**[Тема 1.2. Научная проблема](#_Toc84695619)**

[**1. Проблемная ситуация как возникновение противоречия в познании**](#_Toc84695620)

[**2. Предпосылки возникновения и постановки проблем**](#_Toc84695621)

[**3. Разработка и решение научных проблем**](#_Toc84695622)

[**4. Решение проблем как показатель прогресса науки**](#_Toc84695623)

[***1. Проблемная ситуация как возникновение противоречия в познании***](#_Toc84695620)

Научное познание начинается и всегда сопровождается решением проблем. Отсутствие проблем привело бы к остановке исследования и застою в науке. Поэтому прогресс знания представляет собой непрерывный процесс решения все новых и новых проблем.

Классификация проблем может производиться по разным основаниям деления. Обычно различают теоретические и эмпирические, общие и частные, фундаментальные и прикладные проблемы. Как бы, однако, проблемы ни различались между собой, их назначение состоит в том, чтобы точно и ясно указать на трудность, появившуюся в начале любого процесса исследования, и тем самым придать ему поисковый характер.

Возникновение проблем связано с установлением недостаточности или непригодности прежних методов и средств для объяснения вновь обнаруженных фактов и результатов познания. Отсюда легко может возникнуть представление, что всякий процесс познания начинается именно с фактов, их накопления и систематизации, как об этом часто заявляют склонные к эмпиризму исследователи и защищающие такую точку зрения философы. Действительно, факты - это основа всякого исследования, их поиск, установление и объяснение требует значительных усилий ученого. Но чтобы найти такие факты, надо располагать либо готовой теорией, либо гипотезой, или даже догадкой. Чаще всего приходится обращаться к гипотезам, поскольку теории, объясняющей новые факты, нередко просто не существует. Поэтому гипотеза выступает здесь как форма предварительного, проблематического объяснения, с помощью которой происходит поиск, отбор и оценка новых фактов. Таким образом, реальный процесс исследования всегда совершается в тесном взаимодействии эмпирических и теоретических методов, фактов и теорий, опыта и разума, причем генерирующей и направляющей силой в этом процессе выступает именно идея, разум, теоретическая мысль.

В самой общей форме проблемная ситуация может быть охарактеризована как проявление противоречия между существующим старым знанием и вновь обнаруженными результатами эмпирического или теоретического исследования. В экспериментальных и фактуальных науках такое противоречие выражается в *несоответствии* прежних средств и методов познания новым фактам и, прежде всего, результатам наблюдений или экспериментов. Это значит, что прежние методы оказываются неспособными объяснить вновь открытые данные.

В абстрактных науках, таких, как математика, противоречие выражается в несоответствии прежних методов обоснования *новым результатам* развития ее теорий, появлению более общих и фундаментальных понятий и теорий, которые впоследствии могут стать основанием отдельной математической дисциплины. Типичным примером может служить появление теории пределов О. Коши, которая устранила противоречия в математическом анализе, возникшие вследствие некритического использования понятия бесконечно малого. Действительно, в одних случаях оно приравнивалось нулю, в других - весьма малой, но конечной величине. Из- за этого возникли противоречиями парадоксы в математическом анализе, которые преодолела теория пределов, определив бесконечно малое как величину, которая стремится к нулю как своему пределу. Еще более примечательно возникновение теории множеств Г. Кантора, которая не только устранила противоречия в анализе, но и стала с единой точки зрения рассматривать объекты исследования всех математических дисциплин. Однако парадоксы, обнаруженные в этой теории, вновь выдвинули проблему обоснования математики, хотя многим ученым казалось, что теория множеств окончательно решила эту проблему.

В естествознании и фактуальных науках, имеющих дело с реальными предметами и явлениями, противоречия выражаются в несоответствии старых теоретических представлений (понятий, законов и теорий) новым объективно установленным фактам (результатам экспериментов, наблюдений и практики). Нередко наиболее радикальные противоречия сопровождаются кризисами в науке. Так, например, парадоксы в теории множеств привели к третьему кризису оснований математики, который все еще остается не преодоленным. В физике противоречия между классическими представлениями о строении вещества, излучении и поглощении энергии, свойствах пространства и времени и вновь обнаруженными экспериментальными данными привели в конце прошлого и начале нынешнего века к резкому кризису основ классических идей. Проблемы, которые были выдвинуты в связи с этим кризисом, были решены в рамках новой, неклассической физики, главное содержание которой составляют квантовая механика и теория относительности. Однако в ходе исследования и в этих науках возникают новые проблемы.

Таким образом, в какой бы форме ни выступало несоответствие между старыми теоретическими представлениями, с одной стороны, и новыми фактами и результатами развивающегося научного знания, с другой, оно свидетельствует о возникновении определенной *проблемной ситуации.* Поскольку степень такого несоответствия может быть весьма различной в разных науках и на различных стадиях их развития, постольку становится возможным оценить ее хотя бы качественно. Наиболее подходящим для этой цели будет введенные Т. Куном представления об *аномальных фактах* и *нормальной науке.* Такие аномальные факты обнаруживаются в рамках определенной парадигмы, с которой работает нормальная наука. Первоначально аномалии устраняются путем модификации парадигмы, а также посредством уточнения начальных и граничных условий той фундаментальной теории, на которую опирается парадигма. Однако, когда количество аномальных фактов непрерывно возрастает, и они становятся совершенно необъяснимыми в рамках существующей парадигмы, тогда, указывает Кун, аномалия «оказывается чем- то большим, нежели еще одной головоломкой нормальной науки, начинается переход к кризисному состоянию, к периоду экстраординарной науки».

С прагматической точки зрения проблемную ситуацию можно рассматривать как выражение несоответствия между целью исследования и средствами ее достижения прежними средствами. В научном познании в качестве таких средств выступают как концептуальные, так и эмпирические способы и приемы исследования. Очевидно, что ясное осознание проблемной ситуации происходит лишь постепенно, по мере накопления аномальных фактов и результатов, а также точной оценки наличных средств их разрешения.

Как показывает история науки, ученые лишь постепенно приходят к убеждению о необходимости замены теории и основанных на ней средств и методов объяснения и предвидения. В самом начале тщательно проверяются сами факты на достоверность. Все, что не отвечает такому требованию, исключается из рассмотрения, затем предпринимаются попытки тем или иным способом модифицировать существующую теорию. В этих целях прежде всего пересматриваются и уточняются вспомогательные допущения и гипотезы, на которых основывается теория. Нередко к ним добавляются новые допущения и гипотезы, в том числе и гипотезы типа *ad hoc,* чтобы спасти теорию от опровержения, хотя последняя операция логически считается незаконной. И лишь после того, когда аномальных фактов накапливается слишком много, а сама теория становится слишком громоздкой, сложной и искусственной, возникает ясное осознание несоответствия теории действительности. Хорошей исторической иллюстрацией этому может служить переход от птолемеевой геоцентрической системы к гелиоцентрической системе Коперника.

Многочисленные примеры подобного рода можно найти в истории физики, химии, биологии и других отраслей естествознания. Обсуждая их, некоторые ученые приходят к выводу, что в науке никогда не отказываются от старых теорий до тех пор, пока не построены новые альтернативные теории. Такой именно точки зрения придерживается, например, Т. Кун. Вряд ли однако, с этим можно согласиться, во-первых, потому, что новая парадигма при подобном подходе возникает совершенно необъяснимо, и ее связь с прежней исчезает. Во- вторых, процесс развития науки всегда связан с выдвижением новых гипотез для объяснения аномальных фактов, а отнюдь не ограничивается «решением головоломок» с помощью существующей па-

Гипотеза *ad hoc* (лат., для этого) - предложение или допущение, придуманное для объяснения частного случая, когда последний противоречит общей теории.

Несоответствие между прежними теоретическими представлениями и вновь обнаруженными результатами и фактами выражает *противоречие роста научного знания.* Поэтому его никоим образом нельзя рассматривать как выражение формальнологического противоречия. Последнее фиксирует лишь несовместимость суждений теории, ее противоречивость. Самой же глубокой основой противоречий роста науки служит периодически возникающее несоответствие между теорией и опытом, мышлением и практикой в процессе их развития. Именно с такого рода противоречиями мы встречаемся при констатации проблемной ситуации. Поскольку опыт и практика в конечном итоге выступают движущей силой познания и критерием его истинности, постольку они детерминируют поиск новых идей, а тем самым и новых средств для их реализации. Однако в силу *относительной* самостоятельности развития науки проблемные ситуации могут и должны возникать в рамках самого теоретического знания.

Наиболее ярко эта особенность проявляется в абстрактных науках, например, в математике, где наиболее важные проблемные ситуации часто выступают в форме *парадоксов* или *антиномий.* В первое время, когда математическая теория еще недостаточно разработана и обоснована, а выводы из нее находят многочисленные применения в прикладных науках и на практике, на некоторые противоречия, возникающие в ее рамках, не обращают внимания. Так обстояло дело в анализе бесконечно малых, которое давало поразительно точные результаты при исследовании механического движения и других процессов. Из-за успехов нового исчисления вначале ученые не отдавали себе отчет в том, что его исходное понятие бесконечно малой величины не было точно определено. Это, как мы отмечали выше, не могло не привести к путанице, недоразумениям, и в конце концов, к несогласованности и противоречивости полученных результатов. Возникшее противоречие в анализе бесконечно малых было разрешено путем построения сначала теории пределов, а затем последующей арифметизацией анализа. Но и в рамках последнего возникли противоречия, которые сначала пыталась разрешить теория множеств Кантора, а ? после возникновения в ней кризиса - аксиоматическая теория множеств, а также программы выхода из кризиса, выдвинутые формалистами, интуиционистами и конструктивистами.

Этот краткий исторический экскурс показывает, что возникновение проблемной ситуаций отнюдь не сводится к фиксации и устранению формально- логических противоречий, хотя бы потому что вначале их трудно выявить. Проходит немало времени, прежде чем детальная разработка теории и практика ее применения обнаружат недостаточную обоснованность исходных понятий и принципов теории. Иногда в специальной литературе можно встретить утверждения, что с противоречивыми системами можно работать, если предварительно каким- либо образом локализовать противоречия антиномического характера. Такая идея лежит, например, в основе аксиоматической теории множеств, которая действительно избегает парадоксов «наивной», канторовой теории за счет ограничения объема используемых множеств. Однако таким способом устраняются лишь уже обнаруженные, замеченные парадоксы, и не существует гарантии, что новые парадоксы не могут появиться в другом месте и в иной форме. Все это, таким образом, показывает необходимость четкого отличия *противоречий роста* от противоречий *формально- логических.* Если бы они совпадали друг с другом, тогда не было бы необходимости как- то доказывать или ограничивать противоречия первого рода, поскольку их можно было бы с самого начала элиминировать в соответствии с требованиями логики. Все дело, однако, в том, что когда возникают парадоксы, или антиномии, то в большинстве своем они свидетельствуют о возникновении проблемной ситуации, анализ которой связан с целым рядом фундаментальных вопросов научного познания.

С методологической точки зрения очевидно, что в ходе исследования ученые сначала обращают внимание на одну из сторон противоречивого процесса познания и не учитывают противоположную сторону, с которой она находится в единстве. Поэтому их выводы оказываются в конечном итоге антиномичными. Этот тезис можно проиллюстрировать многими примерами из истории науки, начиная от математики и кончая экономикой и философией. Действительно, классическая физика представляла корпускулярные и волновые свойства физической материи как взаимоисключающие и потому противопоставляла их друг другу. Обнаружение дифракции пучка электронов убедило ученых, что эти мельчайшие частицы вещества обладают не только корпускулярными, но и волновыми свойствами. Отчетливое осознание этого противоречивого единства, названного *дуализмом* волны и частицы, явилось источником проблемной ситуации и выдвижения новой проблемы, разрешение которой привело к появлению волновой механики, впоследствии названной квантовой. Характеризуя зарождение этой новой теории, Вернер Гейзенберг отмечал, что новые вопросы, вставшие перед учеными, практически «имели дело с явными и удивительными противоречиями в результатах различных опытов».

Теория множеств в математике базируется на концепции актуальной, т.е. ставшей, завершенной, бесконечности, в которой последняя в некотором отношении уподобляется конечному множеству. Определенное преимущество такого подхода состоит в том, что при этом простые законы классической логики становятся применимыми и к бесконечным множествам. По- видимому, такое одностороннее подчеркивание *актуальности* при рассмотрении множеств и противопоставление ее *потенциальности* и явилось гносеологической предпосылкой возникновения парадоксов теории множеств. В пользу такого предположения говорит тот факт, что поиски радикального разрешения этих парадоксов идут по линии введения потенциальной, т.е. возникающей, становящейся бесконечности (программы интуиционизма и конструктивизма).

В политической экономии эволюция рыночной экономической системы Представляется в виде движения от одного равновесного состояния к другому, вследствие чего остается непонятным, почему в ней возникают неравновесные состояния, депрессии и кризисы.

В философии известные антиномии И. Канта о конечности и бесконечности мира, начале и отсутствии начала мира (вечности мира) стали в настоящее время предметами конкретных исследований современной космологии, которая для их разрешения использует не только чисто логические аргументы, но и привлекает выводы общей теории относительности и богатейший эмпирический материал, накопленный внегалактической астрономией.

Все перечисленные примеры свидетельствуют о том, что гносеологические корни возникновения важнейших проблемных ситуаций в науке заключаются в фундаментальных особенностях окружающего нас мира и способах их познания. Сложность, противоречивость и многообразие свойств и отношений мира вынуждают ученых абстрагироваться от ряда его особенностей, а это неминуемо приводит к возникновению несоответствия между познанием и действительностью, теорией и практикой.

## 

## 2. Предпосылки возникновения и постановки проблем

*Научная проблема* представляет собой результат осознания возникшей в науке проблемной ситуации, связанной с трудностью развития дальнейшего познания. Об этом свидетельствует этимология древнегреческого слова *problema,* означающего преграду, трудность или задачу. Обычно под задачей подразумевают либо частную, конкретную проблему, которая возникает при решении сложной, разветвленной проблемы, либо вопрос, на который существует готовый ответ. Именно в последнем смысле вопросы рассматриваются в практике обучения, когда они используются для проверки усвоения учебного материала. Понятие о задаче как части общей проблемы, для которой существует единая парадигма, близко по смыслу решению головоломок в понятии нормальной науки Т. Куна.

Анализ проблемной ситуации в конечном счете и приводит к постановке новых проблем, что в свою очередь требует необходимость их *выбора.* Именно выбор определяет не только последовательность решения проблем, но и направление дальнейшего научного поиска в целом. Действительно, любое исследование оптимально призвано решить определенную проблему, которая в свою очередь влечет множество других проблем. Как справедливо замечает Луи де Бройль: «Каждый успех нашего познания ставит больше проблем, чем решает».

Последовательность выдвижения проблем в ходе научного поиска, согласно Попперу, может быть представлена следующей схемой:

р;\_» 7Т- > *ЕЕ- \* Р2,*

где *Pj* обозначает исходную проблему, *ТТ* - пробную теорию *(tentative theory), ЕЕ* - элиминацию ошибок теории *(error* - *elimination)* и i\*2 - новую проблему.

Под пробной теорией следует понимать гипотезу (в крайнем случае гипотетико- дедуктивную систему), устранение ошибок которой приводит к новой проблеме, а разрешение последней - к другой проблеме. Этот процесс в принципе нельзя считать завершенным даже тогда, когда в результате многократных проверок найдена достаточно обоснованная и общепризнанная теория, которую зачастую рассматривают как окончательно истинную и не нуждающуюся в дальнейшем развитии. Такой теорией считалась, например, классическая механика Ньютона, признававшаяся почти полтора столетия парадигмой исследования в классической физике. Однако рано или поздно в любой естественноаучной или фактуальной теории обнаруживаются определенные дефекты, связанные прежде всего с неадекватностью некоторых ее выводов при сопоставлении с действительностью. Отчетливее всего эта неадекватность выявляется *при* попытках распространения теории за прежние границы ее применимости. Так, например, принципы классической механики оказались несостоятельными при исследовании термодинамических и электромагнитных процессов классической физики, не говоря уже о явлениях, изучаемых в квантовой физике и в теории относительности.

Неадекватность теории действительности, наличие аномальных фактов, противоречащих теории, сначала может быть обнаружено в прежней области ее применения. Это также ставит проблемы перед учеными. Однако от старых теорий, хорошо обоснованных и проверенных с помощью соответствующих наблюдений и экспериментов, никогда полностью не отказываются в науке. Как отмечалось выше, их стараются вначале I модифицировать так, чтобы они оказались способными объяснить вновь обнаруженные аномальные факты. Когда же это не удается, возникает проблема поиска новой теории, которая в результате оказывается более глубокой и общей, чем прежняя. Так, например, общая теория относительности явилась дальнейшим развитием и обобщением классической теории тяготения, а квантовая механика - классической механики Ньютона. Хотя такое обобщение отнюдь не сводится к формальнологической операции расширения объемов понятий классических теорий, тем не менее их понятия и принципы оказываются предельными или частными случаями понятий и принципов неклассических теорий. С этой точки зрения, выдвижение и постановка новых проблем в наиболее развитых науках вено связана с *обобщением* прежних теорий. Поэтому устранение дефектов прежних теорий в приведенной выше схеме Поппера в конечном итоге сводится либо к модификации старых теорий, либо к поиску новых, более общих теорий. В связи с этим как бы хотелось обратить внимание читателей на то, что в отечественной литературе, в частности популярной, нередко при анализе возникновения проблем и развития научного знания в целом, обычно чрезмерно подчеркивается их детерминированность потребностями общественной практики, задачами совершенствования производительных сил и социальных отношений в обществе. В общей форме с таким утверждением нельзя не согласиться, но не следует забывать, что наука обладает относительной самостоятельностью развития, которая выражается в автономном процессе возникновения и развития ее проблем, понятий и теорий.

В настоящее время вряд ли кто будет связывать появление каждой проблемы в науке с потребностями практики, хотя такие подходы к развитию науки с позиций экономического детерминизма в прошлом встречались неоднократно. Нельзя, конечно, отрицать *определяющей* роли общественной практики, потребностей материального производства и социальной жизни в развитии научного познания в целом, и особенно в период становления самой науки. Даже сейчас немало проблем в естествознании и технических науках возникает под воздействием запросов материального производства, совершенствования его технологии, повышения качества выпускаемой продукции и улучшения условий труда. Такие крупнейшие достижения современной научно- технической революции, как овладение атомной энергией, освоение космоса, автоматизация и механизация технологических процессов, широкое внедрение промышленных роботов и компьютеризация - вот далеко не полный перечень тех результатов, которых удалось добиться именно благодаря постановке проблем и задач со стороны производства и общественной практики в целом. Однако сама постановка и тем более решение этих проблем стали возможны благодаря наличию определенного теоретического «задела» в соответствующих отраслях научного знания. Это, конечно, не означает того, что в этих науках уже существовали готовые ответы на вопросы, поставленные практикой, но тем не менее имеющийся в них теоретический аппарат давал возможность поставить новые проблемы, которые решали задачи, выдвинутые современной практикой.

Ярким тому примером может служить практическая проблема усовершенствования и автоматизации вычислительных процессов, ставшая особенно актуальной при расчетах космических аппаратов, ядерных реакторов и других сложных устройств. Прежние механические средства вычисления в виде арифмометров и калькуляторов не обладали необходимым быстродействием, и поэтому возникла проблема создания электронных вычислительных машин (ЭВМ), или компьютеров. Наряду с постановкой и решением чисто технических проблем возникли и теоретические проблемы создания программного обеспечения для них, в частности создания различных формальных языков программирования. Основой для создания таких языков стала символическая, или математическая, логика, которая до этого успешно применялась для исследования проблем оснований математики. Идеи и принципы математической логики способствовали точной постановке и эффективному решению проблемы создания математического обеспечения для быстродействующих вычислительных средств, алгоритмизации множества так называемых *массовых проблем,* допускающих точное описание с помощью логико-математических методов. Уже этот пример ясно свидетельствует, что в реальном процессе научного исследования практические и теоретические проблемы взаимодействуют друг с другом. Практическая потребность, выраженная в форме четко поставленной проблемы, приводит к выдвижению чисто теоретических проблем, решение которых способствует дальнейшему автономному, относительно самостоятельному развитию возникшей теории. Результаты теоретических исследований либо непосредственно, либо чаще всего впоследствии находят применение при решении практических проблем.

Таким образом, процесс выдвижения проблем носит сложный, противоречивый и нередко запутанный характер, поскольку в нем взаимодействуют не только практика и теория, но и различные другие факторы, такие, как интеллектуальный климат эпохи, ее мировоззрение и философия. В связи с этим интересно отметить, что нередко фундаментальные проблемы науки возникают под влиянием онтологических философских идей, которые в западной литературе называют метафизическими принципами.

Поскольку научные теории служат для объяснения определенной группы явлений, постольку ее идеи и принципы имеют определенное сходство с более общими онтологическими идеями, с помощью которых философы пытаются с единой точки зрения объяснить все существующие явления. Конечно, такие идеи имеют слишком общий и абстрактный характер, чтобы использовать их в качестве конкретного объяснения конкретных явлений. Действительно, подобные идеи и воззрения являются чаще всего результатом интуиции и воображения, которые нуждаются в дальнейшей проверке и уточнении. Однако нередко они оказываются полезными в качестве определенных регулятивных и эвристических средств научного исследования, а также источником возникновения конкретных научных проблем. Вопрос об этом подробно обсуждал И. Агасси в работе «Природа научных проблем и их корни в метафизике»1. Анализируя работы Кеплера, Ньютона, Фарадея и других ученых, он показывает, что в них они сознательно или стихийно ориентировались на определенные философские идеи при решении конкретных научных проблем. Однако эти идеи и принципы непосредственно не входят в состав специальных научных теорий и поэтому осуществляют *регулятивную функцию* в процессе научного поиска. Правда, в сравнении со специальными научными регулятивными принципами, такими, например, как принцип соответствия, дополнительности и даже простоты теорий, они имеют более общий и онтологический характер. Чаще всего воздействие мировоззренческих идей на возникновение научных проблем выражается через процесс формирования соответствующей *научной картины мира.* Общее представление о мире как огромной четко функционирующей машине выдвинуло перед классической механикой множество конкретных научных проблем по исследованию законов движения земных и небесных тел. На этой же основе сформировались основополагающие принципы строгого механического детерминизма, причинности и абсолютного движения.

Идея о существовании физических полей, возникшая у М. Фарадея в связи с исследованием электромагнитных явлений, впоследствии стала элементом новой картины мира. Она явилась источником возникновения ряда конкретных научных проблем, в частности новой неклассической теории тяготения. Как известно, ее идеи были воплощены в общей теории относительности А. Эйнштейна, согласно которой свойства пространства- времени в данной области определяются действующими в ней полями тяготения. В наше время в научную картину мира все настойчивее вторгаются идеи о самоорганизующейся и эволюционирующей Вселенной, которые, в свою очередь, выдвигают перед конкретными науками новые проблемы по исследованию специфических механизмов самоорганизации в разнообразных системах, начиная от простейших гидродинамических и физико-химических процессов и кончая сложноорганизованными живыми и социальными системами.

Отмечая влияние мировоззренческих и философских идей на возникновение конкретных научных проблем, не следует забывать и об обратном их воздействии на происхождение философских проблем. В связи с труднопреодолимыми негативными взглядами на роль философии, усиленными позитивистской пропагандой, этот вопрос приобретает важное значение. На него в свое время обратил внимание К. Поппер, когда крити- ковал позитивистские взгляды В. Витгенштейна. Последний, как известно, считал философские суждения и принципы *бессмысленными* утверждениями и в качестве примера ссылался чаще всего на философское учение Гегеля. Соответственно этому, он ставил перед своими сторонниками задачу - выявлять бессмысленность утверждений традиционной философии посредством лингвистического анализа языка. Руководствуясь такой программой, представители лигвистической философии занялись анализом обычного языка, а неопозитивисты - ограничились логическим анализом языка науки.

В противовес этому, Поппер заявлял, что все выдающиеся философы как прошлого, так и настоящего решали отнюдь не бессмысленные и совсем не простые лингвистические задачи, а наиболее фундаментальные проблемы, которые выдвигались развитием научного познания и социальной практики своего времени. В качестве примера он подробно анализирует, как исторически возникла центральная доктрина Платона о формах и идеях в связи с кризисом в древнегреческой науке после открытия несоизмеримых отрезков, например, иррационального числа - корня квадратного из двух. Рассматривая этот и другие примеры, Поппер приходит к выводу, что *«подлинные философские проблемы всегда имеют корни в настоятельных задачах вне философии, и они исчезнут, если эти корни будут разрушены».* К числу таких задач вне рамок философии он относит, например, потребности космологии, математики, политики, религии и социальной жизни. Это и вполне понятно, если учесть, что философия, в отличие от конкретных наук, не имеет особого предмета исследования и занимается прежде всего исследованием мировоззренческих проблем, связанных с анализом принципов и методов развития человеческого знания вообще и научного в частности.

Что касается вопроса о постановке, и тем более точной формулировке научных проблем, то здесь многое зависит от уровня теоретической зрелости той или иной отрасли науки, состояния ее эмпирической и экспериментальной базы, перспектив дальнейшего развития соответствующей отрасли знания и науки в целом. Все эти условия имеют *интерсубъективный* характер, и с ними должен считаться любой исследователь, приступающий к решению проблем в определенной области науки. Однако не менее значительную роль при постановке проблем играют *субъективные* особенности ученых, занятых научными исследованиями. К ним следует отнести не только личный опыт, квалификацию, одаренность и т. п., но и умение видеть точки роста науки, наиболее эффективные направления научного поиска, смелость в выдвижении новых идей и тщательность в проверке полученных результатов. Но эти психологические качества присущи лишь талантливым исследователям, обладающим высокоразвитой интуицией, воображением и творческим потенциалом, и в то же время способным критически оценивать как собственные, так и чужие результаты. Не случайно поэтому наиболее актуальные и в особенности фундаментальные проблемы науки выдвигаются, как правило, выдающимися учеными, много и плодотворно поработавшими в своей науке, хорошо представляющими себе трудности научного поиска и способными правильно наметить стратегию дальнейшего ее развития.

История науки знает немало примеров, когда выдающиеся ее представители на многие десятилетия вперед определяли основные вехи развития своей науки, формулируя наиболее фундаментальные ее проблемы. Хорошо известно, что Ньютон, заложив основы классической механики и теории гравитации, выдвинул также ряд новых проблем, которые предстояло решить другим ученым. Наиболее актуальной он считал анализ природы гравитации, или тяготения. Хотя он признавал, что тяготение «действует согласно изложенным... законам и вполне достаточно для объяснения всех движений небесных тел и моря», тем не менее считал, что эти законы устанавливают лишь количественную связь между «тяготеющими массами». Качественную природу тяготения он оставил исследовать другим ученым. А. Эйнштейн в общей теории относительности объяснил механизм тяготения, использовав введенное им понятие гравитационного поля и установив равенство тяготеющей и инертной масс. Благодаря этим открытиям было подорвано представление «о мгновенном дальнодействии гравитационных сил», однако природа тяготения до настоящего времени полностью не объяснена. В частности, до сих пор остаётся спорным вопрос о существовании *гравитонов* как особых частиц поля тяготения.

Замечательным образцом постановки новых проблем в области физики служит известная книга И. Ньютона «Оптика», в которой были сформулированы не только важнейшие проблемы учения о свете, но и изложены основные методы исследования физических явлений, в частности его известный метод принципов. Хотя впоследствии некоторые из проблем оптики, поставленных Ньютоном, оказались малоперспективными вследствие появления новой волновой концепции света, тем не менее остальные способствовали творческим поискам ученых на протяжении многих десятилетий. К тому же корпускулярная теория света вновь возродилась в идее фотонов как квантово- , механических объектов светового поля.

Более близким к нашему времени примером является про- грамма исследования наиболее актуальных проблем математики, впервые сформулированная знаменитым немецким ученым Д. Гильбертом на Международном математическом конгрессе в 1900 г. Многие из этих проблем к настоящему времени уже решены, некоторые из них переформулированы или уточнены, но в целом эта программа стимулировала математические исследования и оказала решающее воздействие на развитие математики XX столетия.

В ходе научного исследования решение одних проблем, очевидно, приведет к постановке других, новых проблем. Поэтому выдвижение программы исследования носит в основном ориентировочный и поисковый характер, способствует выявлению точек роста научного знания. Точки роста легче выявить в таких абстрактных науках, как математика, теория систем, информатика и другие, но значительно труднее - в экспериментальных и фактуальных науках, поскольку в них ход поиска во многом определяется результатами эмпирических наблюдений и экспериментов, которые могут целиком изменить ход дальнейших поисков.

## 

## 3. Разработка и решение научных проблем

Существуют различные точки зрения на процесс разработки и решения проблем. Одни авторы считают, что он охватывает весь путь исследования проблемы: от ее осмысления в рамках проблемной ситуации, постановки и формулирования и до ее решения. Другие утверждают, что «решение проблем начинается уже с ее постановки». Третьи - связывают разработку проблемы непосредственно с ее решением. Такой подход обычно защищается сторонниками определения проблемы как вопроса или совокупности вопросов.

Хотя разные стадии исследования и разработки проблемы тесно связаны друг, с другом, и каждая из них влияет на последующую стадию, все же в целях теоретического анализа целесообразно рассматривать их отдельно, с тем, чтобы выделить наиболее характерные их особенности. Исходя из этого, стадию разработки проблемы можно связать с анализом и оценкой тех *альтернативных возможностей,* которые могут стать *вероятными решениями* проблемы. Эта стадия непосредственно следует за стадией *генерирования* новых догадок, предположений, рабочих гипотез, которые возникают в результате осмысления создавшейся проблемной ситуации. Хотя процесс генерирования новых идей не поддается точному логическому анализу, но его результаты могут изучаться рациональными методами, в частности для оценки различных альтернатив могут быть использованы эвристические методы рассуждений и вероятностные оценки полученных выводов.

Проще всего процесс подобной оценки альтернатив можно представить на примере анализа принятия решений в ситуации неопределенности, когда имеется конечное (обычно сравнительно небольшое) число возможностей, из которых следует сделать либо единственно возможный, либо чаще всего наиболее оптимальный выбор. Если определить проблему как вопрос, тогда ответ на него и тем самым решение проблемы можно представить как результат вероятного выбора среди конечного числа альтернатив.

Существует специальная теория принятия решений с развитым математическим аппаратом, дающим возможность осуществить оптимальный выбор среди возможных альтернатив на основе оценки их вероятности и эффективности. Сама содержательная идея, лежащая в основе этой теории, весьма проста и, по сути дела, мы постоянно опираемся на нее в повседневных решениях. Принимая то или иное решение, мы интуитивно оцениваем, насколько оно может оказаться, во-первых, вероятным среди других возможных, во- вторых, в какой мере оно будет эффективным для достижения поставленной цели (полезным, ценным, предпочтительным и т.д.). Оптимальный выбор в простейших случаях осуществить легко, но когда число альтернатив значительно возрастает, оценка вероятности их реализации и достижения цели требует обращения к специальным математическим методам и вычислительным средствам. Сама теория принятия решений, возникшая в связи с планированием военных операций в период Второй мировой войны, может быть с успехом использована не только для анализа и принятия «глобальных решений» в развитии народного хозяйства, энергетики, экологии, обороны страны, но и для разрешения частных проблем экономики, образования, культуры и других.

Однако теория принятия решений вряд ли может применяться в процессе научного поиска новых идей универсального характера (законов, теорий, концепций) по той простой причине, что количество альтернатив для них не определено и ничем в точности не ограничено. С помощью определенных регулятивных принципов и эвристических методов число альтернатив можно было бы ограничить или выбрать более правдоподобные гипотезы, но при абстрактном подходе именно последние оказываются фактически наименее содержательными. Никакого систематического способа, ведущего к цели, в данном случае не существует. Поэтому на этой стадии решающую роль в исследовании проблемы играет творческий поиск, опирающийся на опыт, талант и интуицию ученого.

Логико-математическая стадия разработки проблем представляется наиболее ясной и обоснованной. Она сводится, во-первых, к проверке самой формулировки проблемы и предложенного ее решения на *непротиворечивость, нетавтологичность* и *информативность.* Эти требования составляют минимально необходимые условия для того, чтобы считать данную проблему *научной,* ибо противоречивые утверждения, как уже упоминалось, не могут корректно использоваться для рассуждений, тавтологии не содержат конкретного, содержательного знания, а неинформативные гипотезы и теории не способствуют приращению нового знания, особенно эмпирического. Во- вторых, для проверки полученного решения проблемы необходимо вывести из нее логические следствия, причем не столько любые, сколько допускающие эмпирические интерпретации, чтобы их можно было сопоставить с соответствующими эмпирическими результатами наблюдений или экспериментов. Этот аспект разработки проблем посредством использования логического вывода обычно признается как единственно возможный не только сторонниками *дедуктивизма* и *критического рационализма,* но и защитниками *эмпиризма* и *логического позитивизма.* Именно на этой основе в 30-е гг. было выдвинуто противопоставление контекста *обоснования* контексту *открытия,* в связи с чем в западной философии науки исследования по логике и методологии были ограничены контекстом обоснования новых идей, гипотез и теорий.

Говоря об общем подходе к решению научных, проблем, следует особо выделить вопрос об отношении между эмпирическим и теоретическим знанием в общем процессе постановки и разработки проблем. Выше уже отмечалось, что ведущая роль в этом процессе принадлежит рациональному, теоретическому знанию, даже если оно выступает в неразвитой, примитивной форме догадки, предположения или даже предчувствия. Чтобы начать целенаправленный и систематический поиск новых фактов, надо, по крайней мере, располагать интуитивной догадкой или рабочей гипотезой, так как чтобы обнаружить что- то новое, надо знать *что* искать. Это, однако, вовсе не означает, что всякий конкретный процесс исследования в науке начинается всегда с догадки, предположения или гипотезы. Мы уже видели, что после решения проблемы, открытия закона или построения теории, могут появиться новые факты, которые не объясняются существующим теоретическим знанием, и такой цикл перехода от теории к фактам, а от них к поиску новой теории, постоянно повторяется на протяжении более или менее длительного процесса исследования.

Сторонники *эмпиризма* обычно замечают именно эту сторону процесса исследования, преувеличивают значение эмпирического уровня в научном познании, роли в нем фактов, результатов наблюдений и опыта, вследствие чего главное внимание обращают на накопление, обобщение и систематизацию эмпирической информации. Соответственно этому, основным методом логической разработки проблем они признают *индукцию,* ибо именно с ее помощью происходит расширение знания, переход от частных случаев к общему заключению и выдвижение гипотезы для решения проблемы. Однако таким путем могут быть решены лишь элементарные проблемы и найдены простейшие законы о наблюдаемых свойствах и отношениях предметов. Решение же сложных проблем требует обращения к теоретическим понятиям и законам, раскрытия внутренних механизмов протекания процессов и явлений, введения *ненаблюдаемых* объектов (таких, как атомы, элементарные частицы, гены и т.п.), а также образования теоретических понятий и установления теоретических утверждений и их систем. Таким образом, эмпирический и индуктивный подходы в лучшем случае могут способствовать решению тех проблем научного познания, которые связаны с анализом наблюдаемых свойств и отношений окружающего мира и, следовательно, той стадией исследования, которая приблизительно соответствует эмпирическому уровню познания.

После резкой критики попыток обоснования индукции, предпринятой Д. Юмом, показавшим неокончательный и недостоверный характер ее заключений, многие исследователи научного метода обратились к испытанному средству достоверных *дедуктивных* умозаключений. Однако поскольку дедукция не расширяет нашего знания, в качестве ее посылок стали рассматриваться любые гипотезы, которые содержат проблематическое знание и истинность, которых должна быть проверена путем дедукции из него следствий и сравнения их непосредственно с реальными фактами наблюдений и результатами экспериментов. Так возникла концепция гипотетико-дедуктивного метода, согласно которой задача не только логики, но и методологии науки при решении проблем должна сводиться исключительно к дедукции следствий из выдвинутых для этого гипотез или предположений. Как возникают при этом сами гипотезы, чем руководствуются ученые при их генерировании, используют ли для этого какие- либо эвристические рассуждения и регулятивные принципы поиска - все это сторонники гипотетико-дедуктивного метода исключают из логического и методологического анализа. Как уже отмечалось раньше, сторонники критического рационализма и логического позитивизма все эти вопросы относят к компетенции психологии научного творчества. Нетрудно понять, что психологические аспекты связаны главным образом со стадией генерирования новых идей и касаются индивидуальных особенностей исследователей и не охватывают интерсубъективных аспектов научного познания.

## 

## 4. Решение проблем как показатель прогресса науки

Как бы ни полемизировали друг с другом различные направления в методологии науки, - все они не могут не при- знать важнейшей роли критического анализа при разработке проблем. Как только ученый осознает трудность, с которой он сталкивается в процессе исследования и сформулирует ее как проблему, он сразу же вовлекается в круг интересов определенного сообщества ученых, которые пытаются ее решить. Как правило, первоначальные решения редко достигают своей цели быстро, поскольку предположения и гипотезы, предлагаемые

для этого, бывают сравнительно неглубокими, неполными и недостаточно обоснованными. Ведь с первой попытки трудно оценить как возникшую трудность, так и средства и методы, предложенные для ее решения.

Вся дальнейшая разработка проблемы должна вестись в направлении *критического анализа и оценки* предложенной гипотезы или теоретической системы. Насколько адекватно они решают поставленную проблему, если решают, то целиком или частично, в какой степени решения согласуются с имеющимся эмпирическим *v* теоретическим знанием, допускают ли они логический вывод предсказаний и принципиальную возможность их проверки. Таким образом, если первоначальная гипотеза не опровергается данными наблюдений и экспериментов, то она нуждается в дальнейшей разработке и проверке. Действительно, в качестве гипотез в науке чаще всего выдвигаются универсальные, а не частные утверждения. Поэтому у нас нет гарантии в том, что подтвержденные некоторыми эмпирическими данными гипотезы не могут быть опровергнуты другими данными. Верификация или подтверждение гипотезы всегда имеет лишь *вероятностный,* а не достоверный и окончательный характер. Поэтому в случае подтверждения гипотезы можно говорить лишь о той или иной степени ее правдоподобия, или логической вероятности. В связи с этим следует подчеркнуть, что в опытных или фактуальных науках решение проблем нельзя считать окончательным и исчерпывающим, исключая, разумеется, тривиальные случаи. Вот почему каждая исследованная проблема здесь выдвигает множество новых, других проблем, и. поэтому первоначальная проблема приобретает сложный и разветвленный характер. Вследствие этого в прежнее решение часто приходится вносить уточнения, добавления и даже коренные изменения, а иногда и целиком отказываться от первоначального решения.

Чем больше и тщательнее мы разрабатываем проблему, тем яснее и полнее начинаем понимать, почему наши первоначальные предположения и гипотезы оказываются неадекватными для ее решения, каким требованиям должно удовлетворять это решение, от каких дополнительных условий оно зависит и т.п. Очевидно, что по мере возникновения и последовательного решения все новых проблем, будет расширяться и углубляться наше знание об изучаемой действительности. Поэтому вполне можно согласиться с К. Поппером в том, что *«рост знания происходит от старых проблем к новым проблемам»*. Однако вряд ли можно принять вторую часть его тезиса, что такой рост всегда происходит *«посредством проб и ошибок».* Несомненно, что смелые догадки, глубокие прозрения и интуиция играют важнейшую роль в процессе научного открытия, генерирования новых научных идей, но они всегда бывают подготовлены всей предшествующей деятельностью ученого или научного сообщества над решением проблем. Эта деятельность, особенно в индивидуальном плане, трудно поддается логическому и методологическому анализу, но она всегда имеет осмысленный и рациональный характер. В науке критическому анализу и оценке подвергаются не только уже сформулированные и готовые к проверке предположения, гипотезы и теоретические системы, но и те, которые предстоит еще выбрать среди множества возможных допущений.

Такой выбор существенно ограничивается принципом *преемственности* развития научного знания, ибо он элиминирует те предположения, которые не согласуются с ранее установленными, хорошо проверенными и надежно подтвержденными принципами, законами и теориями. С этой точки зрения, концепция роста научного знания, выдвигаемая Поппером, нам представляется недостаточно последовательной, а в ряде моментов противоречащей реальной практике развития науки. Сильной ее стороной является признание того факта, что рост нашего знания и прогресс науки происходят путем непрерывного выдвижения и решения все новых и новых проблем. Важно также отметить, что в этом процессе движущим началом, источником развития науки служат именно проблемы, свидетельствующие о возникновении трудностей в науке, которые обнаруживаются и разрешаются с помощью новых идей, предположений и гипотез.

В процессе решения проблем, по мнению Поппера, происходит как бы *естественный отбор гипотез.* Те гипотезы, которые оказываются более подходящими для объяснения соответствующих явлений, побеждают в борьбе за выживание, а другие - элиминируются из науки. Такая терминология, заимствованная Поппером из эволюционного учения Ч. Дарвина, ясно свидетельствует, по собственному его признанию, о том, что его теория роста знания носит в целом дарвинистский характер. Более того, он категорически утверждает, что «от амебы до Эйнштейна рост знания всегда происходит тем же самым способом: мы пытаемся решать наши проблемы и приходим в процессе элиминации к некоторым приблизительно адекватным решениям»1.

Хотя аналогия между ростом знания и эволюцией живых организмов в теории Ч. Дарвина имеет определенный смысл, но в целом она носит скорее характер метафоры, аналогии, чем настоящего, глубокого сходства. Качественные различия здесь •настолько очевидны, что вряд ли на них следует останавливаться особо.

На наш взгляд, указанная аналогия потребовалась Попперу для того, чтобы:

● придать своей концепции роста научного знания общефилософский и мировоззренческий характер;

● обосновать свой критерий фальсификации, согласно которому единственно допустимыми в эмпирических науках являются гипотезы и теории, которые могут быть потенциально опровергнуты с помощью наблюдений и экспериментов (нетрудно понять, что такой критерий, представляющий в сущности применение *modus tollens* классической логики, необходим был ему для того, чтобы противопоставить его критерию верификации логических позитивистов, не имеющего окончательного характера);

● выдвинуть в качестве универсального способа решения любых проблем так называемый *метод проб и ошибок,* который трудно считать систематическим по характеру и успех которого существенно зависит от количества и разнообразия проб. Такой метод, по его мнению, является универсальным потому, что он используется как живыми организмами в процессе адаптации к условиям среды, так и людьми в ходе познания окружающего мира и приспособления к нему. «Если метод проб и ошибок, - пишет Поппер, - развивается все более и более сознательно, когда он приобретает характерные черты «научного метода».

Вряд ли, однако, с этим можно согласиться полностью хотя бы потому, что в процессе познания, особенно научного, используются не столько многочисленные и произвольные пробы и догадки, сколько разнообразные эвристические приемы рассуждений и регулятивные принципы, которые в значительной мере сокращают перебор всевозможных, в том числе бесполезных, вариантов. Поэтому даже в различных технических устройствах искусственного интеллекта, эвристические принципы закладываются в алгоритмы их работы.

Резюмируя сказанное, можно отметить, что развитие научного познания в любой области исследования действительно начинается и сопровождается решением все новых, более сложных и разветвленных проблем. Но сам процесс их решения отнюдь не сводится к непрерывным попыткам догадок и опровержений. Такой чисто отрицательный подход к истине оказался ограниченным, если не сказать несостоятельным, еще в элиминативной индукции Бэкона- Милля, когда было установлено, что для элиминации неадекватных гипотез необходимо вначале сформулировать их на основе существующего знания. Поэтому после выдвижения проблемы необходимо:

● осуществить четкую постановку и дать точную формулировку самой проблемы;

● установить ясные критерии, требования и условия, которым должно удовлетворять решение проблемы (такие критерии особенно важны для точных наук, которые требуют решений, выраженных с заданной точностью в количественной форме);

● выдвинуть гипотезы для решения проблемы и ориентированной эвристической оценки их пригодности для объяснения исследуемых явлений. Уже на этом этапе могут быть отсеяны явно неправдоподобные гипотезы, не объясняющие сути дела, не удовлетворяющие тем требованиям, которые были сформулированы и приняты научным сообществом, малоинформативные по содержанию и т.д.

После выбора одной или нескольких правдоподобных гипотез начинается тщательный их анализ и разработка с помощью существующих теоретических и эмпирических средств и методов.