



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. Э. БАУМАНА
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИРОДЫ, ОБЩЕСТВА И ЧЕЛОВЕКА «ДУБНА»



Н. Г. Багдасарьян, В. Г. Горохов, А. П. Назаретян

ИСТОРИЯ, ФИЛОСОФИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

**УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ
ДЛЯ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ**

Под общей редакцией профессора **Н. Г. Багдасарьян**

Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений всех направлений и специальностей

Рекомендовано Научно-методическим советом Министерства образования и науки России по философии в качестве учебника для студентов и аспирантов всех специальностей по дисциплине «История и философия науки»

**Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru**



Москва ■ Юрайт ■ 2016

Авторы:

Багдасарьян Надежда Гегамовна — доктор философских наук, профессор МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГУ им. М. В. Ломоносова, заведующая кафедрой социологии и гуманитарных наук Университета «Дубна» (предисловие; гл. 1 (в гл. 1 использованы материалы кандидата философских наук, профессора *В. И. Локтионова*); кейсы, творческие задания для написания эссе, заключение; методическая обработка текстов; список литературы);

Горохов Виталий Георгиевич — доктор философских наук, главный научный сотрудник Института философии РАН, профессор МГУ им. М. В. Ломоносова, Университета «Дубна» (гл. 2, 3, 4);

Назаретян Акоп Погосович — доктор философских наук, профессор Университета «Дубна» (гл. 5).

Рецензенты:

Лисеев И. К. — доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник Института философии РАН;

Ивлев Ю. В. — доктор философских наук, профессор кафедры логики философского факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

История, философия и методология науки и техники : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. Г. Багдасарьян, В. Г. Горохов, А. П. Назаретян ; под общ. ред. Н. Г. Багдасарьян. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 383 с. — Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-6060-0

В учебнике изложены основные проблемы истории, философии и методологии науки и техники. Логика издания выстроена таким образом, что читатель получает целостное представление о проблемном поле методологии науки, основных моделях научного познания, концепциях философии техники, о современном состоянии науки и эволюции типов миропонимания. Учебник оснащен методическим комплексом и отвечает актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Для студентов вузов, в том числе бакалавров, магистров, аспирантов, а также всех, кого интересует современный взгляд на методологию и философию науки и техники.

Рекомендовано к изданию Ученым советом Института философии Российской академии наук и Ученым советом факультета социальных и гуманитарных наук МГТУ им. Н. Э. Баумана

УДК 1
ББК 72.3я73

ISBN 978-5-9916-6060-0

© Багдасарьян Н. Г., Горохов В. Г.,
Назаретян А. П., 2013
© ООО «Издательство Юрайт», 2016

Оглавление

Предисловие	8
Глава 1. Проблемное поле логики и методологии науки	17
1.1. Возникновение и динамика науки	18
1.1.1. Значение арабской системы знаний в истории науки.....	21
1.1.2. Классическая и современная научная картина мира: их соотношение и рамки	24
1.1.3. Методы современной науки: тенденция к экспансии	34
1.2. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их относительность	35
1.3. Язык науки: методологические проблемы его изучения.....	37
1.3.1. Язык науки и естественный язык.....	39
1.4. Понятие научной проблемы и проблемной ситуации в науке. Гипотеза	44
1.4.1. Научная гипотеза. Виды гипотез	46
1.4.2. Построение, проверка и подтверждение гипотез	50
1.5. Формальные требования к научной теории.....	52
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>55</i>
Глава 2. Основные концепции философии науки	57
2.1. Статическая модель структуры науки	62
2.1.1. Предшественники неопозитивистской программы философии науки	62
2.1.2. Неопозитивистские идеи исследования науки	68

2.1.3. Неопозитивистская интерпретация коперниканской революции (по Х. Рейхенбаху)	77
2.1.4. Постпозитивистская критика неопозитивизма	85
2.2. Модели функционирования науки	91
2.2.1. Модель внешнего функционирования науки как процесса смены фальсифицируемых теорий в рамках логики научного открытия К. Поппера	91
2.2.2. Интерпретация коперниканской революции в попперианской методологии науки	93
2.2.3. Модель внутритеоретического функционирования науки, направленного на совершенствование логического механизма теорий, в концепции научно-исследовательских программ И. Лакатоса	100
2.2.4. Интерпретация коперниканской революции в методологии научно-исследовательских программ И. Лакатоса	103
2.3. Модели генезиса (формирования) науки	108
2.3.1. Внешний генезис науки в методологической концепции П. Фейерабенда	108
2.3.2. Интерпретация коперниканской революции П. Фейерабендом	113
2.3.3. Исследование внутреннего генезиса науки в работах А. Койре	121
2.3.4. Коперниканская революция по А. Койре	126
2.4. Модели развития науки	133
2.4.1. Модель внешнего развития в концепции научных революций Т. Куна	133
2.4.2. Коперниканская революция в модели научных революций Т. Куна	138

2.4.3. Эволюционная модель внутреннего развития науки в концепции С. Тулмина	149
2.4.4. Эволюционное представление коперниканской революции у С. Тулмина.....	154
2.5. Попытка объединения статической и динамической моделей науки в структуралистской концепции науки....	165
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>181</i>
Глава 3. Философия техники и методологический анализ технических наук	183
3.1. Предмет философии техники	184
3.1.1. Становление и особенности технических наук	201
3.1.2. Сущность техники	205
3.1.3. Информатика как пример современной научно-технической дисциплины.....	208
3.1.4. Этика техники	212
3.2. Специфика технических наук.....	215
3.2.1. Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках: понятие технической теории.....	215
3.2.2. Отличия неклассических научно-технических дисциплин от классических технических наук.....	220
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>233</i>
Глава 4. Особенности современного этапа развития науки: формирование новой парадигмы научно-технического развития.....	235
4.1. Концепция устойчивого развития в контексте формирования новой научно-технической парадигмы.....	236
4.2. Дисциплинарная организация и междисциплинарные исследования. Предметно- и проблемно- ориентированные научные дисциплины.....	247

4.2.1. Проблемно-ориентированные научные исследования и дисциплины	251
4.2.2. Проблема внедрения результатов научных исследований в социальную практику.....	254
4.3. Дисциплинарность, междисциплинарность и трансдисциплинарность: роль и влияние общественного мнения на развитие и финансирование науки и техники.....	256
4.3.1. Междисциплинарный характер оценки научно-технического развития....	257
4.3.2. Трансдисциплинарность оценки научно-технического развития.....	262
4.4. Научные исследования как генератор новых наукоемких технологий: проектно- и проблемно-ориентированные исследования как основа принятия решений.....	264
4.4.1. Фундаментальные и прикладные исследования.....	267
4.5. От постиндустриального к информационному обществу.....	271
4.5.1. Информационное общество и общество знаний.....	276
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>284</i>
Глава 5. Типы миропонимания: от первобытного синкретизма к стратегии эволюционизма	287
5.1. Синкретизм первобытного мышления.....	288
5.2. Античность и Средневековье.....	292
5.3. Дисциплинарная наука: расщепление единой картины мира в Новое время.....	299
5.4. Пути восстановления единой науки: от физики к психологии.....	303
5.5. Физикалистская модель познания и антифизикалистский протест.....	310
5.6. Пути восстановления единой науки: от психологии к физике	319

5.7. Синтез редукционистской и элевационистской стратегий. Начало эволюционного миропонимания	332
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i>	<i>346</i>
Кейсы, творческие задания для написания эссе	349
Заключение.....	368
Литература	377

Предисловие

Если наука о сущности и наука о началах доказательства разные, то спрашивается: какая из них главнее и первее по своей природе? Ведь аксиомы обладают наивысшей степенью точности и суть начала всего. И если не дело философов исследовать, что относительно них правда и что ложь, то чье же это дело?

Аристотель

Наука, лишенная адекватной себе философии, теряет свои корни в культуре, а философия, оторванная от науки, превращается в субъективистский иррационализм.

А. Н. Уайтхед

Один из парадоксов, характеризующих современную отечественную ситуацию, заключен в некотором несоответствии наличного состояния российской науки и числа публикуемых о ней книг — как в рамках монографического жанра, так и учебников. Не исключено, что в этом проявляется и определенная закономерность: ограниченные возможности занятия реальной наукой инициируют рефлексия о ней. Нельзя не признать и того, что импульсом к увеличению массива публикаций послужило введение кандидатского минимума по истории и философии науки для всех направлений аспирантской подготовки и обязательного курса магистерского уровня обучения по философии и методологии науки.

Между тем столь очевидное разнообразие работ на эту тему не снимает вопроса о целостной философской картине научного познания и специфическом, сфокусированном осмыслении разного рода проблем, порожденных самой наукой. Тем более (согласятся ли со мной коллеги по цеху?) что после знакомства с очередной, даже вполне доброкачественной книгой или статьей по проблематике науки, все же остается ощущение некоторой недосказанности, словно какие-то очень существен-

ные моменты, определяющие специфику феномена науки, ускользают от нашего понимания. Не случайно и сама проблема понимания занимает в научном познании столь значимое место.

Что послужило импульсом для подготовки данной книги? Опыт чтения авторами курса для аспирантов и магистрантов в ряде университетов Москвы, в Институте философии РАН, в ОИЯИ, Университете природы, общества и человека «Дубна» показывает, что среди аспирантов, ежегодно набираемых кафедрами, лишь очень небольшой процент действительно понимает, что такое наука, каких качеств личности она требует, к какому типу деятельности относится, какое реальное место занимает в современной жизни. Не только магистратура, но и аспирантура зачастую рассматривается как простое, рядоположенное продолжение вузовского обучения, способ избежать армии, реже — как поддержка семейной традиции. Лишь небольшая часть видит себя в роли носителя и создателя научного знания как знания особого типа.

Узкодисциплинарная структура современной науки также не способствует самоактуализации молодых ученых. Выбранная ими вместе с научным руководителем тема, как правило, затрагивает очень конкретную проблему, чрезвычайно редко помещаемую в социокультурный контекст. Между тем только такой контекст придает *смыслы* научной деятельности (как, впрочем, и любой другой), а иначе — диссертационная задача решается в русле прагматики, что само по себе, может быть, и неплохо, но явно недостаточно в современной ситуации.

Разумеется, мы понимаем, что человеческий облик науки неоднороден. Среди тех, кого мы можем отнести к этой сфере, например, такие маргиналы, как Григорий Перельман, доказавший в 2002 г. гипотезу Пуанкаре для случая трехмерного пространства. Доказательство не было опубликовано, как это принято в науке, от ряда присужденных наград ученый отказался ввиду «непрофессионализма» принимавших решения (хотя бы и в его пользу!), а участию в конгрессах он предпочитает сбор грибов в лесах под Санкт-Петербургом. Это, конечно, редкий случай, но есть и иные примеры радикального одиночества ученого, стремящегося к «чистой» науке.

Другую крайность представляют те, кто, занимая административные позиции в науке, делают властные полномо-

чия основным смыслом деятельности, приносящей немалые дивиденды.

Все более распространенной становится и категория бизнесменов от науки, удачливо встроившихся в систему грантов и коммерческих исследований. Договорные отношения с государственными организациями — министерствами и агентствами — позволяют им осваивать и бюджетные средства. Ученые-администраторы и ученые-бизнесмены часто стремятся к публичной репрезентации в СМИ. Они присутствуют в Интернете, на телевидении, мелькают на мероприятиях политического характера, дают интервью, дарят свои имена громким проектам. Главное для них — постоянно находиться в фокусе общественного внимания.

Есть, конечно, и другие типы в структуре человеческого потенциала в научной сфере, что само по себе может служить предметом социологического или социально-психологического исследования. Здесь лишь подчеркнем, что в процессе работы с начинающими исследователями важно задать ценностные координаты, которые могли бы актуализировать в сознании молодых людей идею собственного предназначения. Не желая нашим аспирантам трудной судьбы маргиналов, все же хотелось бы нацелить их на поиск истины и приращение знания, выработку нетривиальной идеи, установление содержательных, продуктивных взаимодействий с коллегами, что весьма существенно для научного признания. Кроме того, обучение в магистратуре и аспирантуре должно обеспечить навыки критического мышления. Курс истории, философии и методологии науки дает для этого неоценимые возможности: знакомство с классическими текстами, позволяющее проследить за движением гениальной авторской мысли, оттачивает ум, задает образцы рефлексивной логики.

Безусловно, мы понимаем, что описанная нами «идеальная» стратегия научной деятельности, требует иных, чем те, которые существуют ныне, механизмов ее обеспечения. Они касаются и формального закрепления базовых прав ученого, и защиты прав на интеллектуальный продукт, и трансформации жесткой организации структуры научной сферы. Но ведь понятно, что именно те молодые люди, которые сегодня вступают на поле научной деятельности, через некоторое время будут управлять ею. В данной книге читатель обнаружит соответствующие акценты.

Специальная глава учебника посвящена *логике и методологии науки*. Практика работы с магистрантами и аспиран-

тами — как по курсам философии и методологии науки, истории и философии науки, так и по руководству диссертационной работой — показывает, что низкий уровень методологических и методических знаний молодых ученых является серьезным препятствием при подготовке диссертаций. В определенной мере это может найти оправдание в том, что предшествующий этап обучения не предусматривает подобного знания в учебных программах. Поэтому часто, включившись в диссертационное исследование, молодые люди не могут ответить на вопрос, какими методами они пользуются, а само содержание обязательного для диссертационной работы раздела «Методология и методы исследования» кочует из одного текста в другой. Между тем технология научного исследования, свободное владение ею в значительной мере предопределяют успешность и значимость научной работы.

Другой акцент в учебнике сделан на рассмотрение *науки и техники как феноменов культуры*. Дело в том, что традиционное понимание науки как особой формы общественного сознания (наряду с религией, философией, искусством, правом и т.п.), существенной характеристикой которой выступает систематическое и целенаправленное получение новых знаний об окружающем мире, сегодня, в начале третьего тысячелетия, вряд ли может быть признано удовлетворительным. Почему мы делаем такое утверждение? Приведем ряд аргументов, поясняющих нашу точку зрения.

Во-первых, наука давно перестала быть достоянием ученых-одиночек, сидящих в лабораториях или за письменным столом и наблюдающих какую-нибудь интересующую только их проблему. Современная наука тысячами нитей связана с общественным производством и экономикой, с политикой и международными отношениями, она представляет собой сложнейший социальный механизм, включающий широкую сеть образовательных и научно-исследовательских учреждений — институтов и лабораторий, университетов, центров, фондов и т.п., в которых трудятся сотни тысяч людей в разных странах. Иными словами, наука превратилась в особую *отрасль общественного разделения труда*. Следовательно, и изучаться она должна не только как особого рода деятельность, но и как структурный элемент общества.

Во-вторых, мы разводим понятия «наука в контексте культуры» и «наука как феномен культуры», подчеркивая социально-культурную природу науки. И хотя представление о науке как о культурном образовании глубоко коренится

в неокантианской концепции, развитой в учении «позднего» Э. Кассирера, волна интереса к феномену культуры, спровоцированная и в мировом научном сообществе, и в России потребностями в осмыслении принципиально отличающихся от предшествующего культурного опыта явлений, чрезвычайно актуализирует эту проблему.

Еще раз подчеркнем: *логико-эмпирическая концепция становления и роста научного знания сегодня обнаруживает свою ограниченность*. Возникает потребность в качественно новом подходе к науке, в изменении точки ее обозрения, смене акцентов. *Социокультурный контекст* означает, что рассмотрение науки требует дополнения в виде указаний на исторические и социально-культурные факторы, *извне* влияющие на развитие науки. Если же мы говорим о науке как о феномене культуры, то *внутренние* гносеологические и логико-методологические характеристики науки приобретают особенности, обусловленные исторической *социально-культурной природой науки*. В связи с этим вряд ли кто станет оспаривать тезис о том, что современная ситуация в национальной науке России, вызывающая не просто озабоченность, но встревоженность национальных элит, настоятельно требует понимания и наличного состояния науки и техники в политико-экономической и правовой культуре, и перспектив встраивания экономики в инновационную гонку.

Проблема, как мы понимаем, состоит не только в недофинансировании науки и образования на протяжении длительного периода, что, возможно, привело к необратимым последствиям. Речь идет и о том, в какой мере национально-исторический культурный потенциал способен обеспечить встраивание национальных культур в современное цивилизационное пространство, где наука и техника занимают определяющее место. Как избежать негативных последствий сциентистской эйфории, ставших очевидными в ситуации разбалансировки традиционно-репродуцирующего и творчески-инновативного компонентов в динамике культуры? Какие механизмы, кроме финансово-хозяйственных, следует привести в движение, чтобы наука стала органичной составляющей конкретной культуры при сохранении ее самобытности, а талантливые ученые не искали бы возможности для своей самореализации в других культурах?

Разумеется, учебник не может ответить на все существенные для судьбы Отечества и мировой науки вопросы, но обсуж-

дение обозначенных проблем призвано способствовать саморефлексии молодых ученых, задать им методологические ориентиры, помочь в осознании ценностной составляющей исследовательской деятельности.

В чем смысл курса, ядром которого выступает философия науки? Современное научное знание, дисциплинарно разобщищенное, не может дать ответа на вопрос о том, что ждет человечество. И хотя каждая из наук содержит обширный корпус идей, в том числе о будущем природы и человека, эти идеи, взятые в отдельности, не создают целостной картины. Понимание общей природы вещей требует, чтобы системы идей взаимно проясняли и дополняли друг друга. Задача философии науки и заключается в том, чтобы способствовать росту такого понимания.

Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) ориентирует вузы на компетентностный подход, при этом под *компетенцией* понимается способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области¹. Философия, история и методология науки и техники ориентированы на формирование углубленного представления магистрантов и аспирантов о функционировании данных феноменов, логике их трансформации, о специализированных методах получения научного знания. Результатом освоения содержания дисциплины должны стать следующие **компетенции**:

1. *Общекультурные*:

- способность накапливать и актуализировать потенциал личностного, интеллектуального и культурного роста;
- способность к сотрудничеству, разрешению конфликтов, к толерантности; к социальной адаптации;
- способность использовать в профессиональной и познавательной деятельности базовые и профессионально профилированные знания основ философии и социально-гуманитарных наук;
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;

¹ См.: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования // Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.edu.ru/db/portal/spe/3v/220207m.htm> (дата обращения: 26.10.2012).

— способность собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам.

2. Общефессиональные:

— способность применять в профессиональной деятельности базовые и профессионально-профилированные знания и навыки;

— способность самостоятельно формулировать цели, ставить конкретные задачи научных исследований в своей профессиональной области и решать их с помощью современных исследовательских методов;

— способность осваивать новые теории, модели, методы исследования, навыки разработки новых методических подходов с учетом целей и задач исследования;

— способность и готовность использовать знание методов и теорий социальных и гуманитарных наук при осуществлении экспертной и аналитической деятельности;

— способность использовать базовые теоретические знания, практические навыки и умения для участия в научных и научно-прикладных исследованиях, аналитической деятельности.

Практическая цель преподавания дисциплины направлена на выработку умений методологического характера, необходимых для научного познания и подготовки исследовательской работы.

Задачи освоения дисциплины заключаются в следующем:

- 1) определение границ науки и ее структуры;
- 2) формирование представлений о логике становления и трансформации науки и техники;
- 3) освоение основных категорий научного познания;
- 4) достижение понимания теоретико-методологических проблем научного познания и философии техники;
- 5) расширение представлений об основных научных парадигмах и исследовательских программах;
- 6) обретение навыков отбора, критического анализа и применения основных научных и специальных методов исследования объекта;
- 7) понимание основных этических проблем научного познания и инженерно-технической деятельности;
- 8) осмысление современного состояния науки и техники, их роли в цивилизационных и культурных изменениях.

В целом в результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

знать

- общенаучные методы и особенности процесса научного познания;
- главные направления современных теоретико-методологических исследований;
- основные универсальные понятия, используемые в методологии науки;
- авторов крупных исследований по истории, философии и методологии науки и философии техники;

уметь

- пользоваться общенаучными методами исследования (анализ, синтез, структурно-функциональные методы, метод моделирования и пр.);
- оперировать терминологией, категориальным аппаратом, применяемым в истории и философии науки;
- характеризовать методологический контекст обсуждения актуальных тем современной науки и техники;
- формулировать этические проблемы — как собственной области научного знания, так и науки в целом;
- отбирать, понимать и структурировать современную научную литературу, определяться в ее теоретико-методологических направлениях;

владеть

- навыками самостоятельного осмысления изученного материала и собственной оценки научных работ;
- навыками профессионального построения научного языка, аргументированного и логичного изложения собственных оценок концепций;
- основными подходами к социально-гуманитарной оценке техники.

Структура учебника такова: первая глава задает общие представления о проблемном поле логики и методологии науки, вторая содержит основные концепции, модели философии и методологии науки. Третья глава фокусируется на философии техники, четвертая анализирует современное состояние науки. В пятой главе рассматривается системное представление об изменении типов миропонимания на протяжении всей истории человечества. Далее даны кейсы и задания для творческих эссе.

ГЛАВА 1

Проблемное поле логики и методологии науки

В результате изучения данной главы обучающиеся должны:

знать

- основные этапы становления научного знания;
- роль арабской системы знаний в истории науки;
- специфику классической и современной научной картины мира, их соотношение и хронологические рамки;
- различия в эмпирическом и теоретическом уровнях научного познания;
- общенаучные методы и особенности процесса научного познания;
- основные универсальные понятия, используемые в методологии науки;
- формальные требования к методологии науки;

уметь

- соотносить науку с религиозно-мифологическим пониманием мира;
- определять соотношение эмпирического и теоретического уровней познания и чувственного и рационального срезов познавательного процесса;
- характеризовать особенности языка науки, его отличия от естественного языка;
- формулировать научную проблему;

- оперировать терминологией, категориальным аппаратом, применяемым в истории и философии науки;
- характеризовать методологический контекст обсуждения актуальных тем современной науки;

владеть

- навыками профессионального построения научного языка, аргументированного и логичного изложения собственных оценок концепций;
- общенаучными методами исследования (анализ, синтез, структурно-функциональные методы, метод моделирования и пр.).

Ключевые понятия: логика науки, религиозно-мифологическое понимание мира, арабская система знаний, классическая картина мира, эмпирический и теоретический уровни, язык науки, научная гипотеза.

Хотя люди приобретают знания без помощи специальных гносеологических исследований, тем не менее каждый раз, когда им приходится сталкиваться с противоположными методами познания, приближаться к границам познания или делать попытку соотнести друг с другом такие различные методы познания, как научный, этический, эстетический и религиозный, они бывают вынуждены пересматривать основные предпосылки и перспективы познания; и, по-видимому, такая переоценка будет происходить постоянно.

Чем больше познание овладевает своими объектами, тем более разносторонний и сложный характер оно приобретает, а следовательно, тем более настоятельным становится требование, чтобы время от времени познание устремлялось на самое себя с целью уяснить, откуда оно является, куда ведет.

Т. И. Хилл, американский философ
(из книги «Современные теории познания»,
1966)

1.1. Возникновение и динамика науки

Когда возникает наука? Изучение любого явления требует выяснения времени его возникновения. Когда возникла наука? При ответе на этот вопрос мы сталкиваемся с проблемой

неопределенности временных границ существования феномена, точки его отсчета. Например, рассматривая возникновение математики, мы можем в качестве точки отсчета указать на классический труд Евклида «Начала» (III в. до н.э.). Однако с не меньшим правом мы можем сослаться и на жрецов Древнего Египта (около трех тыс. лет до н.э.), разработавших первые методы измерения площадей и умевших осуществлять сложные геометрические и инженерные расчеты при строительстве пирамид. Никто не может запретить нам признать в качестве основоположников современной математики и древних шумеров (около двух тыс. лет до н.э.), которые положили начало алгебраическим методам в математике и изобрели различные системы исчисления. Аналогичные примеры можно привести и из других научных дисциплин. Как видим, временной разброс может быть довольно велик, что делает споры специалистов в области истории и методологии науки совершенно бесперспективными. Вот почему в профессиональной среде существует негласная конвенция, связавшая точку отсчета истории современной науки с именами двух выдающихся мыслителей начала эпохи Нового времени — **Галилео Галилея** (1564—1642) и **Фрэнсиса Бэкона** (1561—1626).

Как аргументирована эта конвенция? Галилей заложил основы так называемого *экспериментального метода*: «Всякое теоретическое положение, претендующее на статус научности, должно быть обосновано экспериментально» — под этими словами подпишется любой современный ученый. Сэр Фрэнсис Бэкон, известный британский политический деятель и философ, считается основоположником *методологии науки*. Он полагал, что наука не может развиваться методом случайного поиска (методом проб и ошибок), но должна ориентироваться на систематическое исследование всех возможных вариантов и способов получения знания, отдавая предпочтение наблюдению и эксперименту. Он же впервые предпринял попытку разработать универсальный метод исследования, получивший название *индуктивного*. Ф. Бэкон сравнивал методологию науки с фонарем, освещающим дорогу во тьме.

Итак, определим **три основных отличия научных форм знания от вненаучных**.

1. Наука (в отличие от религии, мифологии, философии и др.) ориентирована на объяснение мира, основанное на его естественных, внутренних свойствах и законах.

2. Объясняя свойства и законы окружающего мира, наука ищет подтверждения правильности понимания путем наблюдения, измерения, эксперимента, а не ссылается на авторитеты как на источник знания и не выдумывает их из головы.

3. Наука получает знания путем систематического и целенаправленного применения специальных методов, сконструированных или изобретенных для этой цели.

Именно здесь пролегает демаркационная линия между наукой и всеми иными формами знания.

Как соотносится наука с религиозно-мифологическим пониманием мира? С самого зарождения наука вступает в противоречие с религиозно-мифологической картиной мира. В своих отношениях с господствующим в Европе христианским мировоззрением и ортодоксальной церковью наука проходит *три условных стадии*.

1. В период зарождения в Европе, когда наука еще не имела достаточно сил и авторитета, господствующая в обществе идеология отводит ей подчиненную роль. Наука может лишь разъяснять, комментировать истины, явленные человеку в Откровении: «Наука — служанка богословия» — таков основной принцип отношения между наукой и религией.

2. На следующем этапе это соотношение трансформируется в так называемую *теорию двойственной истины*, согласно которой за научными истинами признается относительно независимая ценность в мире материальных явлений, а богословие имеет дело с истинами абсолютными, которые касаются причин существования мира и сферы человеческой души.

3. Третий этап ознаменован окончательным освобождением науки от власти церковной идеологии, что происходит уже в эпоху Великой французской революции. Своеобразным подведением итогов конфликтного противостояния науки и религии можно считать публичное признание вины церкви перед учеными и извинения, принесенные папой Иоанном Павлом II летом 1994 г.

Мнение известного ученого

А. Н. Уайтхед писал: «Моя точка зрения сводится к тому, что религия есть проявление одного из типов фундаментального опыта человечества; что религиозная мысль развивается, стремясь ко все большей точности выражения и освобождаясь от случайных для

нее представлений; что взаимодействие между религией и наукой является мощным фактором, способствующим этому развитию»¹.

1.1.1. Значение арабской системы знаний в истории науки

На Арабском Востоке и в Средней Азии *научные знания* не отделялись от философии, религии, искусства и потому в строгом смысле слова наукой не являлись. Было бы точнее называть их *преднаукой*. Однако на этом основании вовсе нельзя делать вывод о том, что их роль в становлении европейской науки была несущественной. Как раз, напротив, к началу эпохи европейского Возрождения *преднаучные знания* практически в неизменном виде стали достоянием поколения ученых новой исторической эпохи благодаря трудам арабских, среднеазиатских и закавказских исследователей.

Причиной слитности философских, религиозных и научных знаний выступала принципиальная установка восточной культуры на углубленное познание внутреннего мира человека (а не внешнего, как в европейской традиции). Вместе с тем необходимость решения практических задач давала импульс к развитию измерительных дисциплин, которые особо были востребованы в торговле, мореплавании, строительстве, военном деле.

Древнемесопотамская культура уже в третьем тысячелетии до н.э. отличалась высоким уровнем развития алгебры, арифметики и астрономии, использовавшей достаточно сформированный математический аппарат. Социально-экономические условия, бурное развитие производящего хозяйства, применявшего поливное земледелие, скотоводства, ремесла требовали развития новых форм учета, которые и стали применяться на территории древнеближневосточных и смежных с ними цивилизаций, включая Египет и Месопотамию, начиная с девятого тысячелетия до н.э. Это были маленькие объемные (трехмерные) символы — шарики, цилиндры, конусы — из глины, которые обозначали числа и важнейшие виды хозяйственно значимых предметов (скот, зерно и т.п.). Эти скульптурные символы нанизывались на шнурки или помещались в особые глиняные конверты. Они использовались примерно пять тыс.

¹ Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. М. : Прогресс, 1990. С. 252.

лет, после чего были заменены их чертежными изображениями на плоскости — первоначально на плоскости конверта, где они дублировались в двухмерной проекции, а затем и на специальных глиняных табличках. Так письменность, созданная для целей учета, вскоре была применена для записи устной словесности¹. Египетская культура выработала особый язык для изложения научных выводов, в частности математических². Мореплавание задавало необходимость развивать астрономию, технику строительства судов, а торговля способствовала распространению технических знаний.

Третьим тысячелетием до н.э. датируется и первая попытка шумерской фиксации всех возможных обозначений в длинных словарных — *энциклопедических*, как мы сегодня скажем бы, — списках специальных терминов (географических, зоологических, ботанических и др.). К шумерам восходит и наше современное деление часа на 60 мин, как и деление окружности на 360 градусов, каждого градуса на 60' и каждой минуты на 60".

Стоявшие у истоков европейской науки греческие мыслители познакомились с начатками вавилонской и финикийской науки, много путешествуя. Так, считающийся родоначальником европейской науки **Фалес из Милета** (624—546 до н.э.), «первый мудрец», первый геометр у греков, первый астроном и первый физик, учился у египетских жрецов математике и астрономии. Он открыл годовое движение солнца и первым сказал, что величина солнца составляет $1/720$ часть круга, им проходимого, а тридцатый день месяца нужно считать его последним днем. И это далеко не все, что внес Фалес в науку. Он составил «Морскую астрологию» с навигационными рекомендациями, нашел способ измерить высоту пирамид, предсказал затмение солнца, опираясь на природные зависимости, и доказал ряд теорем.

¹ Предыстория счета содержится в таком древнеегипетском памятнике, как *Тексты Пирамид*. В «Заклинании для получения перевоза» перевозчик, везущий мертвого фараона по каналу загробного мира, проверяет, умеет ли царь в нужном порядке пересчитать свои пальцы, а тот в ответ читает стихи, в должном порядке перечисляющие все десять его пальцев, каждый из которых соответствует одному из первых десяти чисел натурального ряда. См.: *Иванов Вяч. Вс.* До — во время — после? // *Франкфорт Г., Франкфорт Г. А., Уилсон Дж. А., Якобсен Т.* В преддверии философии : Духовные искания древнего человека. М. : Наука, 1984. С. 14, 15, 19.

² Сведения об этом были получены из двух основных источников — папируса Ринде, хранящегося в Британском музее, и Московского папируса, прочитанного академиком В. В. Струве. В папирусах содержатся решения практических задач, действия с дробями и вычисления площадей и объемов.

Стремясь к знанию, в Египет отправился и **Пифагор** (570—490 до н.э.), которому было в то время 20 лет. В течение 22 лет он обучался у жрецов Египта, глубоко изучив священную математику, науку чисел, или всемирных принципов, которые и стали центром его системы. Учение Пифагора было основано на опытном знании, сохраняя для народов Запада суть восточного мировидения. Вслед за своими предшественниками к египетским жрецам отправился **Платон** (427—347 до н.э.). Вернувшись в Афины, он создал школу, среди питомцев которой были не только философы, как, например, **Аристотель** (384—322 до н.э.), но и ставшие впоследствии известными математики. Названными именами не исчерпывается перечень крупных мыслителей Древней Греции, учившихся на Востоке. Более того, после упадка Античной Греции и возникновения ислама на Арабском Востоке исламская цивилизация дала человечеству алгебру и тригонометрию, прославленную арабскую медицину, великие образцы строительного искусства. Само название *алгебры* восходит к трактату **Аль-Хорезми** (783—850) «Китаб аль-джебр ал мукабала» («Книга о восстановлении и противопоставлении»). Благодаря этому ученому мы пользуемся десятичной системой счисления, называемой *арабской*.

Обратим внимание на то, что не только математика и инженерное дело обязаны древнеарабским знаниям, но и гуманитарные науки. Так, древневосточные представления о роли и значимости имени, магии слова, отраженные в мифопоэтическом наследии, имеют мощную традицию в европейской философии и науке о языке.

Наконец, не следует думать, что древневосточные знания, относимые к преднауке, либо полностью вошли в более позднюю систему науки, либо носят весьма наивный, примитивный характер и способны восприниматься сегодня лишь как историческая архаика. Многие артефакты древности до сих пор не получили убедительной научной интерпретации. В частности, продолжаются споры вокруг громадных мегалитических сооружений, которые в современной науке трактуются как астрономические. В любом случае они являются свидетельством стремления древнего человека к жизни в гармонии с Вселенной, в ощущении себя ее частью. Между тем развитие науки, сопровождающееся дифференциацией научных отраслей, привело к утрате целостной картины окружающего человека мира, ее фрагментации, к рассогласованности

человеческой активности, что имеет негативные последствия для человечества и осмысливается сегодня как требующее преодоления.

1.1.2. Классическая и современная научная картина мира: их соотношение и рамки

Становление классической научной картины мира связано с именами четырех великих ученых Нового времени: **Николая Коперника** (1473—1543), **Иоганна Кеплера** (1571—1630), **Галилео Галилея** и **Исаака Ньютона** (1642—1727). Копернику мы обязаны созданием гелиоцентрической системы, перевернувшей наше представление об устройстве Вселенной. Кеплер открыл основные законы движения небесных тел. Галилей не только явился основоположником экспериментальной физики, но и внес огромный вклад в создание теоретической физики (принцип инерции, принцип относительности движения и сложения скоростей и др.), особенно в ее современной форме — математической физики. В свою очередь, это позволило Исааку Ньютону придать физике законченную форму системы классической механики и построить первую известную в науке целостную (ньютоновскую) картину мира. Другим важнейшим вкладом Ньютона в науку стало создание основ математического анализа, представляющего собой фундамент современной математики.

Определим **основные черты классической научной картины мира**.

1. Положение об абсолютном характере и независимости друг от друга пространства и времени. *Пространство* можно представить как бесконечную протяженность, где отсутствуют привилегированные направления (изотропность пространства) и свойства которой одинаковы и неизменны в любой точке Вселенной. *Время* также едино для всего Космоса и не зависит от местоположения, скорости или массы движущихся в пространстве материальных тел. Например, если мы синхронизируем несколько часовых механизмов и поместим их в различных точках Вселенной, то скорость хода часов не нарушится, а синхронность их показаний сохранится через любой промежуток времени. С этой точки зрения Вселенную можно представить как абсолютно пустое пространство,

наполненное движущимися телами (звездами, планетами, кометами и т.д.), траекторию движения которых можно описать с помощью известных уравнений *классической*, или *ньютоновской*, механики.

2. Представление о жесткой взаимно-однозначной связи *причины и следствия*: если в какой-то системе координат известны положение и вектор движения тела (т.е. его скорость и направление), то всегда можно однозначно предсказать его положение через любой конечный промежуток времени (дельта t). Поскольку все явления в мире взаимосвязаны отношениями причины и следствия, то это справедливо для любого явления. Если мы не умеем однозначно предсказать какое-либо событие, то лишь потому, что не имеем достаточной информации о его связях со всеми другими явлениями и влияющими факторами. Следовательно, случайность выступает здесь как чисто внешнее, субъективное выражение нашей неспособности учесть все многообразие связи между явлениями.

Справка

В такой крайне жесткой форме учение о причинности получило название **лапласовского детерминизма** по имени его создателя, великого французского астронома и математика **Пьера Симона Лапласа** (1749—1827), который основывался на классической механике Ньютона.

3. Из двух названных выше характеристик классической картины мира вытекает третья. Распространение законов ньютоновской механики на все многообразие явлений окружающего мира, несомненно, связанное с успехами естествознания, в первую очередь с физикой этого времени, придало мировоззрению эпохи черты своеобразного *механицизма*, упрощенного понимания явлений через призму исключительно механического движения.

Справка

Отметим два любопытных и важных для дальнейших рассуждений обстоятельства, связанных с **механицизмом классической научной картины мира**.

Первое касается представлений об **источниках движения и развития Вселенной**. Первый закон Ньютона гласит, что всякое

тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока на него не подействует внешняя сила. Следовательно, для того чтобы Вселенная могла существовать, а небесные тела находиться в движении, необходимо внешнее воздействие — *первотолчок*. Именно он приводит в движение весь сложный механизм Вселенной, которая дальше существует и развивается в силу закона инерции. Такой первотолчок может осуществить ее Создатель, что ведет к признанию Бога. Но, с другой стороны, эта логика сводит роль Творца лишь к начальной фазе возникновения Вселенной, а наличное бытие в нем как бы и не нуждается. Подобная двойственная мировоззренческая позиция, открывающая путь к откровенному атеизму и распространившаяся в Европе накануне Великой французской революции, получила название *деизма* (от лат. *deus* — бог). Однако уже через несколько лет великий Лаплас, представляя свой труд «Трактат о небесной механике» императору Наполеону, на замечание Бонапарта о том, что он не видит в сочинении упоминания о Создателе, дерзко отвечает: «Сир, я не нуждаюсь в этой гипотезе».

Второе обстоятельство связано с пониманием **роли наблюдателя**. Идеалом классической науки является требование объективности наблюдения, которое не должно зависеть от субъективных особенностей наблюдателя: в одинаковых условиях эксперимент должен давать одни и те же результаты.

Итак, классическая научная картина мира, просуществовавшая до конца XIX в., характеризуется *количественной* стадией развития науки, накоплением и систематизацией фактов. Это был линейный, или кумулятивный, накопительный, рост научного знания. Дальнейшее его развитие, создание термодинамики и теории эволюции способствовали пониманию мира не как совокупности предметов, или тел, движущихся в абсолютном пространстве-времени, а как сложной иерархии взаимосвязанных событий — систем, находящихся в процессе становления и развития.

Решающий удар по классическим представлениям был нанесен появлением в 1905 г. специальной теории относительности **Альберта Эйнштейна** (1879—1955) и возникновением в середине 1920-х гг. квантовой механики (Н. Бор, Э. Шредингер, В. Гейзенберг). В главе об основных концепциях науки мы подробнее охарактеризуем ее, а здесь лишь назовем **основные черты постклассической научной картины мира**.

1. *Релятивистский характер научной картины мира.* Выяснилось, что единого времени и пространства для всего Космоса не существует. Напротив, пространственные и временные свойства Вселенной различны в разных локализованных участках и не могут существовать независимо от движущейся материи. Основным понятием физики стало не понятие движущегося тела (материальной точки), а понятие *события* — материальной точки, характеризующейся импульсом движения (энергией и направлением), и неразрывно связанной с ним пространственно-временной координатой в фиксированной системе отсчета.

2. *Теоретико-вероятностный характер причинности.* С развитием квантовой механики пришлось признать, что классические детерминистские представления о жесткой однозначной связи причины и следствия слишком упрощены. Иллюзия о том, что наступит время, когда мы сможем учесть все многообразные факторы, влияющие на поведение микрочастиц, и следовательно, разрешить проблемы, возникающие при выявлении причинно-следственных связей, была развеяна в ходе дискуссии между Альбертом Эйнштейном, представившим эту точку зрения, и **Нильсом Бором** (1885—1962). Датский физик ранее, чем кто-либо другой, понял неизбежность отказа от классических представлений.

Выяснилось, что *случайность* — важнейшая составляющая комплекса явлений, определяющих причинно-следственные отношения, и принципиально неустранима при их описании. Однозначная связь причины и следствия — это всего лишь частный случай более глубоких статистических закономерностей, выражаемых уравнениями теории вероятности. Более того, исследования, проведенные в рамках *синергетической концепции* бельгийским физиком **И. Р. Пригожиным** (1917—2003) и его коллегами, показали, что случайности играют важнейшую роль в возникновении так называемых *диссипативных структур* — неравновесных систем молекулярных взаимодействий, объясняющих принципиальную возможность появления сложных органических соединений из неживой материи.

3. *Системное видение мира.* Методы анализа сложных систем, получившие развитие в самом начале 1960-х гг., привели к пониманию того, что свойства системы невозможно объяснить, исходя из свойств составляющих данные системы

объектов, или свести к ним. Подобные свойства обусловлены способом организации указанных объектов в целостную структуру (упрощенно это можно сравнить с компьютером, в котором любая составляющая его часть — «железо» или «софт» — не дают того качества, которое имеет компьютер как система). Современная наука пытается объяснить с позиций системного анализа такие сложные явления, как возникновение органической жизни, сознание и т.п. В частности, синергетика изучает системные эффекты в процессе взаимодействия, взаимного влияния сложных динамических систем.

4. *Отказ от идеала объективности наблюдения классической науки.* Эта проблема — наиболее болезненная точка трансформации классических представлений. Дело не в том, конечно, что мы отказываемся от самой идеи объективности, а, скорее, в том, что вынуждены признать ее неосуществимость в ряде случаев, имеющих принципиальное значение. Как возможно устранение наблюдателя, если именно им вводятся выделенная точка наблюдения и фиксированная система координат?! В любом случае описание производит человек определенной эпохи и определенной культуры.

Пример

В немецкой классической философии этот факт нашел свое выражение в известном разделении мира **Иммануилом Кантом** (1724—1804) на «*вещь в себе*», т.е. мир такой, каков он есть сам по себе, независимо от нашего наблюдения, и «*вещь для нас*», т.е. мир такой, каким мы его воспринимаем. С появлением квантовой механики это обстоятельство получило содержательную интерпретацию известного уравнения **Вернера Гейзенберга** (1901—1976), так называемого *соотношения неопределенностей*. Его смысл состоит в том, что характеризующие физическую систему дополнительные величины (например, координата и импульс) не могут принимать сколь угодно точные значения, но связаны выражением неопределенностей. Степень точности измерения этих величин принципиально ограничена природой микрообъектов: сам факт наблюдения оказывает на наблюдаемую среду возмущающее действие, а наблюдатель становится органичной и неотъемлемой составляющей изучаемого мира, и избежать этого невозможно. Например, социальные психологи знают, что проводимые в социальных группах исследования автоматически меняют функциональные характеристики этих групп, так как люди, пони-

мая, что они подвергаются социальным наблюдениям, ведут себя иначе, чем в обычной ситуации.

Карл Поппер писал: «Поскольку научное исследование социальных проблем само оказывает влияние на социальную жизнь, социальный исследователь, который это понимает, не может сохранить незаинтересованную и объективную установку. Но в этом смысле социальная наука ничем не отличается от других наук. Физик или инженер находится в точно таком же положении. И не будучи социальным исследователем, он прекрасно понимает, какое громадное влияние может оказать на общество изобретение нового воздухоплавательного аппарата или ракеты»¹.

Переход от классического этапа науки к неклассическому, охватывающий период с конца XIX до середины XX в., — это *революционный* процесс, затрагивающий мировоззренческие принципы науки. Он обусловлен не только фундаментальными открытиями в физике, но и обнаружением в середине 1920-х гг. противоречивости общей теории множеств. Поскольку *теория множеств* лежит в основе всей современной математики, составляет ее фундамент², то обнаружение противоречивости ставит под сомнение не только всю математику, но практически и все естествознание, которое использует ее методы.

Мнение эксперта

Давид Гильберт писал в 1925 г.: «Надо согласиться, что состояние, в котором мы находимся сейчас в отношении парадоксов, на продолжительное время невыносимо. Подумайте: в математике — этом образце достоверности и истинности — образование понятий и ход умозаключений, как их всякий изучает, преподает и применяет, приводят к нелепости. Где же искать надежность и истинность, если даже само математическое мышление дает осечку?»³

¹ Поппер К. Нищета историцизма. М., 1993. С. 179.

² Знаменитый французский математик **Анри Пуанкаре** (1854—1912) в 1900 г. писал в адрес Второго всемирного математического конгресса: «Теперь (после появления теории множеств) математика полностью арифметизирована. Мы можем сказать сегодня, что в математике достигнута абсолютная строгость». Цит. по: Петров Ю. П. История и философия науки. Математика, вычислительная техника, информатика. СПб. : БХВ-Петербург, 2005. С. 86.

³ Цит. по: Петров Ю. П. История и философия науки. Математика, вычислительная техника, информатика. С. 86.

В ходе возникших дискуссий для разрешения этой острой ситуации было предложено **три основных программы**.

1. *Программа Д. Гильберта*. Немецкий математик **Давид Гильберт** (1862—1943) считается одним из представителей направления, называемого *формализмом*. Он произвел пересмотр определений и аксиом Евклида, предложив ввести формальные первичные неопределяемые понятия — «точка», «прямая», «плоскость»¹. Свойства указанных понятий выражаются через систему аксиом, которые разделены на группы:

- аксиомы соединения;
- аксиомы порядка;
- аксиомы конгруэнтности;
- аксиома о параллельных;
- аксиомы непрерывности.

Система аксиом, сформулированная Д. Гильбертом в 1899 г., лежит в основе современной геометрии. Но Гильберт, не ограничиваясь геометрией, попытался построить всю математику на прочной основе аксиом, что создало бы фундамент для надежной и непротиворечивой математики. Однако этой программе не суждено было осуществиться.

В 1931 г. австрийский ученый **Курт Гёдель** (1906—1978) в работе «О формально неразрешимых утверждениях [оснований математики] и родственных систем» показал, что во многих областях математики существуют истинные положения, которые нельзя доказать в наперед заданной системе аксиом (как, впрочем, нельзя и опровергнуть). Программа Гильберта рухнула под давлением двух выводов Гёделя:

1) *теоремы о неполноте*, которая гласит, что если формальная теория, включающая арифметику целых чисел, непротиворечива, то она не полна;

2) утверждения о том, что непротиворечивость любой достаточно мощной математической системы, охватывающей арифметику целых чисел, не может быть установлена средствами самой этой системы.

Отметим, что теорема Гёделя (равно как и многие другие концепции математиков и представителей естественнонаучного знания) широко используется в социальных науках.

2. *Концепция логицизма*, изложенная **Бертраном Расселом** (1871—1970) в его фундаментальном труде «Principia Mathema-

¹ Определения Евклида (например, «точка есть то, что не имеет частей», «линия есть длина без ширины» и т.п.) на тот момент уже явно не удовлетворяли современную математику и геометрию.

tica». Рассел обнаружил один из парадоксов теории множеств: большинство множеств не содержит само себя в качестве элемента. Так, множество всех натуральных чисел не есть натуральное число, а множество всех людей Земли — не человек. Чтобы избежать внутренней противоречивости теории множеств, Рассел предложил вывести математику полностью из логики, так как в законах последней заключены незыблемые вечные истины, которые не являются противоречивыми. Критика концепции Б. Рассела касалась в основном трех предложенных им аксиом: аксиомы сводимости (к фундаменту логики), аксиомы бесконечности и аксиомы выбора.

3. *Интуиционизм* — третье, наиболее радикальное направление, противостоящее логицизму. Оно исходит из идеи сведения основных понятий теории множеств и математического анализа к интуитивно убедительным и потому неопределяемым понятиям. Основоположником философии интуиционизма стал голландский ученый **Лейтзен Эгберт Ян Брауэр** (1881—1966), который считал, что вне человеческого разума математики не существует и, следовательно, она не зависит от реального мира. В дальнейшем к интуиционистскому направлению примкнули многие выдающиеся математики, среди которых особое место занимал **Аренд Гейтинг** (1898—1980).

Математическое мышление, полагали приверженцы данного направления, выстраивает собственный мир, опираясь на интуицию, а не на опыт. Соотношение между логикой и математикой они трактовали прямо противоположным образом по сравнению с идеей Б. Рассела: не математика строится на логике, а наоборот, поэтому математика не нуждается в поддержке логики. Более того, принадлежащий миру восприятий язык, в который облекается математика, не способен выражать интуитивные математические представления, поскольку они более глубоки, чем даже специализированный язык математических символов. В результате интуиционисты ввели в математику ряд ограничений, задающих большую степень строгости и ясности математических понятий и тем самым снимающих проблему противоречивости теории множеств.

Критика интуиционизма сводилась в основном к тому, что эти ограничения чересчур жестки и слишком многое из того, к чему привыкли математики, приносится в жертву. Кроме того, система доказательств и сам математический анализ серьезно усложнились, стали более громоздкими. Однако

на почве интуитивизма возникло еще более жесткое направление — *конструктивная математика*, основы которой заложил выдающийся русский ученый **А. А. Марков** (1903—1979). Этот подход позволил получить ряд новых результатов, вошедших в арсенал математической науки. Но и сегодня не поставлена точка в теории множеств, которая существует как два логически непротиворечивых концепта: в основе первой теории множеств лежит *гипотеза континуума*, а в основе второй — ее отрицание.

Таким образом, развитие науки наполнено воодушевляющими открытиями, революционными скачками — и драматическими разрушениями устоявшихся представлений. Мы высветили кризис математики, однако сегодня предкризисное состояние переживают и другие научные области. Например, в биологии классические эволюционистские представления явно вступают в противоречие с данными современной генетики и палеонтологии. Попытка найти выход из кризиса на путях так называемой *синтетической теории эволюции* пока не дает удовлетворительных результатов. И все еще не ясно, каковы будут реальные последствия этого кризиса, к отказу от каких фундаментальных представлений биологии они приведут. Многие специалисты фиксируют и кризис в сфере социально-научного знания. Неспособность прогнозировать основные тенденции и закономерности социального развития поставила под сомнение сам тезис о существовании объективных законов истории, а следовательно, и идею научного управления общественным развитием.

В периоды кризисов, переживаемых наукой, становится особенно заметной потребность в осмыслении ее логики и методологии, когда широта мировоззрения и способность отрешиться от привычных точек зрения, мужество взглянуть на мир по-новому становятся решающим фактором роста научного знания. Не случайно практически все великие мыслители, в какой бы области науки они ни работали (А. Эйнштейн, В. Гейзенберг, Д. Гильберт, А. Н. Холмогоров, Н. Винер, В. В. Налимов и многие другие), отдали дань логико-методологическим и философским проблемам науки, читая лекции по философии науки и оформляя свое видение в тексты.

Мнение эксперта

А. Н. Уайтхед (1861—1947), оригинальный математик, физик и философ, один из самых впечатляющих мыслителей нашего

времени писал: «Подход логического понимания характеризуется тем, что начинают с отдельных деталей и переходят к построению целостной конструкции. Логическое наслаждение переходит от многого к одному. Характеристики многого понимаются как способствующие этому единству конструкции <...> Понимание логики — это наслаждение теми абстрактными деталями, которые способствуют абстрактному единству. По мере развития наслаждения подлинным открытием становится единство конструкции. Перед нами та возможность для вселенной, что абстрактное по своей природе сочетает подобный подход с конкретизацией. Логика начинает с простейших идей и затем сочетает их вместе. Развитие эстетического наслаждения происходит в противоположном направлении. Нас захватывает красота здания, мы восхищаемся красотой картины, утонченной структурой предложения. Целое здесь предшествует частностям»¹.

Василий Васильевич Налимов (1910—1997), инженер и математик, автор ряда переведенных на многие языки книг по семиотике, наукометрии, философии науки, философии человека (с 1936 по 1954 г. находился в сталинских лагерях) писал: «...Понимание — это сущность человека. Сущность, реализуемая в разноликости многих уровней сознания. В разных культурах, по-видимому, понимание различным образом распределялось по уровням сознания. В культурах Востока мы встречаемся с хорошо разработанной и необычайно широко применяемой практикой медитации и с достаточно критическим отношением к дискретно-логическому, дихотомическому мышлению. Это значит, что в самой парадигме восточных культур оказалось заложенным привилегированное отношение к уровням (3) — (4)², в овладении смыслами или, может быть, точнее, в освобождении их от бремени, что открывало путь к трансценденции — выходу в безличное космическое сознание. В нашей — западной — культуре логицизм, поддержанный в свое время христианской мыслью, оттеснил в Новое время на задний план медитационную практику, сохранившуюся ранее, правда, главным образом в монастырях и орденах. Западная культура стала по преимуществу культурой аристотелевой логики. Обращение к глубинным уровням сознания, конечно, было всегда, иначе не было бы творчества. Но процесс обращения к дологическим уровням сознания протекал спонтанно — ему специально не обучали. <...> Мы, наверное, должны

¹ Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. С. 387.

² По В. В. Налимову, уровень 3 — подвалы сознания, созерцание образов, уровень 4 — телесность человека, поддерживающая сознание.

отдавать себе отчет в том, что за изящество логической мысли подчас приходится дорого платить. Многие важные для нашего бытия представления остаются несхватываемыми на уровне аристотелева мышления. Одним из примеров может быть наше представление о свободе воли»¹.

1.1.3. Методы современной науки: тенденция к экспансии

Условность любой классификации научных методов становится особенно заметна, когда мы рассматриваем динамику их взаимодействия в реальной научной практике, тем более если речь идет о таких относительно недавно появившихся дисциплинах, как физхимия, астрофизика, геофизика и пр. Характерной чертой развития методов науки является общая тенденция к их экспансии за пределы своей первоначальной области применения. Общеизвестны факты широкого применения таких методов, как спектральный анализ или методы аналитической химии, не говоря уже о методах математического анализа и кибернетики для задач компьютерного моделирования, что послужило основанием для утверждений о возникновении тенденции математизации современной науки. Методы кибернетики, возникнув как нестандартная комбинация междисциплинарных подходов, предназначенная для решения определенного класса задач (например, анализ принципов самоорганизации и управления в живых и технических системах), впоследствии стали широко применяться и в других науках, постепенно перерастая в общенаучную методологию.

Примерно так же обстоит дело и с методами конкретных социальных исследований. Методология таких исследований возникла как попытка систематического применения методов различных научных дисциплин, в первую очередь естественнонаучных — наблюдение, измерение и т.п., методов математического моделирования и математической статистики, социальной психологии, журналистики и др. для решения задач анализа структуры социальных коллективов и социального поведения. Но инвариантность структурных закономерностей организации социальных коллективов впоследствии позволила широко применять эти методы для анализа любых

¹ Налимов В. В. Спонтанность сознания : Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М. : Прометей, 1989. С. 126—127.

сообществ уже независимо от их социальной принадлежности и социальных функций, т.е. максимально широко, превратив тем самым названные методы в общенаучную методологию. При этом методы конкретных социальных исследований, равно как и методы кибернетики, все более приобретают характер методов математического моделирования.

1.2. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их относительность

Выделение эмпирического и теоретического уровней необходимо для понимания взаимосвязи методов и форм научного познания, приемов научного исследования и способов организации полученного знания.

Эмпирический уровень — это научная практика. Он связан с теми видами предметно-орудийной деятельности, благодаря которым обеспечиваются накопление, фиксация, группировка и обобщение исходного материала для построения опосредованного, теоретического знания, т.е. наблюдение, эксперимент — в различных его формах, включая моделирование, систематизированное описание полученных результатов, анализ и обобщение. Отметим, что анализ и обобщение подводят исследователя вплотную к теоретическому уровню.

Теоретический уровень представлен видами и методами познавательной деятельности, способами организации знания, которые характеризуются той или иной степенью опосредованности и обеспечивают создание, построение и разработку научной теории как логики организованного знания об объективных законах и других существенных — общих и необходимых — связях и отношениях в объективном мире. Сюда относятся теоретические концепции, научные абстракции, идеализации и мысленные модели; научные законы и их различные формулировки; научные идеи и гипотезы; различные методы оперирования с научными абстракциями и построения теорий (дедуктивные методы, мысленные эксперименты и т.д.), логические средства.

Подчеркнем, что различение двух этих уровней имеет *относительный характер*: ни один вид эмпирической деятельности невозможен без его теоретического осмысления, без соответствующих понятий, гипотез и теорий. И наоборот, любая теория, какой бы абстрактной она ни была, в итоге опирается

на практику, эмпирические данные и ориентирована на объективную действительность, опосредованную той же практикой, следовательно, эмпирией. Кроме того, одно и то же утверждение или положение может относиться как к эмпирическому, так и к теоретическому уровню в зависимости от того, каким образом оно получено. Например, если утверждается на основании, скажем, опытов Майкельсона — Морли, что скорость света одинакова во всех движущихся относительно друг друга системах и не зависит от их относительного движения, то это знание является обобщением эмпирических данных и вместе с указанными данными и способами их получения включается в эмпирический уровень. Однако то же положение выступает в качестве одного из постулатов частной теории относительности, и тогда оно представляет собой теоретическое знание, равно как и те следствия, которые из этого положения вытекают.

Относительность противопоставления эмпирического и теоретического не случайна: в ней выражается глубокая внутренняя связь, существующая в объективном мире между единичным и общим, явлением и сущностью. Однако такое различие все же необходимо, ведь любой исследователь должен понимать, каким образом он движется по пути научного познания, какова последовательность его шагов. В общем и целом глубина этого понимания определяет культуру исследовательского труда.

Иногда можно обнаружить нечеткость и даже путаницу в использовании понятий *эмпирического и теоретического уровней познания* и *чувственного и рационального познания*. Покажем эти различия с помощью табл. 1.1.

Таблица 1.1. Соотношение эмпирического и теоретического уровней познания и чувственного и рационального срезоз познавательного процесса

Суть различий	Эмпирический и теоретический уровни познания	Чувственное и рациональное познание
Область проявления	Познавательная деятельность в сфере науки	Любая форма отражения внешнего мира в сознании человека
Уровень осуществления процесса	Научное познание как общественная деятельность, предполагающая обмен идеями и результатами	Индивидуальный познавательный процесс

Окончание табл. 1.1

Суть различий	Эмпирический и теоретический уровни познания	Чувственное и рациональное познание
Характер протекания процессов	Отбор приемов, способов и методов — эмпирических или теоретических — осуществляется учеными сознательно	По данным физиологии высшей нервной деятельности и психологии чувственное и рациональное познание протекает как психофизиологический процесс в нервной системе и коре головного мозга
Границы, рамки реализации	Эмпирический уровень опирается на органы чувств, но не сводится к ним, включая не только наблюдение, но и орудийно-предметную деятельность — инструменты, приборы и т.п., описание полученных данных, т.е. мыслительную деятельность. Теоретический уровень, хотя и невозможен без развитого логического мышления, но не ограничен им, опирается на применение специализированных методологических средств	Чувственное познание по определению опирается на органы чувств. Рациональное познание опирается на логику мышления. Однако не всякая рациональная, умственная деятельность носит теоретический характер. Например, размышления шахматиста над решением шахматной задачи вряд ли можно охарактеризовать как теоретический уровень познания

1.3. Язык науки: методологические проблемы его изучения

Методологический анализ языка опирается на фундаментальное положение о единстве мышления и языка. Будучи функцией мозга и являясь обобщением, отвлеченным и опосредованным отражением действительности, мышление не может существовать без языка, оно нуждается в языке как в средстве общения.

Принято различать две важнейшие **функции**, которые язык выполняет в обществе, в практической деятельности и в познании:

а) *коммуникативную*, необходимую для обмена информацией;

б) *мыслеформирующую*, необходимую для формирования знаний, объективной фиксации актов и результатов мышле-

ния. В этой функции язык выступает как средство организации знаний и хранения информации.

Язык и мышление изучается рядом научных дисциплин:

- *лингвистика*, включающая морфологию, синтаксис, лексикологию, фонетику, стилистику, специально и наиболее всесторонне занята языком;
- *психология* фокусируется на самом процессе речевого общения индивидов как форме психической деятельности;
- *гносеология* рассматривает язык в тесном единстве с мышлением — как форму его материального воплощения, средство фиксации знаний вообще;
- *логика* акцентирует внимание на языке как средстве изоморфного выражения разнообразных логических отношений;
- *культурология* придает проблематике языка культуры междисциплинарный характер, опираясь на данные семиотики и герменевтики.

Однако в методологии науки рассмотрение языка имеет специфический характер и направлено на выявление **языка** как *средства выражения, фиксации, переработки, передачи и хранения научных знаний, научной информации.*

Важность такого подхода определяется следующими обстоятельствами.

1. *Общественным характером науки*: она может существовать и развиваться лишь благодаря совместной, коллективной деятельности людей, которая требует трансляции знаний, обмена научными идеями и мыслями, выраженными на определенном языке.

2. *Слова и другие знаки — это материальные предметы.* В тех случаях, когда удастся однозначно сопоставить с ними определенные понятия (например, числа в математике), это значительно облегчает теоретическую деятельность ученого, потому что практические операции с материальными объектами в ряде случаев легче, быстрее и эффективнее, чем мысленные операции (вспомним обыкновенные счета). Кроме того, подобные операции можно поручить машинам, облегчив некоторые виды умственного труда.

3. Воплощаясь в слова и другие знаковые системы, наши мысли становятся более четкими, определенными и точными. Разумеется, словесное, языковое выражение идей не гарантирует само по себе ни их точности, ни тем более истинности. Каждому известны случаи, когда слова становятся воплощением ложных идей, иллюзий, средством обмана и фальсифи-