ее решений. Таким образом, научная проблема выражается в наличии противоречия (в виде противоположных позиций), требующего соответствующего разрешения.

Решение какой-либо конкретной проблемы – существенный момент развития знания, в ходе которого возникают новые проблемы, а также выдвигаются те или иные концептуальные идеи, в том числе и гипотезы.

## **5.2. Соотношение научных принципов и законов**

Мышление людей и объективный мир подчинены одним и тем же законам, и поэтому последние должны быть согласованы между собой. Такое соответствие между законами объективной действительности и законами мышления достигается тогда, когда они надлежащим образом познаны. Решение же этой задачи может быть успешным только в том случае, если ученый будет исходить, во-первых, из реальности мира и, во-вторых, из развития и законсообразности этого мира, иными словами, что он «пронизан» совокупностью объективных законов, которые регулируют весь мировой процесс и обеспечивают в нем необходимый порядок.

В формулировках законов теории необходимо выделять и закреплять те связи и отношения, которые схватывают нечто устойчивое, постоянное, регулярно повторяющееся в явлениях. Поскольку законы относятся к сфере сущности, то их формулирование возможно не на уровне непосредственного восприятия, а на этапе теоретического исследования. Формулирование законов сопряжено с введением идеализированных объектов, упрощающих эмпирический материал. Ученый стремится выразить результат в количественной форме с помощью немногочисленных понятий, логических связей и операций, объясняющих идеализированные объекты таким образом, чтобы полученные из них следствия можно было бы согласовать с результатами наблю-

дений. Именно здесь происходит сведение случайного, видимого в явлениях, к действительному внутреннему движению. Результатом этого процесса является открытие закона.

Однако открытие и формулирование закона – не окончательная задача науки. С его помощью нужно объяснить все явления данной предметной области, вывести их из соответствующего закона через целый ряд опосредующих звеньев.

Каждая теория представляет собой цепочку взаимосвязанных законов. Эти законы не только не должны противоречить друг другу, но между ними должна быть определенная и необходимая связь. Они должны не просто говорить об одной и той же системе объектов, но каждый из законов, лежащих в основе теории, должен дополнять другой таким образом, чтобы, во-первых, выведенные из них следствия объясняли и предсказывали все наблюдаемые явления определенного типа; во-вторых, они подсказывали, как и что следует наблюдать, на что обращать внимание, а от чего можно абстрагироваться; в-третьих, из них было бы ясно, какие величины следует измерять; в-четвертых, при каких условиях следует осуществлять наблюдения.

Познание законов – сложный и безграничный процесс отражения действительности. Познающий субъект никогда не сможет отразить весь реальный мир полностью и целиком – он может лишь вечно приближаться к этому. Сначала научные законы «угадываются» в виде гипотез, предположений. Дальнейшее открытие новых фактов приводит к уточнению, исправлению формулировок законов науки и устранению ошибочных предположений, пока, наконец, научный закон не будет установлен в чистом виде. Кроме того, любой закон мироздания в своей реализации всегда модифицируется конкретно-историческими обстоятельствами. Любой научный закон не есть нечто неизменное, а представляет собой исторический феномен. С изменением соответствующих условий, с развитием практики и познания одни законы науки сменяют другие. Действие закона неизбежно видоизменяется сопутствующим действием других законов.

На основе научных законов осуществляется не только объяснение явлений определенного класса, но и предсказание новых явлений и процессов, т. е. возможных путей и тенденций познавательной и практической деятельности людей.

Законы науки отражают наиболее общие и глубинные взаимодействия фрагмента мироздания. В самом общем виде закон можно определить как

*взаимосвязь явлений и процессов действительности.* Эта взаимосвязь обязательно должна быть:

- объективной, так как она присуща, прежде всего, реальному миру;
- существенной, конкретно-всеобщей, т. е. будучи существенной взаимосвязью в движении универсума любой закон присущ всем без исключения процессам данного класса и действует всегда и везде, когда и где разворачиваются соответствующие процессы и условия;
- необходимой, так как будучи гранью сущности закон действует и осуществляется с «железной необходимостью» в соответствующих условиях;
- внутренней, так как относится к глубинным связям и зависимостям данной предметной области в единстве всех ее моментов и отношений в рамках некоторой целостной системы;
- повторяющейся, устойчивой, так как эта взаимосвязь есть выражение некоторого постоянства определенного процесса, регулярности его протекания, одинаковости его действия в сходных условиях.

Многообразие видов отношений и взаимодействий в реальной действительности служит причиной существования многих видов законов, которые классифицируются по тому или иному основанию.

По формам движения материи можно выделить механические, физические, химические, биологические, социальные.

По основным сферам действительности: законы природы, законы общества, законы мышления.

По широте сферы их действия: всеобщие, общие, частные.

По механизму детерминации: динамические и статистические, причинные и не причинные.

По степени их значимости: основные и неосновные.

По фундаментальности: эмпирические и теоретические.

Для классификации научных законов существуют и другие основания.

*Научные принципы – наиболее общие и важные фундаментальные положения теории.* Они играют роль первичных, исходных посылок и закладываются в фундамент создаваемых теорий, а также выступают основаниями научного исследования. Содержание принципов раскрывается в совокупности законов и категорий.

Следует разграничивать два важных понятия: *принципы научной теории* и *принципы научного мышления*. Если представить научную теорию в виде последовательности взаимосвязанных предложений, законов или теорем, вы-

водимых друг из друга по определенным правилам, то принципы такой теории представляют собой исходные, наиболее общие утверждения, согласованные друг с другом и образующие основание, из которого выводятся все остальные утверждения. Так, три знаменитых начала термодинамики – науки, изучающей законы тепловых процессов, образуют те исходные утверждения, из которых выводятся остальные законы этой теории. То же самое можно сказать о трех основных законах ньютоновской классической динамики. В квантовой механике роль исходного утверждения, принципа, может играть знаменитый постулат Шредингера.

И по содержанию, и по количеству принципы различных теорий отличаются друг от друга. Принципы научной теории относятся к определенной предметной области, т. е. совокупности явлений и процессов, изучаемой данной теорией. Понятия, с помощью которых формулируются законы ньютоновской динамики (масса, сила, ускорение и др.), отображают определенные свойства и отношения движущихся объектов. Понятия, фигурирующие в принципах термодинамики, относятся к тепловым процессам и их свойствам.

Принципы научного мышления, отражая опосредованно явления и процессы материального мира, в то же время выражают те условия, правила и требования, которым должны удовлетворять сами эти теории. Принципы научного мышления говорят, например об условиях истинности научной теории; о том, каким образом одни законы данной теории выводятся из других; как проверяются и устанавливаются эти законы. Их назначение – сформулировать закономерности, обосновать требования, которым должна удовлетворять система знаний, для того чтобы она могла быть квалифицирована как научная.

Принципы научного мышления различны по своей природе, по своему назначению. Их можно, по-видимому, расположить в некоторой последовательности в виде ступеней гигантской пирамиды, вершину которой образуют философские принципы, а на более низких уровнях располагаются принципы научного мышления в целом и принципы определенной системы научных знаний. Находясь на различных уровнях, они по-разному влияют на деятельность ученого, несут различную нагрузку, играют различную роль и в разной степени присутствуют в конкретных результатах, полученных тем или иным исследователем.

Выбор принципов научного мышления зависит не только от тех или иных конкретных обстоятельств и научных задач, но и от более фундаментальных по своей сути философских принципов.

Данная проблема осложняется тем, что сами принципы научного мышления, так же, как и принципы научных теорий, непрерывно изменяются: меняются их состав, их содержание и место в системе научного знания. При этом принципы философии в силу их предельной общности развиваются и изменяются медленнее, чем принципы научного мышления, и, тем более, чем принципы, на которых строятся отдельные научные теории.

### **5.3. Научный факт: понятие, виды и функции в научном исследовании**

Любое научное исследование начинается со сбора фактов, систематизации и обобщения фактов. Понятие факта имеет следующие основные значения:

1. Некоторый фрагмент действительности, объективные события, результаты, относящиеся либо к объективной реальности («факты действительности»), либо к сфере сознания и познания («факты сознания»).

2. Знание о каком-либо событии, явлении, достоверность которого доказана, т. е. синоним истины.

3. Предложение, фиксирующее эмпирическое знание, т. е. знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Второе и третье из названных значений резюмируются в понятии «научный факт». Последний становится таковым тогда, когда он является элементом логической структуры конкретной системы научного знания, включен в эту систему.

Факт имеет многомерную структуру. Выделяют объективную составляющую факта – это реальные процессы, события, соотношения, свойства и т. п. Выделяют также информационную составляющую – это информационные посредники, обеспечивающие передачу информации от источника к приемнику – средству фиксации фактов. Практическая детерминация факта – это обусловленность факта существующими в данную эпоху качественными и количественными возможностями наблюдения, измерения, эксперимента. Определяют также когнитивную детерминацию факта – это зависимость способа фиксации и интерпретации фактов от системы исходных абстракций теории, теоретических схем.

О взаимосвязи понятий факта и истины можно сказать следующее. Так как факт представляет собой особый вид высказывания, то одной из его логических характеристик является *значение истинности*.

В понимании природы факта выделяют две крайние тенденции: *фактуализм* и *теоретизм*. Если первый подчеркивает независимость и автономность фактов по отношению к различным теориям, то второй, напротив, утверждает, что факты полностью зависят от теории и при ее смене происходит изменение всего фактуального базиса науки. Верное решение проблемы состоит в том, что научный факт, обладая теоретической нагрузкой, относительно независим от теории, поскольку в своей основе он детерминирован материальной действительностью.

*Парадокс теоретической нагруженности* фактов разрешается следующим образом. В формировании факта участвуют знания, которые проверены независимо от теории, а сами факты дают стимул для образования новых теоретических знаний. Последние, в свою очередь, если они достоверны, могут снова участвовать в формулировании новейших фактов и т. д.

В научном познании факты играют двоякую роль: во-первых, совокупность фактов образует эмпирическую основу для выдвижения гипотез и построения теорий; во-вторых, факты имеют решающее значение в подтверждении теорий (если они соответствуют совокупности фактов) или в их опровержении (если такое соответствие отсутствует). Расхождение отдельных или нескольких фактов с теорией не означает, что ее надо сразу отвергнуть. Только в том случае, когда все попытки устранить противоречие между теорией и фактами оказываются безуспешными, приходят к выводу о ложности теории и отказываются от нее.

В науке следует исходить из данных фактов, которые необходимо признавать независимо от того, нравятся они исследователям или нет. При этом недопустимо «выхватывать» отдельные факты, а необходимо стремиться охватить, по возможности, всю их совокупность (без единого исключения).

В то же время не следует «гнаться» за бесконечным количеством фактов, а, собрав необходимое количество, следует их систематизировать и в любом случае включить сформированную систему фактов в какую-то концептуальную систему, чтобы придать им смысл и значение. При этом ученый должен всегда руководствоваться определенными целями, задачами, идеями.

Таким образом, эмпирический опыт планируется, конструируется теорией, а факты всегда так или иначе теоретически нагружены. Вот почему ис-

ходный пункт – начало науки – это, строго говоря, не сами по себе факты, даже в их совокупности, а теоретические схемы, «концептуальные каркасы действительности». Они состоят из абстрактных объектов (идеальных конструкций) разного рода – постулатов, принципов, определений, концептуальных моделей и т. п.

Важный вопрос, на который необходимо обратить особое внимание, это проблема множественности интерпретаций фактов. Данное обстоятельство детерминировано принципиальной незавершенностью научного знания. Интерпретация выступает в качестве одного из ключевых моментов научного познания, так как представляет собой соотношение некоторой суммы научных знаний и фрагментов объективной реальности, выступающих в качестве предметной области этих знаний.

Различают два важнейших вида интерпретации в науке: *семантическую* и *эмпирическую*. Эмпирическая интерпретация означает приписывание (отождествление, идентификация) терминам теории определенных эмпирических значений, тогда как семантическая интерпретация означает приписывание терминам необязательно эмпирических значений.

Различают научную теорию и ее интерпретацию, в частности эмпирическую. Это различие необходимо, так как одна и та же теория может иметь несколько эмпирических интерпретаций, относительно которых она получает экспериментальное подтверждение.

При этом важно иметь в виду, что на опыте всегда проверяется, подтверждается или опровергается не теория сама по себе, а некоторая система – теория и ее определенная эмпирическая интерпретация. Это является подтверждением факта, что теория имеет относительно самостоятельное и независимое существование по отношению к миру опыта, несводима к последнему полностью, имеет свои собственные правила конструирования и логику функционального развития.

#### **5.4. Научная гипотеза: сущность, структура, логические характеристики**

Познание любого явления действительности начинается со сбора и накопления отдельных фактов, относящихся к изучаемому явлению. Совокупности фактов, которыми располагают вначале исследований, всегда недостаточно, чтобы полностью и сразу объяснить рассматриваемое явление: что оно собой представляет; каковы причины его возникновения, законы развития и функционирования и т. п. Поэтому научное познание просто невозможно без использования такой логической формы, как *гипотеза*. Не ожидая

пока накопятся факты для окончательных и достоверных выводов, ученый вначале генерирует предположительное объяснение функционирования исследуемого объекта, а затем это предположение развивает и доказывает.

По сравнению с другими формами мышления специфика гипотезы заключается в том, каким образом в ней отражается изучаемая область мира, а именно: предположительно, недостоверно, вероятно. И. Кант полагал, что гипотеза – это не мечта, а мнение о действительном положении вещей, выработанное под строгим надзором разума.

*Гипотезой называют логически возможное высказывание о существовании, происхождении, структуре, свойствах, взаимосвязях, причинах изучаемых объектов.* Например «атомы» Левкиппа и Демокрита, были введены в натурфилософскую космологию древних греков в качестве гипотезы, равно как и «перводвигатель» Аристотеля. Однако следует помнить, что гипотеза не обладает достаточной обоснованностью, чтобы считаться практически достоверной. Вместе с тем, любая гипотеза более или менее обоснована, так как должна быть согласована с имеющимися теоретическим и эмпирическим знаниями. Особенность гипотетического высказывания состоит в том, что оно носит предположительный характер, т. е. не является ни истинным, ни ложным высказыванием.

Приведем логическую структуру гипотезы:

- вопрос – высказывание, истинность которого не установлена или в котором не определены в каком-либо отношении его элементы, – логический субъект и предикат; служит отправным пунктом выдвижения гипотезы;
- базис гипотезы – исходные теоретическое и эмпирическое знания;
- процедуры анализа, систематизации и обобщения базиса – исходного знания;
- процедура формулирования самой гипотезы на основе определенного научного языка;
- вывод следствий из предположительного высказывания;
- процедуры анализа и сопоставления следствий предположительного высказывания с соответствующей областью реальности;
- процедура квалификации истинностного значения предположительного высказывания (истина или ложь).

Самая простая классификация гипотез основана на *количественном* признаке (в этом случае аналогична количественной классификации высказываний):



1) единичные – предположение о свойствах, причинах, взаимосвязях единичного объекта (например, Солнце – это сравнительно молодая звезда);

2) частные – предположение о свойствах, причинах, взаимосвязях некоторого подмножества изучаемого класса объектов (например, некоторые бактерии являются причиной заболеваний);

3) общие – предположение относительно всего множества исследуемых объектов (например, основная гипотеза древнегреческих атомистов «Все состоит из атомов»).

Другая классификация гипотез основана на *содержательном* признаке:

1) гипотезы существования – предположения о существовании объектов, их свойств и отношений (например, вероятно, «черные дыры» существуют);

2) номологические гипотезы – предположение о законе или о закономерности данной предметной области (например, предположение Декарта о том, что количество движения в мире постоянно);

3) каузальные гипотезы – предположения о причинах явлений и событий (эти гипотезы можно рассматривать как разновидность номологических).

*По характеру функционирования* можно выделить:

1) основную гипотезу – предположительное высказывание в обычном смысле (см. определение гипотезы вообще);

2) рабочую гипотезу – временное предположение с довольно низким уровнем обоснованности (как правило, маловероятное), которое позволяет проводить исследование в определенном направлении;

3) *ad hoc* гипотезу – предположение для данного случая, объясняющее крайне ограниченный круг фактов, явлений и ничего не предсказывающую, т. е. ее эвристическая сила равна нулю.

Научная гипотеза должна удовлетворять ряду требований.

Во-первых, она должна быть в принципе проверяемой, т. е. следствия, дедуцируемые из гипотезы, должны поддаваться опытной проверке и удовлетворять результатам экспериментов и наблюдений. Отсюда вытекает особенность научного исследования: придавать гипотезе точную логическую, в том числе математическую, формулировку, обеспечивающую включение гипотезы в качестве высказывания в дедуктивную систему с последующим сравнением результатов дедукции с данными наблюдений и экспериментов.

Во-вторых, гипотеза должна обладать достаточной общностью, т. е. объяснять не только те явления, из рассмотрения которых она возникла, но и все другие явления, взаимосвязанные с первыми.

В-третьих, гипотеза должна обладать предсказательной силой, т. е. должна служить основанием для логического вывода заключений о неизвестных еще явлениях.

В-четвертых, гипотеза не должна быть логически противоречивой, так как из противоречивого высказывания можно вывести любые следствия, в том числе и проверяемые, равно как и их отрицающие. Внутренне противоречивая гипотеза заведомо лишена познавательной ценности.

Следует обратить внимание, что именно первые два требования отличают основные (или собственно научные) гипотезы от рабочих, которые функционально направлены только на «условное объяснение» данного явления и, соответственно, не претендуют на отображение «действительного положения вещей».

Некоторые ученые утверждали, что науки строятся исключительно благодаря сбору фактов, что истинный ученый должен ограничиться только их регистрацией, т. е. простым описанием событий, процессов, явлений. Однако для того чтобы собирать факты и материалы, для того чтобы поставить эксперимент, исследователь должен руководиться определенной мыслью, определенным планом. Для того чтобы иметь план, необходимо построить гипотезу.

Когда ученые ищут какую-то новую, пока еще неизвестную, но, возможно, существующую закономерность, они высказывают, как правило, несколько предположений – конкурирующих гипотез, каждая из которых представляет собой возможный ответ на один и тот же научный вопрос (космогонические гипотезы, гипотезы происхождения жизни, Вселенной и т. д.). Эти предположения могут оказаться полностью или частично верными или же ложными. По мере развития научного исследования некоторые из этих гипотез будут отброшены как ложные, поскольку перестанут удовлетворять всем требованиям (см. ранее). Среди оставшихся в научном обращении гипотез предпочтительными являются те, которые 1) содержат меньшее число недоказанных предпосылок; 2) содержат более простые объяснения; 3) дают возможность сделать большее число предсказаний относительно новых явлений, их свойств и отношений. Иными словами, такие гипотезы обладают большей *эвристической мощью (силой)*. В логическом ракурсе эти гипотезы содержат больше информации, а значит, из них можно вывести большее число следствий, что позволяет провести более детальную и многообразную проверку гипотез.

## 5.5. Понятие научной теории и ее роль в научном познании.

### Структура, виды и функции научных теорий

Основной единицей научного знания считается теория. В широком смысле теория представляет собой комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на истолкование и объяснение какого-либо фрагмента мира. В более узком и специальном смысле *теория – высшая, самая развитая форма организации научного знания, содержащая конечное множество взаимосвязанных понятий и высказываний и дающая целостное представление и объяснение закономерным взаимосвязям определенной области действительности* (последняя образует предмет данной теории).

Взятая в качестве определенной формы научного знания и в сравнении с другими его формами (гипотезой, законом и т. д.) теория выступает как наиболее сложная и развитая форма. Как таковую теорию следует отличать от других форм научного знания – законов науки, классификаций, типологий, первичных объяснительных схем и т. д. Эти формы, с одной стороны, генетически могут предшествовать собственно теории, составляя базу ее становления и развития; с другой – они нередко сосуществуют с теорией, взаимодействуя с нею в ходе поступательного движения научного знания, и даже могут входить в теорию в качестве ее элементов (теоретические законы, типологии, основанные на теории, и т. д.).

Наряду с понятиями и суждениями теория представляет собой одну из логических форм мысленного воспроизведения действительности в мышлении. Вместе с тем, в отличие от первых научная теория не является элементарной формой мысли. С точки зрения логики теория – определенным образом организованная система высказываний, соответствующая целому ряду логических требований.

Эти требования следующие:

1. Теоретические высказывания должны фиксировать существенные связи (законы), свойства и отношения рефлектируемой (отображаемой) области действительности.

2. Каждое предложение теории должно что-либо утверждать или отрицать в отношении рассматриваемого фрагмента мира, т. е. должно иметь логическую форму высказывания.

3. Предложения, входящие в теорию, должны быть элементами логического вывода (как правило, дедуктивного (в качестве разновидности дедуктивного вывода следует рассматривать и редукцию)).

4. Высказывания теории могут принимать значение истинности из фиксированного множества таких значений от 1 до  $k$  (например, в двузначной логике  $k = 2$ , т. е. 1 – истина, 0 – ложь).

*Системность теории* заключается в том, что логические связи между высказываниями теории располагаются в определенном порядке, детерминированном характером логического вывода, посредством которого эти высказывания были получены. Сам же логический вывод подчиняется определенным правилам (логическим законам и правилам, например, правило Локка или модус поненс (*modus ponens*)). Таким образом, каждое высказывание теории хотя бы один раз выступает в качестве посылки или заключения в рамках какой-либо разновидности дедуктивных умозаключений. Исключение составляют исходные предложения теории (аксиомы, исходные определения, постулаты), которые будучи элементами теоретической системы выступают только в роли посылок, и некоторые множества описательных (дескриптивных) предложений, всегда выступающих в роли заключений («конечных следствий»). При этом высказывания теории необходимым образом должны содержать в себе базисные и/или производные термины собственного языка науки, благодаря чему обеспечивается их соотнесенность с объектами и с объективной предметной областью данной науки.

*Сложность теории* определяется произведением числа входящих в нее элементов (постулатов и аксиом, эмпирических высказываний, фактов, законов, и т. д.), что образует количественный аспект сложности научных теорий, на разнообразие их качественных характеристик (эмпирические и теоретические высказывания, исходные высказывания и следствия и т. д.).

По своему строению теория представляет собой внутренне дифференцированную и одновременно целостную систему знания, которую характеризуют логическая зависимость одних элементов от других, а также выводимость содержания данной теории из некоторой совокупности исходных утверждений и понятий (базиса теории) по определенным логико-методологическим принципам и правилам.

Прежде всего, следует указать на то обстоятельство, что теория за рядом исключений (например, некоторые математические теории) основывается на некоторой совокупности фактов, установленных с помощью эмпирических методов. Такую совокупность высказываний, каковыми являются факты, называют *эмпирическим базисом* теории. Строго говоря, эмпирический базис в структуру теории не входит.

В *структуру теории* входят понятия и высказывания, определенным образом (логика теории) взаимосвязанные между собой.

I. *Понятия теории* делятся на два основных вида:

1) понятия, отражающие основные классы рассматриваемых в теории объектов (абсолютное пространство, относительное пространство, абсолютное время, относительное время, материальная точка и т. д. в механике);

2) понятия, в которых выделяются и обобщаются основные характеристики изучаемых явлений (например, масса, импульс, скорость и т. д.).

Оперируя этими понятиями, ученый может сконструировать объект исследования, который будет выражен в производном от них понятии. Так, в квантовой теории определенный квантовый объект может быть представлен в случае совокупности  $n$  частиц в виде  $\psi$ -волны в  $N$ -мерном пространстве, свойства которого связаны с квантом действия.

II. На основе понятий теории формулируются *теоретические высказывания*, среди которых следует выделить четыре вида:

1) высказывания, содержащие исходные положения, которые называют постулатами, аксиомами или принципами данной теории (например, аксиомы геометрии Эвклида, принцип постоянства скорости света в теории относительности и т. д.)

2) высказывания, содержащие формулировки законов данной теории (законы физики (второй закон Ньютона), биологии (закон единства филогенеза и онтогенеза), логики (закон достаточного оснований) и т. д.);

3) совокупность выведенных в теории утверждений с их доказательствами, составляющую основной массив теоретического знания (например, следствия теории относительности);

4) высказывания (еще их называют предложениями соответствия), в которых выражены связи между эмпирическими и теоретическими терминами («Электрический ток – движение потока электрически заряженных частиц»); с помощью таких предложений раскрывается сущностная сторона наблюдаемых явлений.

III. *Логика теории* – множество допустимых в рамках теории правил логического вывода и доказательства. Логика теории определяет механизм ее построения, внутреннего развертывания теоретического содержания, воплощает некоторую программу исследования. Как следствие генерируется целостность теории в качестве единой системы знания.

Зрелую науку отличает многообразие типов и видов теорий.

Прежде всего, следует различать два типа теорий, выделяемые *по признаку соотношения формы и содержания*:

- *формальные* теории характеризуется отсутствием каких-либо интерпретаций терминов, входящих в формулировки аксиом (формальная теория евклидовой геометрии, построенная Гильбертом), как следствие эти аксиомы сами не являются содержательно интерпретированными. Такие теории являются следствием предельных обобщений;

- *содержательные* теории в отличие от первых всегда несут в себе множество интерпретаций, т. е. отражают определенную более или менее конкретную область мира; подавляющее большинство теорий различных видов относятся к содержательным.

Виды теорий следующие.

Во-первых, теории различают *по предмету*, т. е. по характеру отражаемого ими фрагмента мира или аспекта действительности. В этом аспекте фундаментальная дихотомия мира задает два вида теорий:

- 1) теории, в которых отображаются фрагменты и/или аспекты реальной действительности – материального бытия (такие теории составляют базисное знание конкретных наук), например механика Ньютона, термодинамика, социально-гуманитарные теории и др.;

- 2) теории, в которых отображаются фрагменты и/или аспекты идеального бытия (в ряде случаев речь идет о ненаблюдаемых явлениях – такие теории характерны для абстрактных наук), например теория натуральных чисел в математике или теория натурального вывода в логике и др.

Во-вторых, теории делятся на виды *по способу их построения*:

- 1) аксиоматические теории, имеющие наиболее четкую и формализованную структуру. Системообразующей частью (ядром) этих теорий являются совокупность аксиом (высказывания, которые постулируются в качестве истинных) и ряд исходных понятий, которые необходимы для ясной и точной формулировки аксиом. Как правило, аксиомы обосновываются вне самой теории, например в практической деятельности (геометрия Эвклида). Другую важную часть аксиоматических теорий составляет совокупность производных (выводимых) из аксиом утверждений данной теории;

- 2) гипотетико-дедуктивные теории, не несущие в себе четкого разделения высказываний на исходные и на производные. Как правило, в них выделяется некоторые исходные положения, но обосновываются эти положения внутри самой теории.

В-третьих, *по степени соотнесенности с действительностью* теории бывают:

1) фундаментальными, в которых ядром развертывания всей теоретической системы является идеализированный объект (материальная точка в механике, абсолютно упругие материальные точки в молекулярно-кинетической теории и т. д.). Как следствие законы, формулируемые в рамках таких теорий, относятся не к эмпирически данной реальности, а к реальности такой, как она задана идеализированным объектом, и представляют собой теоретические законы, которые в отличие от эмпирических законов формулируются не непосредственно на основе изучения опытных данных, а определенными мыслительными действиями с идеализированным объектом;

2) прикладные, в которых фундаментальные положения, содержащиеся в фундаментальных теориях, должны быть соответствующим образом конкретизированы (приложены) при их применении к изучению реальной действительности, равно как и ее преобразования (ср.: идеальный газ или компьютер и реальный газ или компьютер).

В-четвертых, *по функции* теории делят:

1) на описательные (феноменологические или эмпирические), решающие главным образом задачи описания и упорядочения обширного эмпирического материала, при этом построение идеализированного объекта фактически сводится к вычленению исходной системы понятий (теория Коперника);

2) объяснительные, в которых решается задача вычленения сущности рассматриваемой области действительности (механика Ньютона по отношению к теории Коперника).

К числу *основных функций* теории относят следующие:

1) описательную – фиксирование совокупности данных о существенных свойствах и отношениях предметов, процессов действительности;

2) синтетическую – объединение многообразных элементов достоверных научных знаний в единую и целостную систему;

3) объяснительную – выявление причинных и иных зависимостей, многообразия связей определенного фрагмента действительности, его существенных отношений и свойств, законов его происхождения и развития;

4) методологическую – определение многообразных способов и приемов исследовательской деятельности;

5) предсказательную – указание на новые свойства и отношения исследуемого объекта, на новые уровни организации мира и новые типы и классы объектов (предсказание о будущем состоянии объектов в отличие от тех, которые существуют, но пока не выявлены, называют *научным предвидением*);

6) практическую – установление возможности и определение способов применения полученных знаний в различных сферах жизни общества (по словам австрийского физика Л. Больцман: «Нет ничего практичнее, чем хорошая теория»).

## **5.6. Логическая структура объяснения и условия его адекватности.**

### **Разнообразие видов научных объяснений**

*Объяснение и предсказание* окружающих нас явлений и процессов представляют собой важнейшие функции науки в целом и научной теории в частности. Поэтому с логической точки зрения среди основных функций теории особый интерес представляют описательная и предсказательная.

*Объяснить факт* – это означает соотнести его с некоторым теоретическим обобщением, которое носит достоверный или вероятный характер. В качестве такого обобщения могут выступать научный закон, если факт соотносится с завершённой теорией, или высказывание, фиксирующее некоторое отношение на модели в случае использования незавершённой теории.

Объяснительная функция теории тесно связана с другими, в частности с систематизирующей функцией. Как и при объяснении, в процессе систематизации факт подводится под теоретическое положение, которое его объясняет, и он включается в более широкий теоретический контекст знаний. Тем самым происходит установление связей факта с другими фактами и, таким образом, факты приобретают определенную целостность. Обосновывается их достоверность, они приобретают безупречно доказательную силу. Становление и развитие теоретических знаний стимулировались прежде всего их способностью предсказывать возможные, например будущие, состояния объекта, отсутствующие в настоящий момент. Таким образом, в способности к дальним и точным прогнозам реализуется предсказательная функция теории.

С точки зрения логики объяснить какое-то явление – логически связать высказывание об определенном явлении (*экспланандум* – объясняемое) с другими достоверными высказываниями теории (*эксплананс* – объясняющее). Эксплананс должен включать в себя по крайней мере одно общее утверждение, при этом экспланандум должен логически следовать из эксплананса.



Характер объяснения определяется характером логической связи между экспланансом и экспланандумом (дедукция, индукция или традукция).

Не менее важно различать объяснение явлений (феноменологическое) и объяснение законов (номологическое).

Объяснение явлений, как правило, включает в себя указание на причину этого явления, а также раскрытие механизма действия причины, что дает возможность раскрыть сущность объясняемого явления.

Объяснение закона – демонстрация необходимости, устойчивости и повторяемости в существовании явлений. Номологическое объяснение исходит из индуктивного обобщения наблюдений и экспериментов. В качестве результата такого обобщения выступает общее суждение вида «Все  $S$  есть  $P$ ». Если установлено, что повторяемость в явлении основана на связи  $S$  и  $P$ , индуктивное обобщение становится *научным законом* (высказыванием, в котором утверждается объективная необходимая повторяющаяся связь  $S$  и  $P$ ).

Подчинение факта теории имеет форму дедуктивного вывода, в котором роль экспланандума выполняет его заключение, а эксплананса – его большая посылка. Меньшая посылка фиксирует обстоятельства, при которых имеет место отображаемое в факте (следует помнить, что факт – это определенное высказывание) явление и при которых имеет силу теоретическое обобщение. Таким образом, объяснение принимает форму какого-либо силлогизма.

В общем случае в эксплананс может входить несколько общих и единичных утверждений, а вывод – представлять собой цепочку логических умозаключений. В дедуктивно-номологическом объяснении на месте экспланандума стоит общее утверждение (например, научный закон) или даже теория как система достоверных высказываний. В общем виде дедуктивно-номологическое объяснение можно представить схематично следующим образом:

$L1, L2, L3, \dots$	– общие законы	
$C1, C2, C3, \dots$	– утверждения о начальных условиях	<i>Эксплананс</i>
<hr/>		<i>Логический вывод</i>
$E$	Описание объясняемого явления	<i>Экспланандум</i>

По отношению к другим видам объяснения дедуктивно-номологического объяснение отличается рядом особенностей.

Во-первых, оно придает необходимый характер объясняемому явлению, так как представляет собой логический вывод объясняемого положения

из некоторых посылок, и если эти посылки истинны (их истинность – одно из условий корректности объяснения), то выведенное положение логически необходимо должно быть истинным. Иными словами, в ходе дедуктивно-номологического объяснения исследователь связывает объясняемое явление с другими явлениями и указывает на закономерный характер этих связей. Поэтому, если указанные законы объективны, то обсуждаемое явление должно иметь место и в этом смысле представляется необходимым.

Во-вторых (эта особенность взаимосвязана с первой), в рассматриваемом виде объяснения общее утверждение, входящее в его эксплананс, должно быть объективным законом данной области исследования, т. е. выражать необходимую связь явлений. В противном случае объяснение не состоится. По своей логической форме объективный закон неотличим от так называемых случайно истинных обобщений – некоторых общих утверждений, которые в силу случайных обстоятельств оказались истинными (например, «Все присутствующие в данной аудитории – земляне»). И законы фрагмента мира, и случайно истинные обобщения выражаются общими высказываниями, однако последние нельзя использовать для объяснения. Следует отметить, что отличить закон от случайно истинного обобщения может только научная теория: если общее высказывание включено в теорию, то оно выражает закон рассматриваемой области мира; если же общее высказывание не является элементом теории, то, скорее всего, оно является лишь случайно истинным.

Предсказательная мощь теории зависит в основном от двух взаимосвязанных факторов:

1) от глубины и полноты отображения сущности изучаемых объектов (разумно предположить, что чем глубже и полнее такое отображение, тем надежнее опирающиеся на теорию предсказания);

2) теоретическое предсказание находится в обратной зависимости от сложности и нестабильности исследуемого процесса, и чем сложнее и неустойчивее этот процесс, тем рискованнее предсказания.

В заключение необходимо сделать акцент на следующем.

Теория выполняет методологическую функцию, т. е. выступает в качестве опоры и средства дальнейшего исследования. Наиболее эффективный научный метод есть истинная теория, направленная на практическое применение, на разрешение определенного множества задач и проблем.

Таким образом, теория и метод – внутренне связанные элементы научного исследования, но между ними имеется существенная разница. Они со-

относятся с разными областями: теория фиксирует знания о познаваемом объекте (предметные знания), а метод – знания о познавательной деятельности (методологические знания), направленной на получение новых предметных знаний. Поэтому сама по себе теория не есть еще метод. Превращение теории в метод означает изменение в ее структуре и приобретение ею новых качеств, в результате чего достаточно точно определяются способы ее практического применения. Теория остается в структуре метода в качестве базисного знания, под которое по особым правилам в определенном порядке должно подводиться разнообразие частных случаев, чтобы получились новые результаты – факты или более конкретные законы теории.

### 5.7. Соотношение научности и истинности знания

Важнейшими логическими характеристиками теории являются ее обоснованность и истинность. Теория выступает в качестве реального знания только тогда, когда она получает эмпирическую интерпретацию. Эмпирическая интерпретация способствует осуществлению опытной проверки теории, выявлению ее объяснительно-предсказательных возможностей.

*Проверка* теории – сложный и многоступенчатый процесс. Проверка теории не сводится к ее подтверждению отдельными эмпирическими фактами. Вместе с тем, противоречие между теорией и отдельным фактам не является ее опровержением; но при этом такое противоречие служит мощным стимулом совершенствования теории вплоть до пересмотра и уточнения ее исходных принципов.

*Истинность* теории – это соответствие составляющих ее высказываний отображаемой области мира. Конечным критерием истинности теории, так же, как и в случае отдельных суждений, является практическая деятельность людей, включая и такой ее вид, как эксперимент. Тем не менее, нельзя говорить об абсолютности этого критерия. Иными словами, относительность практики в качестве критерия истинности определяется тремя факторами: 1) сама практика ограничена; 2) практика может подтверждать отдельные ложные высказывания теории, или, наоборот, подтверждать отдельные следствия ложных теорий (например, так было с «теориями» флогистона и теплорода); 3) практика дает лишь подтверждение теории, но не доказывает истинность высказываний теории. Таким образом, здесь речь идет о практической достоверности  $[\diamond]$  суждений теории, о вероятности  $[P]$  их истинности.

Источником логической необходимости  $[L]$  истинности теории является ее непротиворечивость, которая выражается в логической последовательно-

сти и взаимной согласованности (когерентности) понятий и высказываний данной теории.

Однако если даже теория обладает всеми указанными выше характеристиками, это не означает, что она точна. История науки – это постоянная смена одних теорий другими. Это означает, что ни одна известная из истории науки теория, даже несмотря на утверждения ее создателей, не представляет собой законченной логической системы.

## **Глава 6. АРГУМЕНТАЦИЯ И ОБОСНОВАНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

### **6.1. Аргументация как логическая процедура**

В процессе познания истинность большинства высказываний не очевидна и требуют доказательства, что предполагает активную мыслительную деятельность, протекающую в режиме диалога (спора, полемики, дискуссии). Одним из важнейших компонентов диалога в науке является аргументация. *Аргументация – это логико-коммуникативный процесс, направленный на обоснование позиции одного субъекта с целью последующего ее понимания и принятия другим субъектом.* Человека, обосновывающего свою позицию, принято называть *аргументатором*, соответственно, того, кому адресована обосновываемая позиция, называют *реципиентом*.

Аргументация содержит в себе два ключевых аспекта – логический и коммуникативный, которые в реальных коммуникативных актах (спор, полемика, дискуссия) реализуются как единое целое.

С точки зрения логической теории аргументация представляет собой логическую (мыслительную) процедуру поиска и предъявления оснований для определенного положения. Таким образом, *логическая аргументация – это полное или частичное обоснование какого-либо утверждения с использованием других утверждений.* Считается, что в правильных с точки зрения логики аргументациях эти другие утверждения полностью или хотя бы частично обоснованы и обосновываемое положение из них логически следует или, по крайней мере, они подтверждают его. Истинностью входящих в основания элементов должна определяться истинность обосновываемой позиции, что является нормой для научных коммуникаций.

С точки зрения теории коммуникации *аргументация являет собой процесс языкового выражения определенной информации аргументатором с целью ее передачи реципиенту для последующего восприятия и понимания им.*

В конечном итоге любая аргументация необходима для образования определенного убеждения у реципиента. Если он воспринял информацию, понял ее и согласился с обосновываемым положением, то цель считается достигнутой.

Таким образом, задачей коммуникативной аргументации является выработка убеждения в истинности какого-либо утверждения.

## **6.2. Структура и виды аргументации.**

### **Роль аргументации в научном обосновании**

Основные понятия теории аргументации – *доказательство* и *аргументация*.

Доказательство – это совокупность логических приемов обоснования истинности суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений.

Аргументация – это операция обоснования какого-либо положения, в которой наряду с логическими методами применяются и внелогические приемы убеждающего воздействия (речевые, эмоционально-психологические и др.).

Понятия аргументации и доказательства *объективно тождественны*, но имеют *эпистемологическое различие*. Понятие аргументации отражает раннюю, абстрактную, стадию познания; понятие доказательства – более позднюю, на которой результаты исследования конкретизируются. Таким образом, различие аргументации и доказательства – это различие *абстрактного* и *конкретного*. *Цель доказательства* – объективная истина, т. е. установление того, что известное исследователю положение соответствует действительности. *Цель аргументации* – субъективная истина, т. е. поиск факторов, которые могли бы способствовать выработке убеждения в истинности некоторого суждения.

Основными элементами структуры аргументации являются тезис, аргументы (основания) и демонстрация.

*Тезис* – *положение, истинность которого необходимо обосновать*. Именно ему должен уделять основное внимание аргументатор. Это означает, что в процессе аргументации любая вовлекаемая в него информация должна концентрироваться вокруг тезиса и служить его детальному анализу.

В разных ситуациях происхождение тезиса различно. Оспариваемым тезисом может стать ответ на какой-либо вопрос, высказанное кем-то мнение об определенном предмете.

*Аргумент – это суждение (или совокупность взаимосвязанных суждений), приводимое в подтверждение истинности какого-либо другого суждения (или теории).* Аргументом в логической процедуре обоснования называется посылка (основание или довод) доказательства (иногда аргументом называется все доказательство в целом).

*Демонстрация – способ логической связи между тезисом и аргументами.* Принудительная сила аргументации детерминирована характером демонстрации. Демонстрация в форме дедуктивных умозаключений имеет наибольшую принудительную силу, если, конечно, она логически корректна (соответствует законам и правилам логики).

Демонстрация в форме индукции (т. е. когда общий тезис выводится из ряда однотипных частных аргументов или в форме аналогии) обладает меньшей логической необходимостью по сравнению с дедукцией. Очень часто демонстрация в форме сравнения (метафоры) преследует цель оказать воздействие не на логическую сторону человеческого сознания, а на эмоциональную (чувственную). В таких случаях логическая связь тезиса и аргументов отесняется воздействием психологического характера, основанного на привычном и очевидном.

Виды аргументации весьма разнообразны. Например по форме демонстрации, аргументация может быть дедуктивной, индуктивной, в форме аналогии, сравнения, метафоры и т. д. Поэтому далее будут рассмотрены лишь те виды, которые чаще всего встречаются в научных исследованиях: доказательство, опровержение и подтверждение.

Цель познания в науке – достижение достоверного, объективно истинного знания, на основе которого возможно активное воздействие человека на окружающий мир с целью его преобразования. Результаты научного познания признаются истинными, если они прошли не только внутреннюю, субъективную проверку у самого исследователя, но выдержали также межличностное обоснование и стали «истиной для всех».

Естественной формой объективизации знаний в обществе являются информационно-коммуникативные процессы, т. е. передача информации в процессе общения между людьми. К ним относятся научные и практические конференции, совещания, политические дискуссии, различные формы обучения, деловые беседы, судебные процессы и многие другие виды общения.

Выступающий в коммуникативном процессе с новыми идеями ученый выполняет двойственную задачу. Во-первых, он передает слушателям или

читателям новую информацию, и, во-вторых, убеждает аудиторию принять эту информацию. Именно с этим процессом убеждающего воздействия информатора на реципиента в коммуникативном процессе и связан смысл термина «аргументация».

*Аргументация* – один из способов обоснования утверждений (суждений, гипотез, концепций и т. д.). Утверждения могут обосновываться непосредственным обращением к действительности (посредством наблюдения, эксперимента и пр.), а также с помощью уже известных положений (аргументов) и средств логики. Во втором случае обоснование тоже осуществляется обращением к действительности, но не непосредственно, а опосредованно. Именно обоснование второго рода называется аргументацией.

### 6.3. Сущность доказательства и его виды

Одним из видов аргументации является доказательство. *Доказательство* – это логическая процедура установления истинности какого-либо положения с использованием утверждений, истинность которых установлена ранее. Будучи видом аргументации в структуру доказательства входят тезис, аргументы и демонстрация.

В качестве *тезиса* доказательства в научных исследованиях чаще всего выступают теоремы, следствия из общих положений теории, следствия из предположительного высказывания (гипотезы).

*Аргументы*, используемые в научных доказательствах, бывают следующих видов:

- установленные общепринятые положения (философские принципы, принципы рассматриваемой области науки);
- суждения, принимаемые в качестве обоснованных (аксиомы и постулаты научной теории);
- достоверные суждения о фактах в науке (данные наблюдения и эксперимента).

*Формой (демонстрацией)* доказательства реальных исследований большинства наук является единство дедукции, индукции и аналогии.

Приведем виды доказательств.

*Прямое* – это доказательство, в котором истинность выдвинутого тезиса непосредственно вытекает из эксперимента или обосновывается аргументами. (Например, выдвинут тезис: «Некоторое химическое вещество, полученное в лаборатории, горит ярким пламенем». Здесь демонстрация доказательства – химический эксперимент, заключающийся в поджигании вещества.)

*Косвенное* – это доказательство, в котором истинность выдвинутого тезиса обосновывается демонстрацией ложности противоположного ему допущения (антитезиса). Косвенные доказательства могут быть апагогическими и разделительными.

*Апагогическое* – доказательство абсурдности (противоречивости) антитезиса. Временно допускается истинность противоречащего тезису суждения, из которого выводятся следствия, оказывающиеся ложными, противоречащими действительности. (Например, тезис о том, что из точки, не лежащей на данной прямой, можно провести единственную прямую, перпендикулярную данной. Пусть это не так, т. е. можно провести более одной перпендикулярной прямой. Тогда образуется треугольник с двумя прямыми углами, чего быть не может. Отсюда антитезис неверен и верен исходный тезис. В аргументации используется ранее доказанное утверждение про свойства углов треугольника.)

*Разделительное* – доказательство, в котором истинность тезиса устанавливается последовательным исключением всех членов разделительного суждения, кроме одного, являющегося доказываемым тезисом. (Например, выдвинут тезис: «Полученное химическое вещество есть некоторый раствор или обычная вода». Раствор имеет запах, вода же запаха не имеет. Проверка показала, что данное химическое вещество имеет запах, следовательно, получен раствор).

#### **6.4. Опровержение и подтверждение**

*Опровержение* – это рассуждение, направленное против выдвинутого тезиса и имеющее целью установление его ложности или недоказанности. Опровержение тезиса осуществляется тремя способами (первый – прямой способ, второй и третий – косвенные).

1. *Опровержение фактами* – самый верный и успешный способ опровержения, в ходе осуществления которого демонстрируются действительные события, явления, приводятся научные данные (результаты экспериментов и наблюдений, статистические данные и т. п.), которые противоречат тезису, т. е. опровергаемому суждению.

2. *Установление ложности (или противоречивости) следствий, вытекающих из тезиса.* Доказывается, что из данного тезиса вытекают следствия, противоречащие действительному положению дел. Этот прием называется «сведение к абсурду».



3. *Опровержение тезиса через доказательство антитезиса.* По отношению к опровергаемому тезису (суждению  $p$ ) выдвигается противоречащее ему суждение ( $\sim p$  [*не- $p$* ]), которое затем обосновывается. Если антитезис истинен, то тезис ложен, и третьего не дано (закон исключенного третьего).

Все многообразные способы аргументации, обеспечивающие в конечном счете «достаточные основания» для принятия утверждения, можно разделить на эмпирические и теоретические. Первые опираются по преимуществу на опыт, деятельность субъекта познания, вторые – на рассуждение. Различие между ними является, конечно, относительным, как относительна сама граница между эмпирическим знанием и теоретическим знанием.

Эмпирические способы обоснования называются также *подтверждением*, или *верификацией*. Подтверждение можно разделить на прямое и косвенное. *Прямое* подтверждение – это непосредственное наблюдение тех явлений, о которых говорится в проверяемом утверждении. *Косвенное* подтверждение – подтверждение в опыте логических следствий обосновываемого положения. Прямое подтверждение возможно лишь в случае утверждений о единичных объектах или об ограниченных их совокупностях. Теоретические же положения обычно касаются неограниченных множеств объектов. Факты, используемые при таком подтверждении, далеко не всегда надежны и во многом зависят от общих, теоретических соображений. Нет ничего странного поэтому, что сфера приложения прямого наблюдения является довольно узкой. Самым распространенным в научном исследовании способом подтверждения является косвенное подтверждение – выведение из обосновываемого положения логических следствий с их последующей опытной проверкой.

### **6.5. Правила обоснования и возможные ошибки**

Если будет нарушено хотя бы одно из ниже перечисленных правил, то могут произойти ошибки, относящиеся к доказываемому тезису, аргументам или к самой форме доказательства.

I. *Правила*, относящиеся к *тезису*.

1. Тезис должен быть логически определенным, ясным и точным.
2. Тезис должен оставаться тождественным, т. е. одним и тем же на протяжении всего доказательства или опровержения.

Ошибки, совершаемые относительно доказываемого тезиса.

1. «Подмена тезиса» – один тезис умышленно или неумышленно подменяют другим, и этот новый тезис начинают доказывать или опровергать.

2. «Переход в другой род». Имеются две разновидности этой ошибки: а) «кто слишком много доказывает, тот ничего не доказывает»; б) «кто слишком мало доказывает, тот ничего не доказывает». В первом случае ошибка возникает тогда, когда вместо одного истинного тезиса пытаются доказать другой, более сильный тезис, и при этом второй тезис может оказаться ложным. Во втором случае вместо тезиса А доказывается более слабый тезис Б.

3. «Логическая диверсия» заключается в умышленном переходе с одного предмета дискуссии на другой, более знакомый одному из участников дискуссии.

## II. Правила по отношению к аргументам.

1. Аргументы должны быть истинными суждениями.

2. Аргументы должны быть достаточным основанием для признания истинности тезиса.

3. Аргументы должны представлять собой суждения, истинность которых обоснована независимо от тезиса.

4. Аргументы не должны противоречить друг другу.

Ошибки в основаниях (аргументах) доказательства.

1. Ложность оснований – в качестве аргументов берутся не истинные, а ложные суждения, которые выдают или пытаются выдать за истинные.

2. «Предвосхищение оснований» – данная ошибка совершается тогда, когда тезис опирается на недоказанные аргументы, последние же не доказывают тезис, а только предвосхищают его.

3. «Порочный круг»: ошибка состоит в том, что тезис обосновывается аргументами, а аргументы обосновываются этим же тезисом. Это разновидность ошибки «применение недоказанного аргумента».

4. «Аргументы к авторитету» – использование в качестве аргумента суждений великих или знаменитых людей, специалистов в какой-либо области.

5. «Аргумент к личности» («довод к человеку») – рассуждение, направленное на подмену доказательства истинности или ложности тезиса анализом личности человека, высказавшего этот тезис.

6. Аргумент к силе, или «палочный аргумент» – это использование в рассуждении угрозы применения насилия или иной формы принуждения, если тот, к кому обращено доказательство, не поверит в истинность предъявляемых аргументов.

7. Аргумент к невежеству – использование в доказательстве суждений, основания истинности которых заведомо не известны лицу, к которому обращено доказательство. Это могут быть ссылки на сочинения, которых аудитория явно не знает, на якобы общеизвестные факты и законы, в незнании которых обычно боятся признаться.

8. Предвосхищение основания – в качестве аргумента приводится суждение, которое само нуждается в обосновании.

9. «Круг в доказательстве» – это нарушение третьего правила, когда истинность тезиса обосновывается с помощью аргумента, истинность которого требует обоснования с помощью самого тезиса.

Существуют и другие, менее распространенные ошибки в аргументации.

III. *Правила демонстрации* (к форме обоснования тезиса).

Тезис должен быть заключением, логически следующим из аргументов по общим правилам умозаключений или полученным в соответствии с правилами косвенного доказательства.

Ошибки в форме доказательства.

1. Мнимое следование: нередко вместо правильного доказательства аргументы соединяют с тезисом посредством слов «следовательно», «итак», «таким образом», «в итоге имеем» и т. п., при этом полагают, что установлена логическая связь между аргументами и тезисом. В результате возникает словесная видимость доказательства.

2. От сказанного с условием к сказанному безусловно: аргумент, истинный только с учетом определенных времени, отношения, меры, нельзя приводить в качестве безусловного, верного во всех случаях.

Кроме перечисленных выше ошибок в обосновании существует ещё огромное множество других. Среди них: нарушение правил умозаключений (индуктивных, дедуктивных, традуктивных), софизмы, паралогизмы, логические парадоксы и другие.

*Софизм* – рассуждение, кажущееся логически правильным, но содержащее скрытую намеренную логическую ошибку с целью ввести оппонента в заблуждение. Например: «Счастье заключается в удовольствии, а удовольствие – в отсутствии страдания. Любовь – это страдание. Следовательно, любовь – это несчастье». Как отмечал немецкий философ Гегель, софизмы стали своеобразной формой осознания и словесной формой выражения проблемной ситуации.

*Паралогизм* – это непреднамеренная ошибка в рассуждении, связанная с нарушением законов и правил логики вследствие недостаточности культуры мышления.

*Логический парадокс* – рассуждение, приводящее к взаимоисключающим результатам, которые в равной мере выглядят доказанными. Например: «Лжет ли тот, кто говорит, что он лжет» (в этом древнем «парадоксе лжеца» делается попытка обосновать одновременно и утверждение, и его отрицание).

Основное отличие логических парадоксов от софизмов и паралогизмов состоит в том, что причины последних имеют субъективный характер, в то время как причины парадоксов – объективные (недостаточность исследования сложной природы понятий и умозаключений).

## **Глава 7. КУЛЬТУРА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ**

### **7.1. Понятие научной публикации**

Научная публикация – это одна из основных форм коммуникации между членами научного сообщества. Для того чтобы понять ее место и роль в профессиональной культуре ученого, необходимо рассмотреть формы коммуникации в науке.

Профессиональное взаимодействие исследователей в процессе научной деятельности осуществляется в различных формах. Оно может быть формальным или неформальным, письменным или устным, межличностным или безличностным, непосредственным или опосредованным, планируемым или спонтанным, и т. д.

Принято выделять два основных типа научной коммуникации: информационный и социальный. В контексте информационной модели науки коммуникация в науке определяется как процесс движения научной информации. В то же самое время в процессе исследования, в котором основной целью выступает получение нового знания, с необходимостью присутствует коммуникационное взаимодействие субъектов научной деятельности, устанавливаются социальные отношения, реализуется социальный аспект научной коммуникации. В научной деятельности, как правило, присутствуют оба типа научной коммуникации. Но в зависимости от направленности исследования, каждый из них проявляется в большей или меньшей степени.

Взаимодействие исследователей, результаты научных работ которых являются документально зафиксированными, классифицируются как формаль-

ная коммуникация. Соответственно, неформальная коммуникация содержит в себе формы общения исследователей, которые могут не предполагать в последующем научную публикацию.

Представленные результаты научных исследований в формальной коммуникации могут быть первичными и вторичными. К первичным видам научных публикаций относятся тезисы, доклады, статьи, монографии, диссертации, переводы научной литературы. Рефераты научных статей и монографий, рецензии, списки аннотаций, тематические библиографии, обзоры научной литературы относятся к вторичным.

Основные формы неформальной коммуникации – это беседы исследователей, допубликационные сообщения, научно-исследовательские отчеты.

Научная публикация, являясь базовым элементом структуры научной коммуникации, представляет собой результат деятельности исследователя, который необходимо донести до научного сообщества.

Для этого важно знать виды научных изданий и уметь ориентироваться в пространстве формальной коммуникации. Согласно ГОСТ 7.60–2003 «СИБИД. Издания. Основные виды. Термины и определения» принято выделять следующие виды научных публикаций.

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

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

Материалы конференции (съезда, симпозиума) – непериодический сборник, содержащий итоги конференции (доклады, рекомендации, решения).

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

Тезисы докладов или сообщений научной конференции (съезда, симпозиума) – научный непериодический сборник, содержащий опубликованные до начала конференции материалы предварительного характера (аннотации, рефераты докладов и (или) сообщений). Часто тезисы докладов, имеющие объем 1–2 страницы текста формата А4, вообще не учитываются как публикации. Наибольший интерес для членов научного сообщества представляют статьи в научных рецензируемых журналах и труды (или материалы) конференций.

Научная статья – это законченное и логически цельное произведение, освещающее какую-либо тему, входящую в круг проблем, связанных с научными интересами автора(ов).

Научный журнал – периодическое специализированное издание, содержащий статьи и материалы, в которых представлены результаты теоретических и эмпирических исследований, а также исследований прикладного характера, предназначенные научным работникам.

## 7.2. Структура статьи и индексы цитирования

Более подробно имеет смысл остановиться на научной статье, так как данный вид научной публикации является самым распространенным.

Научная статья имеет ряд характеристик: авторство, название, структурированность, новизна, определенная терминология, доказательная база, результаты исследования, авторские разработки, выводы и др. В структуру научной статьи, как правило, входят следующие элементы: название, аннотация, ключевые слова, введение, основная часть, заключение, список использованных автором источников.

*Название* статьи, как правило, формулируют уже после ее написания, так как оно должно точно отражать ее содержание.

*Аннотация* представляет содержание всей работы, она должна включать в себя: актуальность, постановку проблемы и пути её решения, а также результаты и выводы. На каждый из разделов отводиться, как правило, не более одного предложения. В связи с этим четкость, точность и лаконичность формулировок становятся ключевыми при написании аннотации.

Рекомендуется использовать общепринятые в данной области знания термины; устойчивые обороты, такие как: «В работе (статье) рассматриваются (исследуются, представляются, анализируются, предлагаются, обосновываются ...». При этом следует избегать излишней детализации (промежуточных выводов, конкретных цифр и т. д.).

Во *Введении* статьи обосновывается актуальность рассматриваемой проблемы, формулируется новизна, цель и задачи представляемого в статье исследования. Актуальность – это степень важности и необходимости в данный момент и в данной ситуации решения данной проблемы (задачи или вопроса). Это способность результатов быть применимыми для решения значимых научных и научно-практических задач. Новизна – это отличие результатов данной работы от результатов работ других авторов в данной области.

*Основная часть* включает в себя анализ имеющихся подходов и результатов по тематике исследования; формулировку гипотезы исследования, само исследование, его результаты, практические рекомендации и конкретизацию полученных результатов исследования с их объяснением и обоснованием. При написании основной части необходимо ориентироваться на поставленную в статье цель, сверять каждое положение и аргумент с главной идеей статьи. Текст основной части можно подразделить на параграфы с целью более рельефного определения логической структуры статьи.

*Заключение* должно содержать краткую формулировку полученных автором в ходе исследования результатов с акцентом на их практическую значимость, а также определяются основные направления дальнейшего исследования.

Допускается вместо *Заключения* формулировка в виде тезисов выводов, если статья пишется на основе экспериментальных данных, полученных в процессе многолетних исследований.

В ряде случаев (зависит от требований редакции печатного издания) слова «Введение», «Основная часть», «Заключение» и др. могут не указываться.

*Список источников (литературы)* является неотъемлемой частью любой научной работы. Он должен содержать все источники, как традиционные, так и новые (интернет-порталы, CD и другие носители), которые использовал автор для написания статьи. Он помещается после заключительной части текста и имеет связь с конкретными фрагментами текста при помощи такого элемента научных публикаций как ссылка.

Список источников позволяет определить базу представляемого в статье исследования, что дает возможность составить представление о научной позиции автора.

Библиографическое описание источников должно осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Согласно ГОСТ отсылки на источники в статье могут оформляться тремя способами: 1) в круглых скобках внутри текста; 2) в квадратных скобках, где указывается номер источника из списка и страница(ы) из источника и 3) в виде сносок внизу страницы.

Последовательность формирования списка может быть различной (зависит от требований редакции): 1) в алфавитном порядке; 2) по мере появления сносок на источники в тексте; 3) по значимости документов (нормативные

акты, документальные источники, монографии, статьи и др.); 4) по хронологии издания документов и т.д.

Важно обратить внимание на то, что в научной статье, в отличие от монографии, список источников должен ограничиваться как временными рамками (публикации за последние 5-8 лет, и лишь в случае необходимости допускаются ссылки на более ранние работы), так и их количеством (в оригинальных статьях, как правило, цитируют не более 15-20 источников, в научных обзорах от 50 до 80).

*Ключевые слова* необходимо указывать для классификаций статей по тематическим рубрикам и для повышения эффективности работы поисковых систем. В интересах автора стоит указать наибольшее количество ключевых слов для увеличения шансов нахождения статьи через соответствующие поисковые системы.

Одной из проблем публикации научных исследований является проблема плагиата. Плагиат – это умышленно совершаемое физическим лицом незаконное использование или распоряжение охраняемыми результатами чужого творческого труда, которое сопровождается доведением до других лиц ложных сведений о себе как о действительном авторе. Формы плагиата разнообразны: копирование, парафраза, компиляция, самоплагиат. Копирование – дословное воспроизведение и обнародование под своим именем опубликованного ранее текста другого автора. Парафраза – перефразированное воспроизведение материалов без надлежащего оформления ссылки. Компиляция – произведение, созданное на основе компоновки текстов, опубликованных ранее другими авторами, без творческой обработки или указания авторства. Самоплагиат – воспроизведение собственных ранее опубликованных текстов без ссылки на источник информации.

Современный этап состояния научных исследований в России характеризуется необходимостью повышения степени включенности в мировую науку. Для оперативного обеспечения научных исследований актуальной справочно-библиографической информацией создана национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Она аккумулирует более 2 миллионов публикаций российских авторов, содержит информацию о цитировании этих публикаций из более чем 3000 российских журналов и призвана быть мощным инструментом, позволяющим осуществлять оценку результативности и эффективности дея-



тельности научно-исследовательских организаций, ученых, уровня научных журналов и т.д.

На сегодняшний день существует большое количество международных систем цитирования (библиографических баз): Web of Science (WOS), Scopus, и др. Журналы, входящие в системы WOS и Scopus официально признаются Высшей аттестационной комиссией (ВАК).

WOS – международная база данных научного цитирования, которая предоставляет возможность поиска среди более чем 12000 журналов и 148000 материалов конференций в области различных наук и искусств, позволяющих получить наиболее релевантные данные по интересующим исследователя проблемам. Помимо поиска, WOS устанавливает ссылочные связи между определенными исследованиями с использованием цитированных материалов и тематических связей между статьями, установленными авторитетными исследователями, работающими в данной области. Является самой обширной реферативно-библиографической базой данных.

Scopus – крупнейшая в мире единая мультидисциплинарная реферативная база данных (с 1995 г.), созданная издательской корпорацией Elsevier. Эта база не включает в себя издания, посвященные различным искусствам, содержит одну пятую долю журналов по социальным наукам, и гораздо шире отражает естественные и технические науки.

Индекс цитирования, принятый в научном мире, является показателем значимости трудов ученого и представляет собой число ссылок на его публикации в реферируемых научных периодических изданиях.

Таким образом, как традиционные, так и новые обстоятельства осуществления научной деятельности требуют от современного исследователя освоения культуры подготовки научных публикаций. Наличие качественных научных публикаций в багаже ученого – основной показатель его вклада в науку, а также фундамент дальнейшей научной карьеры. К тому же наличие солидного списка публикаций позволяет исследователю повысить свой имидж, равно как и имидж своей научной организации, что влечет за собой признание научных достижений и делает современную отечественную науку конкурентоспособной на мировой арене.

## Список рекомендуемой литературы

*Ахлибининский Б. В., Иванов А. Ф.* Концепции современного естествознания: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004.

*Горохов В. Г.* Основы философии техники и технических наук. М.: Гардарики, 2007.

История инженерной деятельности и философия инженерной реальности / под ред. Котенко. СПб.: Изд-во «Технолит», 2010.

История и философия науки: учеб. пособие для аспирантов / под ред. проф. А. С. Мамзина. СПб.: «Питер», 2008.

*Шкляр М. Ф.* Основы научных исследований: учеб. пособие. – 3-е изд. М.: Дашков и К, 2009.

Научные теории и конвергентные технологии / под ред. В. П. Котенко. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011.

*Баженова Е. А., Котюрова М. П.* Культура научной речи: текст и его редактирование: учеб. пособие. М.: Флинта: Наука, 2008.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Современная наука и ее структура .....</b>	<b>5</b>
1.1. Понятие, структура и функции современной науки .....	5
1.2. Основания научных исследований. Научная рациональность и ее типы .....	8
1.3. Основные виды научных исследований и критерии их анализа .....	13
1.4. Уровни рефлексии научных исследований .....	14
<b>Глава 2. Традиции, новации и инновации в научно-исследовательской деятельности .....</b>	<b>16</b>
2.1. Научные картины мира и их смена .....	16
2.2. Типы и виды научных революций .....	20
2.3. Понятия инновации, инноватики, инновационной технологии, инновационной стратегии, инновационной деятельности .....	22
<b>Глава 3. Методология научных исследований .....</b>	<b>24</b>
3.1. Понятие и структура методологии науки .....	24
3.2. Методы эмпирического исследования .....	26
3.3. Формы эмпирического знания .....	27
3.4. Философские и общенаучные методы и подходы, применяемые в научно-теоретических исследованиях .....	28
3.5. Методы научно-теоретического исследования .....	30
<b>Глава 4. Методология научно-технических исследований .....</b>	<b>32</b>
4.1. Понятие и структура научно-технического исследования .....	32
4.2. Эмпирические, теоретические и междисциплинарные научно-технические исследования .....	36
4.3. Основные этапы научно-технического исследования в инженерной деятельности ...	42
4.4. Методология формирования инновационных исследований и виды инновационной научной деятельности .....	47
<b>Глава 5. Логика научных исследований .....</b>	<b>48</b>
5.1. Научная проблема и проблемная ситуация .....	48
5.2. Соотношение научных принципов и законов .....	49
5.3. Научный факт: понятие, виды и функции в научном исследовании .....	53
5.4. Научная гипотеза: сущность, структура, логические характеристики .....	55

5.5. Понятие научной теории и ее роль в научном познании. Структура, виды и функции научных теорий .....	59
5.6. Логическая структура объяснения и условия его адекватности. Разнообразие видов научных объяснений .....	64
5.7. Соотношение научности и истинности знания .....	67
<b>Глава 6. Аргументация и обоснование в научных исследованиях .....</b>	<b>68</b>
6.1. Аргументация как логическая процедура .....	68
6.2. Структура и виды аргументации. Роль аргументации в научном обосновании .....	69
6.3. Сущность доказательства и его виды .....	71
6.4. Опровержение и подтверждение .....	72
6.5. Правила обоснования и возможные ошибки .....	73
<b>Глава 7. Культура подготовки научных публикаций.....</b>	<b>76</b>
7.1. Понятие научной публикации.....	76
7.2. Структура статьи и индексы цитирования.....	78
<b>Список рекомендуемой литература .....</b>	<b>82</b>

Гречанова Валентина Алексеевна  
 Елькина Елена Евграфовна  
 Иванов Андрей Федорович  
 Калинина Валентина Васильевна  
 Луговая Ольга Анатольевна

**Философия науки.**

**Основы научных исследований**

Учебное пособие

Под ред. д-ра. филос. наук, проф. А. Ф. Иванова

Редактор И. Б. Сенишева

---

Подписано в печать	00.00.2017.	Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная.	Печать офсетная.	Гарнитура «Times New Roman». Печ. л. 5,25.
	Тираж xxx экз.	Заказ

---

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
 197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5