

«И ГЕНИЙ, ПАРАДОКСОВ ДРУГ...»

«Сворачивает парадокс, куда захочет...»

Сначала, как учит народная мудрость, договоримся о словах. Если верно, что все познается в сравнениях, поищем их и для парадокса. Он рожден в семействе понятий, описывающих ошибки и противоречия познания.

Ошибки бытуют разные. Одни из них непроизвольны. Человек и не хотел бы ошибаться, да не получается. Как будто рассуждение логично, проведено правильно и тем не менее дает сбой. Такие непреднамеренные сдвиги мышления, случающиеся вопреки желаниям рассуждающего, называются «паралогизмами».

Этим словом характеризуют операции мысли, отклоняющиеся от правил логики, так сказать, «околологические» («пара» — в греческом означает «около», «рядом», «вблизи»). Налицо отступление от норм мышления, однако они, эти отступления, не осознаются, и их можно обнаружить лишь специальным анализом. Возьмем, к примеру, такое рассуждение.

Все существительные меняют падежные окончания. Слово «земля» меняет падежные окончания. Следовательно, слово «земля» — существительное.

Правильно? Кажется, да. Земля действительно имя существительное. Вывод-то верен, только получен он неверным путем. Вкрасаь логическая погрешность. Мы обнаружим ее, подставив в схему рассуждения вместо слова «земля» другое, обозначающее не существительное, а, скажем, прилагательное. К примеру, слово «синий». Тогда получим следующее заключение: Все существительные меняют падежные окончания. Слово «синий» меняет падежные окончания. Следовательно, слово «синий» — существительное. Но это вовсе не существительное. Отчего же произошла ошибка? Нарушено правило логики. Чтобы получить верный результат в рассуждениях подобной структуры, одна из

посылок обязательно должна быть отрицательной. Вот пример.

Все существительные обозначают предметы или вещи. Слово «синий» не обозначает предмета или вещи. Следовательно, слово «синий» не существительное.

Однако в первом примере добытое следствие оказалось истиной, хотя умозаключение шло по такой же форме, что и во втором, когда мы получили ошибочный результат. В том и особенность паралогизмов, что иногда они могут давать верный вывод при логически неправильном рассуждении. В приведенном примере эта правильность случайная и потому вводит в заблуждение. Но здесь это не так страшно, потому что результат верен. Гораздо хуже, когда паралогизм дает ложное заключение, а мы, не замечая погрешности, считаем его истинным.

Другой вид ошибок — преднамеренные. Их допускают сознательно, с целью специально увлечь собеседника по ложному пути. Это софизмы. Они происходят также от греческого слова («софизм» означает «измышление», «хитрость»). Их строят, опираясь на внешнее сходство явлений, прибегая к намеренно неправильному подбору исходных положений, к подмене терминов, разного рода словесным ухищрениям и уловкам.

При этом широко и надо сказать, умело используется гибкость понятий, их насыщенность многими смыслами, оттенками. Откуда появляется эта гибкость? Она имеет место потому, что понятия отражают изменчивость самих вещей. Но это может быть истолковано по-разному. Диалектик Гераклит, провозгласив знаменитый тезис «все течет», пояснял, что в одну и ту же реку (река — образ природы) нельзя войти дважды, ибо на входящего текут все новые и новые воды. Ученик Гераклита Кратил, соглашаясь с тем, что все течет, сделал из этого другие выводы. В одну и ту же реку, утверждал он, нельзя войти даже и

один раз, ибо пока ты входишь, река уже изменится. Поэтому Кратил предлагал не называть вещи, а просто указывать на них пальцем: пока произносишь название, вещь будет уже не та.

Софистика и произрастает на искаженном понимании подвижности вещей, ловко использует гибкость отражающих мир понятий. Потому Аристотель называл софистику кажущейся, а не действительной мудростью, «мнимой мудростью». А вот ее образчики, оставленные также древними авторами.

- Знаешь ли ты, о чем я хочу тебя спросить?
- Нет.
- Знаешь ли ты, что добродетель есть добро?
- Знаю.
- Вот об этом я и хотел тебя спросить.

Софизм обескураживает: дескать, возможны положения, когда человек не знает того, что он хорошо знает.

Есть примеры и похитрее. Например, софизм Эватла. Эватл брал уроки софистики у философа Протагора на условии, что плату за обучение он внесет тогда, когда, окончив школу, выиграет свой первый процесс. Окончил. Время шло, а Эватл и не думал браться за ведение процессов. Вместе с тем считал себя свободным и от уплаты денег за учебу. Тогда Протагор пригрозил судом, заявив, что в любом случае Эватл будет платить. Если судьи присудят к уплате — то по их приговору, если же не присудят — то в силу договора. Ведь тогда Эватл выиграет свой первый процесс. Однако, обученный софистике, Эватл возразил, что при любом исходе дела он платить не станет. Если присудят к уплате, то процесс будет проигран и согласно договору между ними он не заплатит. А если не присудят, то платить не надо уже в силу приговора суда.

Софизм построен на смешении двух моментов в рассуждении Эватла: один и тот же договор рассматривается им в разных отношениях. В первом случае Эватл выступает на суде в качестве юриста, который проигрывает свой первый процесс. А во втором случае он уже ответчик, которого суд оправдал.

А чем не софизм сочиненная английскими студентами песенка?

Чем больше учишься, тем больше знаешь.

Чем больше знаешь, тем больше забываешь.

А чем больше забываешь, тем меньше знаешь.



Аристотель

А чем меньше знаешь, тем меньше забываешь.
Но чем меньше забываешь, тем больше знаешь.
Так для чего учиться?

Пора разобраться и с самим парадоксом. Это понятие имеет такое происхождение. О слове «пара» мы уже говорили. Оно имеет также оттенок «против», а «докса» означает «мнение». Парадоксом называется странный, неожиданный результат, глубоко расходящийся с общепринятыми представлениями.

Парадокс близок паралогизму и особенно софизму. Но от первого он отличается тем, что выведен логически корректно, с соблюдением норм и правил логики. С софизмом же их различает то, что парадокс — не преднамеренно полученный противоречивый результат.

Таким образом, парадокс не ошибка, однако его появление нельзя объяснить и желанием сознательно исказить положение дел или незнанием какой-то детальной информации. Он коренится глубже и свидетельствует об объективно сложившемся противоречивом состоянии дел, в котором никто не виноват. Разве что сама наука, оказавшаяся бессильной распутать клубок тайн, нити которых запрягала природа. Как говорится:

Сворачивает парадокс, куда захочет,

Рассудок здравый он, смеясь, морочит.

Я лгу, следовательно, утверждаю истину

Наиболее выпукло странность результата являют самые точные, логически безупречные науки — математика и логика. Здесь парадокс обнаженнее, не стерт сопутствующими наслоениями. Поэтому с ним можно ближе познакомиться.

Странность парадокса в том, что выявляется внутренняя противоречивая ситуация. Из признанных наукой положений следуют исключаящие друг друга выводы. То есть следуют такие два утверждения, что если одно из них истинно, то другое непременно ложно. Подобные парадоксы называют формально-логическими, поскольку они имеют строгое логическое описание.

Рассмотрим один из старейших, но нестарейших парадоксов, выявленных еще античными философами, — «парадокс лжеца». Пусть читатель простит нам столь частое обращение к древним. Право же, они заслужили этого. Как сказал профессор Д. Литтлвуд, один из крупнейших английских математиков современности, «греки — это не способные школьники или хорошие студенты, но скорее коллеги из другого учебного заведения».

Итак, о «парадоксе лжеца». Истину или ложь утверждает человек, который говорит «я лгу», и больше ничего не говорит? С одной стороны, он лжет, поскольку заявляет об этом. А с другой стороны, если он лжет и говорит, что лжет, значит, он утверждает истину.

Вообще, имеется немало разновидностей этого парадокса. Вот, к примеру, вариант Эвбулида:

Критянин Эпименид сказал:

«Все критяне лжецы».

Эпименид сам критянин.

Следовательно, он лжец.

Но если Эпименид лгун, тогда его заявление, что все критяне лгуны — ложно. Значит, критяне не лгуны. Между тем Эпименид, как определено условием, — критянин, следовательно, он не лгун, и поэтому его утверждение «все критяне лгуны» — истинно.

Таким образом, мы пришли к взаимоисключающим предложениям. Одно из них утверждает, что высказывание «все критяне лгуны», является ложным, а другое, наоборот,

квалифицирует это же высказывание как истинное. Притом как в одном, так и в другом случае наши рассуждения логически строги, в них нет ни намеренных, ни непреднамеренных ошибок. Так где же истина?

Было приложено немало усилий объяснить этот странный результат. Имеется, например, такое решение. Почему мы должны считать, что Эпименид говорит одну только ложь и никогда не говорит правды? Точно так же тот, кто считается правдивым, разве всегда утверждает лишь правду? В практике общения ложное обычно перемешано с истиной, и мы не найдем такого отпечетого лгуна, который только бы лгал. Его легко изобличить, и тогда понимай все, что им сказано, наоборот.

В действительности, однако, положение гораздо сложнее. Не зря же парадоксу посвящена столь обширная литература. Он на самом деле вызывает недоумение, этот неожиданный результат. Легенда утверждает даже, что древнегреческий философ Кронос, испытав неудачу в попытках решить парадокс, от огорчения умер, а еще один философ, Филипп Косский, покончил жизнь самоубийством.

С тех пор внимание к парадоксу лжеца, по существу, не затухало. Оно лишь принимало новые формы, обнаруживало новые оттенки. Особенно сильная волна интереса к нему, как и другим парадоксам, была вызвана событиями, разыгравшимися в математике на рубеже XIX...XX столетий. На этот раз к парадоксам подошли основательнее, во всеоружии достижений логики, математики и философии, полученных к тому времени. Более подробный разговор ожидает нас чуть впереди.

Наряду с формально-логическими выделяют парадоксы, описываемые содержательно. Имеются в виду тоже противоречивые, неожиданные результаты, вызванные соответствующими противоречивыми обстоятельствами. В их числе, например, так называемые «неклассические состояния», то есть явления, которые необъяснимы с позиции современного им уровня развития науки. Так, уже в случае простого механического движения тело, поскольку оно движется, в каждый определенный момент времени находится в данной точке и не находится в ней, находится в данной точке и одновременно в другой точке. Потому что, если бы тело пребывало толь-

ко в одном месте, оно так и оставалось бы в нем, то есть покоилось.

Не менее парадоксально поведение электрона. Возьмем явление интерференции, то есть наложения волн с одинаковыми периодами. Вследствие этого наблюдается усиление или ослабление амплитуды колебания результирующей, складывающейся волны. Наложение световых волн вызывает интерференционную картину в виде чередования темных и светлых полос.

Проводя эксперимент по интерференции электрона, на его пути устанавливают препятствие с двумя отверстиями. Проходя через них, электрон попадает на мишень и дает типичную интерференционную картину. Попытаемся установить, через какую именно из этих двух щелей проходит электрон. Но стоит нам закрыть одно из отверстий, любое, как интерференционная картина исчезает. Откроем оба отверстия, интерференционная картина налицо.

Таким образом, эксперимент свидетельствует, что электрон проходит через оба отверстия одновременно. То есть он находится в одном месте и в то же самое время в другом месте, следовательно, находится в некотором объеме пространства. Для описания подобной парадоксальной ситуации привлекается специальный, вероятностный язык. Квантовая механика, использующая этот язык, не говорит, через какую же конкретно щель проходит электрон, она гарантирует лишь, что он пройдет через одно отверстие с вероятностью большей (или меньшей), чем через другое отверстие.

Парадоксы возникают, когда обнаруживаются такие опытные данные, которые вступают в противоречие с утвердившимися в науке взглядами. Конечно, может оказаться, что «не прав» эксперимент. Обычно же это свидетельство неблагополучия в господствующей точке зрения, указание на то, что ее надо менять. Однако убеждаются в этом, как правило, не сразу. И вот парадокс: почитаемая, солидная теория бессильна справиться всего лишь с одним фактом. Верно, один факт еще не столь волнует ученого сообщество. Но со временем накапливается все больше данных, подрывающих теорию, и это уже серьезно.



Анри Беккерель

Подобная обстановка сложилась, например, в эпоху обнаружения явлений радиоактивного распада. В самом конце прошлого столетия французский ученый, потомственный физик четвертого поколения А. Беккерель занялся поисками излучения, аналогичного только что открытым рентгеновским лучам. Он исследовал люминесцирующие вещества. Эти вещества, поглотив определенную энергию (например, световую), приходят в возбужденное состояние, а затем отдают избыток энергии и за счет этого светятся.

А. Беккерель испытывал действие люминесцирующих веществ на фотографическую пластинку через непрозрачное для видимого света препятствие. Однажды, работая с солями урана, он случайно оставил на пластинке кусок урановой руды. И тут обнаружилось интересное. На фотопластинке были видны следы, явно свидетельствующие о воздействии света. Между тем кусок руды не освещался предварительно рентгеновскими лучами, что исключало влияние на пластинку люминесцирующего излучения. Контрольные опыты подтвердили это.

Загадочное явление не укладывалось ни в одну теорию. Более того, его объяснение потребовало таких нововведений, против которых восставала не только физика, но и весь укоренившийся строй мысли. Речь шла о до-

пушении распада атома. Между тем с атомом была связана идея неделимости материи, идея, на которой покоились все представления о природе. Атом по-гречески и означает «неделимый», а тут предполагалось его разять, растащить по частям, тем самым низвергнуть как основу мироздания.

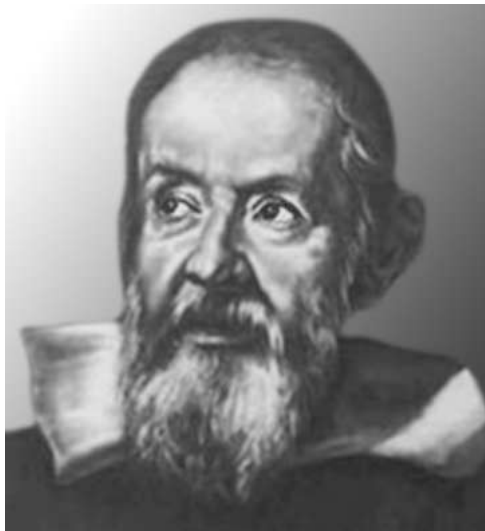
Мы осмотрели парадокс в различных проявлениях. Но всем его видам характерно одно: обнаруживается серьезное противоречие в нашем знании, трещина, которую не заделать быстро. Потому выявить парадокс — только половина (может быть, даже лишь начало) дела. Весь вопрос, как решить его.

«Кто неразумней, тот умней»

Совершенно ясно следующее. Насколько глубоким, неожиданным и странным является парадокс, настолько же глубоких, странных и т.п. идей для его преодоления он требует. Иначе говоря, новая теория, призванная спасти науку от парадокса, сама должна быть парадоксальной.

Это обнаруживается прежде всего в том, что она ломает, отбрасывает обычные представления. «Принцип отказа» — обязательное сопровождение каждой великой идеи. По-настоящему творческий ум есть всегда отрицающий ум, или, как говорят немцы, есть «*Leist der stets verneint*» («Дух, который отрицает все»). А. Эйнштейна спросили однажды, как он пришел к открытию теории относительности. Ответ был лаконичен: «Отвергнув аксиому». То есть отвергнув ту непреложную истину, по которой из двух данных моментов времени один предшествует другому. Аналогично Н. Коперник решительно отказался от аксиомы, что Солнце движется вокруг Земли, а Н. Лобачевский — от постулата о параллельных, имеющего тысячелетний «стаж».

Отрицающая акция необходима. Ведь если не грешить против всеми почитаемых и уважаемых истин, то как мы придем к новому? По существу, гений обязательно нарушает какие-то правила, и в этом отношении он всегда «безграмотен». Но он «безграмотен» в высшем смысле, в смысле понимания им более совершенной грамматики. И то сказать, правила, когда они усвоены, скучны, интересны исключения. К поискам последних и устремлен творческий дух, ибо исключения напоминают



Галилео Галилей

об иных возможностях, но предусмотренных принятыми наукой положениями.

В силу этого отрицающего характера нового знания все значительные завоевания науки кажутся — с точки зрения господствующих воззрений — противоестественными, нелепыми, иначе говоря, парадоксальными. Такова, например, судьба революционной идеи о вращении Земли. Отстаивающий ее великий итальянский ученый XVI...XVII веков Г. Галилей был не только осмеян, но и подвергся гонениям. Однако...

Твердили пастыри, что вреден
И неразумен Галилей.
Но, как показывает время,
Кто неразумней — тот умней.

И далее, подводя итог, поэт пишет:

Зачем их грязью покрывали?
Талант — талант, как ни клейми.
Забыты те, кто проклинали,
Но помнят тех, кого кляли.

Е. Евтушенко. Карьера.

Парадоксальность революционной идеи проявляется и в том, что она фактически всегда алогична, то есть невыводима по правилам логики из принципов, положений, законов, принятых современной наукой. Как говорится, гений не предьявляет доводов. Просто он совершает «логическое преступление». Поэтому выдвигаемые новые, смелые

решения объявляются обычно невероятными, невыполнимыми. Так обошлись со многими ныне бесспорными законами, которые в свое время посчитали невозможными. Вот некоторые из них:

- «Тяжелые предметы падают не быстрее легких»;
- «Тепло есть движение»;
- «Малярия вызывается комарами».

Все это бывшие парадоксы. Теперь даже странно слышать, что когда-то их не признавали.

Подобного немало и в теории изобретений. Поначалу посчитали неосуществимыми, например, электрическое освещение, запись звука, фотографирование, воспроизведение движущихся изображений на экране (сегодняшнее кино), их передачу на расстояние (телевидение). Описание телевизора вообще признали неправдоподобным. Столь же «незаконно рожденными» оказались автомобиль, комбайн, трамвай, искусственный шелк и еще кое-что. Притом больше всего поражает следующее. Это считали невозможным не только в пору, когда все находилось на стадии идеи, догадки, но когда смельчаки уже построили первые образцы и даже испытали их.

В начале 1929 года в советском журнале «Изобретатель» появилась статья инженера Е. Перельмана. Она называлась многозначительно «О бесплодном творчестве».

Автор рассуждал о некоторых, по его мнению, нерациональных задачах, решение которых полагал невозможным. Например, перевод стрелок трамвайных путей непосредственно рукояткой вагоновожатого. Сейчас автоматические стрелки, управляемые «запрещенным» способом, широко применяются на трамвайных линиях. Аппарат управления создал советский изобретатель И. Логинов. В статье содержались сомнения в реализации и многих иных начинаний, таких, как приспособление для изготовления волнистых труб прессования, механизация разводки пил, и другие. Все это было доведено позднее до стадии воплощения в производство.

Конечно, выступления против нового небеспочвенны. Они всегда обоснованны. И чем решительнее ломаются прежние представления, тем обоснованнее, логичнее становятся выдвигаемые против возражения.

Тем не менее, если мы будем придерживаться только тех законов, которые подкреплены лишь сегодняшним опытом, никаких серьезных открытий сделать не удастся. Прорыв к новым состояниям науки достигается поэтому не на пути рациональных объяснений и доказательств. Напротив. Новое может быть завоевано лишь благодаря «опасным» поворотам мысли, порывающей с рассудительностью. Опираясь на такие «иррациональные скачки», ученый оказывается в состоянии разорвать жесткий строй мысли, который ему навязывают дедукция и логика.

Естественно, что парадоксальные идеи принимаются с трудом, при большом сопротивлении, и полоса такого сопротивления совсем не кратковременна.

Все же новое в конце концов признают, оно входит даже в программы обучения. Однако еще и после этого оно долго остается на особом положении: его принимают, не понимая. Как замечает, например, крупнейший современный американский физик Р. Фейнман, «я смело могу сказать, что квантовой механики никто не понимает», И это говорится в наше время, хотя квантовая механика создана полвека назад. Поэтому считают, что «квантовую механику нельзя понять, к ней надо привыкнуть». И это заявление также принадлежит нашему современнику, известному советскому математику С. Соболеву. Вспоминается шутивное обращение Д. Байрона: «Ученый, ты объясняешь нам науку, но кто объяснит нам твоё объяснение?» Сказано давно, но остается современным.

Большая наука уже много лет тоскует по необычному, «сумасшедшим», то есть парадоксальным, теориям. Положение дел хорошо отгенил известный датский физик Н. Бор, когда в конце 50-х годов после доклада виднейших физиков В. Гейзенберга и В. Паули заметил: «Все мы согласны, что ваша теория безумна. Вопрос, который нас разделяет, состоит в том, достаточно ли она безумна, чтобы иметь шанс быть истинной. По-моему, она недостаточно безумна для этого».

Совершенно оригинальный способ вылавливать парадоксальные идеи практикуется американским журналом «Физическое обозрение». Обычно он печатает сообщения, в которых ниспровергаются основы науки. Но

интересно следующее. Большинство статей, направляемых в журнал, отвергается редакцией не потому, что их нельзя понять, а потому именно, что их можно понять. А вот те, которые понять нельзя, как раз и печатаются...

Великое открытие, когда оно едва появляется, наверняка возникает в запутанной и бесвязной форме. Самому первооткрывателю оно понятно лишь наполовину, а для всех остальных тем более тайна. Поэтому любое оригинальное построение кажется поначалу безумным, не имеющим никаких надежд на успех. Это и учитывает журнал, издавая непонятные работы.

Вопрос о том, как поступать с «безумными идеями», волнует многих. В самом деле, чтобы появиться в печати, статьи, а еще пуще того — монографии должны быть понятны редакции и соответствовать принятым в науке законам. Но ведь по-настоящему новая идея в таком случае почти обречена: как может она удовлетворить столь суровым требованиям?

Советский физиолог академик П. Анохин в связи с этим считает, что если работа не является совершенно абсурдной, ее можно обнародовать. А профессор Л. Сапогин предлагает ввести официальное разрешение докторам наук публиковать «нелепые» с позиций редакции результаты хотя бы один раз в 10...15 лет. В этом случае рецензенты должны видеть своей задачей отсеивание лишь явно безграмотных с научной точки зрения работ.

Таким образом, чем глубже противоречие в знании, чем острее парадокс, тем парадоксальнее, то есть нелепее, алогичнее обязана быть теория, привлеченная для разрешения противоречивой ситуации. Ибо только такая «ненормальная» теория способна сдвинуть человечество с неподвижной точки. Когда встречаются идеи с характером, заметил Гете, возникают явления, которые изумляют мир в течение тысячелетий. Наука и продвигается вперед соответственно числу и глубине парадоксов, которые она открывает и преодолевает, соответственно парадоксальности выдвигаемых ею новых идей.

Действительно, обнаружение парадокса — признак надвигающейся катастрофы. Ведь идеал любой науки — строгая, логически безупречная согласованность всех ее положений. Даже мелкие трещины, неясности в содержа-



Исаак Ньютон

нии отдельных теорий заставляют бить тревогу. А тут парадокс, вопиющее недоразумение. Наука от имени ее творцов всех времен и народов, очевидно, была бы готова заявить устами героя известного английского писателя О. Уайльда: «Парадокс? Терпеть не могу парадоксы!» Парадокс вызывает брожение в умах, которое не уляжется, пока наука не расправится с ним.

«Прости меня, Ньютон!»

Вместе с тем, разрешая противоречия и продвигаясь благодаря этому вперед, познание отыскивает новые парадоксы, ибо самое простое и понятное всегда то, что найдено вчера, а самое сложное и неясное то, что будет обнаружено завтра. Ведь и изучается все ради того лишь, чтобы, завоевав один рубеж, пойти дальше, чтобы вновь встретить неизведанное и потребовать его уточнений. Наука словно бы задалась целью опровергнуть афоризм: «Если что и непонятно во вселенной, так это то, что она вообще поддается пониманию». Действительно, человек каждодневно убеждается, что явления и процессы, казалось бы, сложные, необъяснимые, рано или поздно удаётся объяснить.

Однако, превратив непонятное в понятное, мы тут же устремляемся в новые поиски. Поэтому то, что в настоящую минуту является парадоксом, со временем уже перестает волновать умы, принимается как норма. Вместе с тем на смену старым встают другие противоречия, другие парадоксы.

В механике и теории тяготения, созданных гением И. Ньютона, поначалу видели нечто «туманное» и даже «темное». Но позднее уже сами критики были осуждены как люди «темные» и отставшие от науки. Положения ньютоновских теорий стали классическими, вошли в учебники и не вызывали недоумения. Споры шли теперь не об их истинности, а о природе их достоверности.

И тем не менее всему своя пора. Назрели новые события. Наука не стоит на месте. И вообще, как заметил английский математик и логик на рубеже последних столетий А. Уайтхед, наихудшим воздаянием гению было бы некритическое принятие тех истин, которыми мы ему обязаны.

На помощь механике И. Ньютона пришла объяснить природу непонятная теория относительности. Великое творение А. Эйнштейна — одно из парадоксальных явлений научной мысли. Немногие ученые приняли появление этой теории охотно. Примечателен, например, такой факт. В 1923 году один канадский экономист спросил английского физика Э. Резерфорда, что он думает о теории относительности. «А, чепуха, — ответил он. — Для нашей работы это не нужно». И такое прозвучало в пору, когда теория относительности уже не была в диковину и Э. Резерфорд был не новичок в науке, а всемирно известный естествоиспытатель. Вскоре за научные заслуги он получит от британского правительства титул лорда Нельсона.

Поэтому можно понять А. Эйнштейна, который, утвердившись в правоте своих идей и сознавая, что их принятие рушит классические представления, воскликнул: «Прости меня, Ньютон! Ты нашел тот единственный путь, который в свое время был возможен для человека наивысшего полета мысли и наибольшей творческой силы».

Все началось с установления факта постоянства скорости света. Эксперимент американского физика из Чикаго А. Майкельсона в кон-



Альберт А. Майкельсон

це XIX века показал, что свет может двигаться всегда только с одной и той же скоростью — 300000 километров в секунду. Этот результат грозил чрезвычайными последствиями.

Дело в том, что скорость света является наивысшей. Природа словно наложила запрет. Никакой сигнал, по крайней мере из тех, что известны, не может распространяться быстрее света. Далее, скорость света постоянна относительно любой инерциальной, то есть движущейся равномерно и прямолинейно, системы отсчета. Это значит, что с какой бы высокой скоростью ни двигалось тело, излучающее свет, по направлению своего движения, скорость светового сигнала будет неизменной — 300 000 километров в секунду. Это и порождало странности. Проведем такой мысленный эксперимент. Допустим, мы имеем ракету, развивающую скорость, близкую к световой, к примеру, 299 000 километров в секунду. Оборудуем ее установкой, способной излучать свет, и приборами, учитывающими время и пройденные расстояния.

А теперь направим ракету в сторону некоей космической цели. Когда ее скорость достигнет предельной, ракета пошлет в направле-

нии той же цели световой сигнал. И вот что мы обнаружим.

По отношению к земному наблюдателю световой сигнал обгонит ракету и будет двигаться впереди нее со скоростью 300000 километров в секунду. И это естественно. Но с такой же скоростью свет будет убегать вперед и по отношению к ракете, хотя она — в системе земного наблюдения — почти не отстает от него. А это уже «противоестественно». Тем не менее от такого вывода никуда не уйти, ибо световому сигналу безразлично, оставил ли он за собой Землю или летящую с громадной скоростью ракету. Его скорость по отношению и к Земле и к ракете одинакова.

Через 1 секунду после того, как свет был выпущен, он пройдет 300000 километров. Заметим это место. Вслед за световым сигналом в той же точке пространства появится ракета. По нашим земным расчетам, луч успел за эту земную секунду обогнать ракету всего лишь на 1000 земных километров. А вот по расчетам приборов на ракете, он сумел убежать от нее за 1 секунду уже на 300000 километров.

Эти показания также не укладываются в привычные представления. Остается предположить лишь одно: на нашей ракете приборы отсчитывают другие секунды и другие километры, нежели те, с которыми оперируем мы на Земле.

Объясняя эти странности, теория относительности преподнесла целый ряд совершенно парадоксальных решений: новое понимание проблемы одновременности, эффекты сокращения длин и замедления времени, особенно дающие о себе знать при скоростях, приближающихся к скорости света, и другие. Более всего вызывал недоумение вывод о замедлении времени.

Проведем еще один мысленный эксперимент. Снова отправим в космическое плавание ракету. На противоположных точках ее боковых стенок помещены источник и приемник светового сигнала, есть и приборы, регистрирующие движение света, и даже экспериментаторы, отмечающие показания приборов.

Когда ракета-корабль наберет высокую скорость, ее экипаж посылает с одного борта на другой световой сигнал. С точки зрения на-

блюдателя, находящегося внутри ракеты, свет пройдет расстояние, равное ширине помещения, то есть длине перпендикуляра, опущенного с одного борта на противоположный. Однако внешний наблюдатель, от которого ракета удаляется, скажем, наблюдатель на Земле, получит иные результаты. Поскольку корабль движется, то согласно показаниям земного наблюдения тот же световой сигнал пройдет отрезок, равный уже длине гипотенузы треугольника. Одна сторона этого треугольника — путь, который прошел наш корабль (за время, пока свет достиг приемника), а другая — ширина корабля.

Но что же происходит? Получается, что световой сигнал, движущийся от одного борта ракеты к другому, пробегает разное расстояние (то большее, то меньшее), хотя движется относительно этих наблюдателей с одной и той же скоростью. Это типичный парадокс: из принятых положений вытекают противоположные, друг друга исключаящие следствия.

Спасение от парадокса и несла теория относительности. Однако несла ценой признания также парадоксального допущения: в движущихся системах время замедляется. Поэтому свет и успевает за это «растянувшееся» в движущемся корабле время пробежать нужное расстояние. Притом чем выше скорость, тем сильнее замедление. Конечно, расстояние также в этих условиях претерпевает изменения, испытывая сокращения, но от этих процессов мы сейчас отвлекаемся.

Итак, время относительно. Его течение зависит от условий наблюдения. Этим А. Эйнштейн и опроверг укоренившуюся аксиому об абсолютности времени.

Более зримо необычность новой теории представлял «парадокс близнецов». Если один из братьев-близнецов отправится в длительное космическое путешествие, то он вернется... в свое будущее.

Поскольку время на корабле — в силу большой скорости — будет протекать замедленно, то и наш космонавт станет изменяться медленнее, чем если бы он продолжал жить в земных условиях. Между тем другой брат, оставшийся на Земле, за это время (время путешествия) состарится ровно на столько, сколько ему определено земным обитанием. Стало быть, когда братья встретятся, разница в их

возрасте окажется тем значительнее, чем дольше и чем с большей скоростью продолжалось путешествие.

Теория относительности вызвала колоссальные сдвиги в умах. Как отмечал известный английский математик Г. Харди, если бы не было А. Эйнштейна, физическая картина мира была бы иной.

Но вот едва успели не то чтобы привыкнуть, а скорее смириться с положениями теории относительности, как на глазах рождается новая парадоксальная идея.

Собственно, а почему не может быть скоростей больших, чем скорость света? Опираясь на это предположение, допускают существование частиц, могущих быть носителями таких сверхсветовых сигналов. Их назвали тахионами.

Тахионы наделяются способностью двигаться с какой угодно большой скоростью, но она не может быть меньше скорости света. Больше — пожалуйста, но меньше... Здесь положен запрет, только он проходит с другой стороны светового барьера. Как на дуэли, барьер переходить нельзя. Верно, и «дуэлянты» тут неравноправны. Если для движения тел, рассматриваемых в теории относительности, скорость света является наивысшей, то для тахионов она, напротив, самая низкая.

Как меняются представления! Когда-то мысль о том, что скорость света — предел возможных передвижений, казалась парадоксом. А ныне парадоксальными объявляются уже попытки зарегистрировать сверхсветовые скорости.

Парадоксы, где их не должно быть

Фактически наука и движется от парадокса к парадоксу. Это вехи, которыми обозначены ее взлеты. Но и падения тоже, поскольку выявление парадокса воспринимается вначале как наступление катастрофы, как развал искусно построенного здания.

Обратимся в связи с этим к самой строгой науке — математике. Казалось, здесь-то не должно возникать ничего похожего. Не случайно говорят: вероятно, величайший парадокс состоит в том, что в математике имеются парадоксы. Они не только есть, но и представляются наиболее впечатляющими, а вме-

сте с тем особенно сложными и трудными для понимания.

За свою историю математика испытала три сильнейших потрясения, три кризиса, которые касались ее основ. И все три сопровождались обнаружением парадоксов. Одновременно с этим их преодоление достигалось ценой введения необычных понятий, утверждением невероятных идей. Одним словом, парадоксы разрешались благодаря тому лишь, что они порождали новые, также парадоксальные теории.

Первый кризис разразился еще в древности и был вызван открытием факта несоизмеримости величин. Что это означает?

Две однородные величины, выражающие длины или площади, являются соизмеримыми, если они обладают так называемой общей мерой. То есть если имеется такая однородная с ними величина, которая укладывается в каждой из них целое число раз. Полагали, что все длины и площади соизмеримы. Вообще над этим как-то не задумывались. И вот обнаружили странное...

Оказывается, диагональ квадрата и его сторона не имеют общей меры, и их отношения нельзя выразить с помощью известной к тому времени рациональных, то есть целых или дробных чисел. Это и вызвало кризис античной математики. Парадокс состоял в том, что по отдельности каждая из несоизмеримых величин — и диагональ и сторона квадрата — может быть измерена и количественно точно определена. Однако выразить их длины через отношения друг к другу посредством имевшихся тогда чисел не удавалось.

Поясним это с помощью такой операции. Возьмем сторону квадрата и станем откладывать ее на диагонали. Мы обнаружим, что сторона не укладывается на ней целое число раз. Обязательно будет остаток. Но ведь можно попытаться уложить остаток: если он уместится целое число раз, общая мера найдена. Увы! И остаток не уместается в целое число действий. Снова получается остаток, который ведет себя точно так же, как его более крупные предшественники, и т.д.

Это не поддающееся измерению отношение диагонали и стороны квадрата было пред-

ставлено выражением $\sqrt{2}$. Оно имеет следующее происхождение.

Если квадрат разрезать по диагонали, получим два прямоугольных равнобедренных треугольника, где линия бывшей диагонали будет гипотенузой, а стороны квадрата — катетами. Согласно знаменитой теореме Пифагора квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов, точнее, площадь квадрата, построенного на гипотенузе, равна сумме площадей квадратов, построенных на катетах. Отсюда и величина отношения гипотенузы к катету (или диагонали к стороне квадрата), равная $\sqrt{2}$.

Позднее нашли, что также несоизмеримы отношения длины окружности к диаметру (оно выражается числом π), площади круга и квадрата, построенного на радиусе, и другие величины.

Кризис был преодолен введением новых чисел, которые не являются ни целыми, ни дробными. Они могут быть представлены в виде бесконечных непериодических дробей. К примеру, $\sqrt{2} = 1,41\dots$, $\pi = 3,14\dots$ и т.д. Людям, знавшим только рациональные числа, вновь введенные казались несуразными, противоестественными. Это отразилось и в их названии: «иррациональные», что значит «бессмысленные», лежащие по ту сторону разумного.

Дело в том, что если целые числа и дроби имели ясное физическое толкование, то для иррациональных чисел его не находилось. Был только один способ придать им реальный смысл: сопоставить с ними длины определенных отрезков. Греки так и поступили. Они отказались от понимания иррациональных чисел в качестве именно чисел, а истолковали их как длины, то есть перевели на язык геометрии.

Здесь важно подчеркнуть, что введение новых чисел оказало сильнейшее влияние на последующее развитие математики.

Очередная катастрофа произошла несколько веков спустя и особенно терзала математику в XVII...XVIII столетиях. В этот раз дело касалось истолкования бесконечно малых величин. Мы видели, что бесконечность участвовала и в первом кризисе. Там она отразилась в способе представления иррациональных чисел. Она будет участвовать и в третьем кризисе. И вообще, полагают некоторые, если ре-

зюмировать сущность математики в немногих словах, то можно сказать, что она — наука о бесконечном.

Так, крупнейший немецкий ученый XX века Д. Гильберт, имея в виду математику, писал: «Ни одна проблема не волновала так глубоко человеческую душу, как проблема бесконечного, ни одна идея не оказала столь сильного и плодотворного влияния на разум, как идея бесконечного». Но вместе с тем, заключает он, «ни одно понятие не нуждается так в выяснении, как понятие бесконечного». Однако вернемся к кризисам.

Бесконечно малые — это переменные величины, стремящиеся к нулю, точнее, как было показано позже, стремящиеся к пределу, равному нулю. Кризис возник в силу расплывчатого понимания бесконечно малого. В одних случаях оно приравнялось к нулю и при вычислениях отбрасывалось, в других же — принималось как значение, отличное от нуля, о чем говорит и само название. Причина столь противоречивого подхода к бесконечно малым объясняется тем, что их рассматривали в качестве постоянных величин. В силу этого бесконечно понималось как нечто завершенное, имеющееся налицо, данное всеми своими элементами.

Выход из кризиса был найден созданием теории пределов, окончательно построенной в начале XIX века известным французским математиком О. Коши. Это парадоксальное состояние (полагать бесконечно малые нулями и в то же время неравными нулю) О. Коши разрешает введением качественно новых, неслыханных ранее величин. Он берет их из области возможного, а не действительного. Бесконечно малые — это величины, которые существуют лишь как постоянно изменяющиеся, стремящиеся к пределу, но никогда его не достигающие. То есть они всегда остаются в возможности, в потенции, так что не реализуется ни одна из указанных альтернатив. Величины не застывают в каких-либо одних конкретных значениях. Они постоянно изменяются, приближаясь к нулю, но и не превращаясь в нуль. Интересные величины!

Последний кризис (последний по времени, но, надо полагать, не по счету) имел место на рубеже XIX...XX веков и был столь мощным, что затронул не только саму математику

ку, но и логику, поскольку эти науки тесно связаны, и язык, поскольку дело касалось способов точного выражения содержания наших мыслей.

К концу XIX века в качестве фундамента всего здания классической математики прочно утвердилась теория множеств, развитая выдающимся немецким ученым Г. Кантором. Понятие «множество» или «класс», «совокупность» — простейшее в математике. Оно не определяется, а поясняется примерами. Можно говорить о множестве всех книг, составляющих данную библиотеку, множестве всех точек данной прямой и т.д. Далее вводится понятие «принадлежать», то есть «быть элементом множества». Так, книги, точки являются элементами соответствующих множеств. Для определения множества необходимо указать свойство, которым обладают все его элементы.

С появлением теории множеств казалось, что математика обретает ясность и законченность. Теперь ее грандиозное здание напоминало несокрушимую крепость. Оно было прочно заложено и обосновано во всех своих частях. Недаром же крупнейший французский математик того времени А. Пуанкаре в послании очередному математическому конгрессу торжественно заявлял, что отныне все может быть выражено с помощью «целых чисел и конечных и бесконечных систем целых чисел, связанных сетью равенств и неравенств».

Увы, скоро, очень скоро обнаружили сначала частные, а позднее фундаментальные изъяны. Но здесь в разговор вмешивает-ся логика.

Дело в том, что основные понятия теории множеств допускали логическое описание. Доказательство возможности существования математических объектов также получало логическое оправдание. Мы не будем вникать в детали. Отметим лишь следующее. Многие исследователи, учитывая только что сказанное, задались целью свести математику к логике, то есть выразить исходные математические понятия и операции логически. Казалось даже, что эта программа — ее назвали программой логицизма — близка к завершению. Немецкий логик и математик Г. Фреге уже заканчивал и частью издал трехтомный труд «Обоснования арифметики», венчающий

усилия логицистов, как вдруг разразилась «арифметическая катастрофа».

В 1902 году молодой английский логик Б. Рассел обратил внимание Г. Фреге на противоречивость его исходных позиций. Г. Фреге использовал такие понятия, что это вело к парадоксу. Попробуем в нем разобраться.

Мы уже говорили, что множество (класс) есть совокупность объектов, которые и составляют элементы данного множества. Поскольку само множество тоже объект, как и его элементы, то вставал вопрос, является ли множество элементом самого себя, то есть принадлежит ли оно к числу элементов собственного класса? В этом пункте начиналось интересное.

Есть два вида классов. Одни содержат себя в качестве собственного элемента. Например, класс списков. Его элементами являются конкретные списки. Скажем, список книг какой-либо библиотеки, список студентов некоторой группы и т.д. Но и сам класс оказывается в числе своих элементов, потому что список списков есть также список. Аналогично и каталог каталогов есть каталог.

Однако подобных классов очень немного. Обычно же классы не содержат себя в качестве собственного элемента. Возьмем, например, множество «человек». Его составляют конкретные люди: Петров, Сидоров, Аристотель. Любой человек, молодой или в возрасте, мужчина или женщина, студент или профессор — каждый из них является элементом множества «человек». Само же это множество элементом собственного класса стать не может, ибо нет человека вообще, человека как такового. Это не более чем абстракция, понятие, которое отвлечено от всех конкретных признаков и существует только в идеальном виде как мысленная конструкция.

А теперь образуем класс из всех вот таких классов, которые не включают себя в качестве своего элемента: «человек», «дерево», «планета» и т.п. Образовали. Попытаемся также определить, будет ли он, этот новый класс, входить элементом в свое же множество или не будет? Здесь и возник парадокс. Если мы включим его в свой класс, то его надо выключить, потому что сюда, по условию, входят только те множества, которые не являются собственными элементами. Но если выключим

чим, тогда надо включить, поскольку он будет удовлетворять условию: он же в этом случае не является элементом своего множества.

Таков смысл парадокса, названного именем Б. Рассела. Имеется его популярное изложение — «парадокс парикмахера». Он приписывается также Б. Расселу.

В некоей деревне, где жил единственный парикмахер-мужчина, был издан указ: «Парикмахер имеет право брить тех и только тех жителей деревни, которые не бреются сами». Спрашивается, может ли парикмахер брить сам себя? Как будто не может, поскольку это запрещено указом. И вместе с тем, если он не бреет себя, значит, попадает в число тех жителей, которые не бреются сами, а таких людей парикмахер имеет право брить.

Но логический парадокс, выявленный Б. Расселом, был свидетельством противоречий в содержании математической теории. Согласно одной из теорем Г. Кантора не существует самого мощного множества, то есть множества, обладающего наибольшим кардинальным (количественным) числом. Не существует потому, что для любого сколь угодно мощного множества можно указать еще более мощное.

Это с одной стороны. А с другой, интуитивно очевидно, что множество всех множеств должно быть самым мощным, ведь оно представляет совокупность всех множеств, какие только могут существовать, вообще включая все мыслимые множества.

Выступление Б. Рассела имело широкий резонанс. Конечно, парадоксы были отмечены и до него. О математическом парадоксе знал, в частности, и Г. Кантор. Знал, но надеялся устранить. Однако Б. Рассел обнажил самую суть противоречий, показав, что здесь не обойтись «текущим ремонтом» и нужны фундаментальные перемены. Парадоксы посыпались как из рога изобилия. Вспомнили и о тех, что были выявлены еще древними (в частности, «парадокс лжеца»), изобретали новые: «никогда не говори «никогда», «каждое правило имеет исключение», «всякое обобщение неверно». Это популярные. Шли поиски и с серьезными намерениями. В логике, лингвистике, математике — повсюду находили не замечаемые ранее противоречия.

Всколыхнув математику, парадоксы оказали плодотворное влияние на ее развитие. Возникло новое обоснование этой древней науки. Оно опиралось уже не на логические, а на интуитивные начала и породило новое направление в математике — конструктивную ветвь. Она принесла свежие нетрадиционные методы построения математических объектов и соответственно — нетрадиционные пути развития математической теории.

Одновременно получили импульс и классические разделы: был уточнен язык, введены более строгие понятия, шлифовались доказательства. Как писал Б. Рассел, благодаря выявлению и преодолению парадоксов, математика стала более логической. Впрочем, обогатилась и логика, которая стала более математической.

Таким образом, прослеживая историю математики, мы можем вслед за известным американским ученым

Ф. Дэйвисом, сказать, что во все времена, в любой точке своей эволюции стоило математике оказаться в кризисном положении, как ее спасала какая-нибудь новая идея. Она придавала математике строгость, восстанавливая авторитет непогрешимой науки. Поэтому не стоит бояться парадоксов, ибо самые трепетные из них «могут расцвести прекрасными теориями».

«А разве что-нибудь еще осталось открывать?»

Мы отметили наиболее сильные потрясения, постигшие математику. Но ее история хранит немало других, хотя и не столь острых, однако глубоких сдвигов, повлиявших на судьбы науки.

И так везде, в любой отрасли знания. С одной стороны, парадоксы, конечно, неприятны, ибо вносят разлад в умы, нагнетают обстановку. А с другой, без парадоксов что за жизнь? Все тихо, нет ни тревог, ни волнений. Но нет и продвижения вперед. Фактически беспарадоксальная наука — смерть науки. К счастью для нее, порой лишь кажется, что мы близки к разрешению всех противоречий и что вот-вот наступит время безоблачного существования, не омрачаемого заботами, как бы справиться с очередным парадоксом.

В конце XIX века, например, кое-кто из физиков был чуть ли не готов сдать свою науку в архив, настолько представлялось в ней все гладко и покойно. Об умонастроении среди ученых хорошо говорит следующий факт, сообщаемый выдающимся немецким физиком М. Планком.

В 1879 году после защиты в Мюнхене диссертации М. Планк пришел к своему учителю Ф. фон Жолли поделиться планами на будущее и сказал, что намерен заняться теоретической физикой. Ответ ошеломил его. «Молодой человек. — услышал он, — зачем вы хотите испортить себе жизнь, ведь теоретическая физика уже в основном закончена... остается рассмотреть отдельные частные случаи. Стоит ли браться за такое бесперспективное дело?»

И уж вовсе забавно. Когда в конце прошлого века известному немецкому исследователю Г. Кирхгофу рассказали об одном открытии в физике, он удивленно спросил: «А разве что-нибудь еще оставлено открывать?»

27 апреля 1900 года с речью по поводу начала нового столетия выступил один из авторитетных английских физиков того времени, В. Томсон, За большие научные заслуги он, как и Э. Резерфорд, получил от своего правительства титул лорда Кельвина. Это имя происходит от названия речки в родном селении ученого. Так он и вошел в историю науки под двумя фамилиями, что, кстати, послужило однажды источником забавного недоразумения. Один физик того времени как-то с возмущением пожаловался коллегам, что открытия, принадлежащие В. Томсону, стал присваивать себе... некий Кельвин.

Так вот, в упомянутой речи В. Томсон говорил, что физика приближается к завершению и скоро предстанет воплощенная в стройную, законченную научную дисциплину. Верно, продолжал докладчик, на ее чистом своде есть небольшие помехи. «Красота и ясность динамической теории тускнеют из-за двух туч». Но это, мол, не должно особенно удручать.

Первое, что смущало исследователей, пришло вместе с волновой теорией света. Она ставила вопрос: как может Земля перемещаться в таком упругом теле, каким является светонесущий эфир? Второе же облачко было связано с проблемой распределения энергии.

Оказалось, что из таких вот «пятнышек», которые надеялись легко устранить, родились два великих парадокса. Их преодоление потребовало немало сил и завершилось построением великих теорий. Из первого парадокса-«облачка» выросла теория относительности (о ней мы уже говорили), а из второго — квантовая механика, о которой речь впереди.

В общем-то история преподнесла хороший урок. Казалось бы, после случившегося едва ли кто рискнет так откровенно предсказывать грядущую «бесперспективную» науку и преодоление всех противоречий. Тем не менее подобные мысли приходили ученым и позже. В 1931 году, например, выдающийся итальянский естествоиспытатель Э. Ферми утверждал, правда, полусерьезно, что физика идет к концу в том смысле, что скоро в ней все будет ясно, совсем как в географии. А будущее пророчил генетике. Интересно, что Э. Ферми в конце жизни (он умер в 1954 году) собирался написать книгу о трудных вопросах науки. Но трудными-то он и считал наиболее ясные места, именно те, о которых обычно говорят: «как хорошо известно», «как легко показать» и т.п. Э. Ферми начал даже подбирать темы, лишь кажущиеся простыми, а на самом деле сложные и запутанные. Этим, надо полагать, ученый окончательно похоронил надежды на то, что когда-либо физика исчерпает все свои проблемы.

Действительно, наступления такого спокойного, необремененного поисками ответов состояния ожидать не приходится. Оно не удовлетворило бы прежде всего ни саму науку, ни ее ученых. Если позволено будет провести аналогии, мы обратились бы к одному жизненному наблюдению.

Поэт Е. Винокуров пишет, как он был молод и беспечен и как, осознавая свои недостатки, боролся с собой, сопротивлялся и, «напрягаясь от судорог, жил». Наконец, он, казалось бы, преодолел несовершенство, исправился и обрел покой. Но вот теперь поэт вдруг ощутил, что от него что-то безвозвратно ушло. Стихотворение заканчивается характерным признанием:

Стал я словно бы патока сладок,
Стал я как-то уж слишком умен...,
...Мне б вернуть хоть один недостаток
Из далеких и старых времен!

Но если парадоксы оказывают столь решительное влияние на рост науки, то это должно стать основой методологических советов.

В свое время еще Гегель настойчиво призвал оставить излишнее «нежничанье» («Zartlichkeit») с вещами. И тогда, справедливо считал он, наше видение мира станет более острым, необычным, а анализ беспощадным.

К парадоксам следует воспитывать в себе особые симпатии. Ведь в них обнажаются «горячие точки» науки, пункты ее наиболее вероятных продвижений вперед. Фактически исследователю предлагается не просто быть внимательнее к противоречиям, не проходить мимо и т.п. Этого недостаточно. Следует выискивать и обнажать их.

Есть еще одна сторона вопроса. Всякая научная теория представляет завершение цикла усилий, которые она венчает. Вместе с тем стоящая теория обязана наметить и вехи дальнейшему развитию науки, поставить новые проблемы. Это предполагает критическое отношение ученого к тому, что им создано. То есть он должен не только скрывать слабые места, а, напротив, обнажать их, поскольку ему они известны лучше, чем кому-либо. Другое дело, что не каждый на этот шаг пойдет. Но таких ученых мы знаем.

В конце XIX века выдающийся русский естествоиспытатель И. Мечников создает знаменитую теорию фагоцитоза, за разработку которой ему была присуждена в 1908 году Нобелевская премия. Речь идет о способности клеток животных организмов захватывать плотные частицы и затем, если они органического происхождения, перерабатывать, переваривать их «Фагос» и означает в греческом «пожирающий», а «цитос» — «вместилище», здесь — «клетка». Отсюда и термин «фагоцитоз», введенный также, кстати сказать, И. Мечниковым.

Теория была новой, необычной и по ряду пунктов еще недостаточно законченной. Ученый искал подтверждений своей идее, уяснял возможности ее применения в соседних разделах биологии и медицины. Искал и уязвимые места, чтобы совершенствовать. Так он писал: «Стараясь... представить общую картину явлений невосприимчивости при заразных болезнях, я желал вызвать критику и возражения, чтобы выяснить судьбу фагоци-

тарной теории в приложении к вопросу о невосприимчивости».

И. Мечников специально выступал в тех научных собраниях, где могли быть его противники. С этой целью он представил, например, доклад на Парижский международный конгресс врачей в 1900 году, подчеркнув, что сознательно старался вооружить несогласных сведениями, чтобы они имели возможность поспорить с ним.

Исследователи ставят в пример современного австралийского биолога Ф. Барнета, который обычно завершает свои статьи перечислением пунктов, где развиваемая им точка зрения более всего нуждается в уточнении.

В самом деле, настоящий ученый обеспокоен развитием науки в целом, а не только судьбой собственной теории. Любая теория лишь эпизод на пути великого движения человеческой мысли к истине. Истоки этого движения — неудовлетворенность достигнутым, желание новых успехов. Поэтому если в начальных стадиях развития идеи охотятся за фактами, ее подтверждающими, то позднее более важными могут стать факты, которые ей не подчиняются, ибо в них — ростки новых идей.

Известный немецкий изобретатель XIX века Р. Дизель, которому человечество обязано высокотехнологичными двигателями внутреннего сгорания, не случайно заметил однажды: когда опыт кончается неудачей, начинается открытие.

Так же и Н. Семенов, крупный советский химик, главным в опыте почитает не то, что несет подтверждение теории, а то, что противоречит ей. Руководствуясь именно этим правилом, он и получил замечательный результат — разветвленные цепные реакции в химических процессах, — а затем и Нобелевскую премию. В одном из экспериментов со свечением фосфора все оказалось не так, как показывали законы. Ученый не побоялся пойти им наперекор. Многие приняли его сообщение с недоверием. Видный немецкий специалист М. Боденштейн, например, посчитал выводы Н. Семенова ошибкой эксперимента. Сомнения выразил и авторитетный советский ученый А. Иоффе — «папа Иоффе», как его ласково называли наши физики. Однако

Н. Семенов оказался прав, и его цепные реакции вошли в золотой фонд науки.

Характерно, что степень «рассогласованности» между данными опыта и признанной теорией является обычно показателем глубины назревающих событий. Как в шутку заметил выдающийся французский ученый Ф. Жолио-Кюри, чем дальше эксперимент от теории, тем он ближе к Нобелевской премии. Поэтому все заслуживающие внимания неясные пункты, все странности и несоответствия принятым или только нарождающимся положениям науки надо обнажать, доводить до сознания эпохи. Кто знает, не зарыты ли здесь новые парадоксы и, стало быть, возможности новых продвижений в глубь материи.

Одним словом, нужны идеи. Значит, нужны люди, способные эти идеи изобрести, «возглавить» и бросить в гущу парадоксальных ситуаций. Но это все непросто, потому что обнаружить необычное, а еще более — объяснить его способны исследователи особого склада, мыслители, готовые к выдвижению и отстаиванию алогичных, «сумасшедших» теорий. Потому парадоксы и дружны с умами оригинальными, глубокими. Очень ярко сказал об этом великий А. Пушкин:

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещенья дух,
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг
И случай, бог изобретатель

Эти строки вообще примечательны. Поэт кратко выразил в них свои представления о науке, о тех ее решающих пунктах, которые определяют успех научного поиска.

Но стихи звучат так, словно написаны в наше, овеянное достижениями наук время, адресованы нашему читателю. В связи с этим характерны замечания выдающегося физика современности, президента Академии наук СССР в 1945...1951 годах С. Вавилова, своеобразно комментирующего приведенное место.

Здесь стоит сказать, что, будучи разносторонне мыслящим исследователем, С. Вавилов интересовался художественной литературой не только как любитель, но и профессионально, то есть так, как интересуются ею специалисты филологи. Известно, например, что, начиная с юношеских лет и до конца жизни, он вел дневник — размышление о траге-



Николай Семенов

дии В. Гете «Фауст». Постоянно носил с собой томик немецкого издания «Фауста», пытаясь постичь всю сложность этого уникального явления мировой культуры.

Цитируя пушкинские строки, С. Вавилов отмечает, что этот отрывок «гениален по своей глубине и значению для ученого», ибо «свидетельствует о проникновенном понимании Пушкиным методов научного творчества». Действительно, здесь учтено, кажется, все, что наиболее значимо для успеха научного поиска.

Прежде всего это то, что науковеды называют ныне общекультурным фоном эпохи («просвещенья дух»). Имеется в виду та духовная атмосфера, которая формирует стиль мышления ученого и которая представляет своеобразный сплав идей и достижений науки (естественной и общественной), философии, а также литературы и искусства. Далее, это многотрудное опытное знание — опора всех природных наук. Это и случай — непрерывный участник удачи, — и парадоксально мыслящий ум...

Поистине, творчество гениев соткано из парадоксов, ибо гении выбирают нехоженые пути, привлекают необычные методы, ищут странные решения. Не потому ли вокруг них



Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри и Абрам Иоффе

во все времена складывалась накаленная атмосфера? Их мысли и поступки сплошь и рядом воспринимались не иначе как чудачества. Впрочем, не только в науке. В искусстве, политике, других сферах человеческой деятельности та же картина. Повсюду, где назревала чрезвычайная обстановка крупных перемен, остро ощущалась потребность в созидании нового, там на помощь приходили вот такие, не от мира сего нарушители устоявшихся норм, смелые возмутители спокойствия. Это по их адресу прозвучали слова М. Горького: «Чудаки украшают мир». На этом мы заканчиваем вводную главу и вступаем в область описаний уже конкретных парадоксов. Хотелось бы лишь сделать одно разъяснение.

Бесспорно, парадокс — это противоречие, а противоречие, что бы мы ни говорили, всегда является в весьма неприятном сопровождении. Дело в том, что противоречивая теория, система знаний, противоречивый метод и т.п. не имеют права существовать. Не имеют потому, что из противоречия, как показывает логика, следует все, что угодно, то есть любое произвольное утверждение. Это познали еще древние, сопроводив свой вывод такой иллюстрацией: «Сократ бежит, и Сократ не бежит, следовательно, ты в Риме».

Таким образом, противоречию не должно быть места в науке. А с другой стороны беспарадоксальность науки означала бы ее гибель,

потому что без противоборств, острейших столкновений идей, конфликтов познание будет оставаться на месте.

Так в чем же дело? Науковеды и философы полагают, что надо говорить о своего рода «мере парадоксальности», то есть имеет место следующее: противоречия в науке налицо, но они носят конструктивный характер; они достаточно глубоки, чтобы вызывать недовольства умов, но вместе с тем и не настолько кризисны, чтобы науку нельзя было спасти от гибели. Парадоксы как выражение противоречий науки, конечно, время от времени должны угрожать ей. Однако это не может бросать нас в другую крайность: полагать, будто избавиться от парадокса мы способны лишь ценой отказа от того, что было завоевано прежней наукой.

В этом, кстати, видно проявление преемственности познавательного процесса: новое знание безжалостно разрушает старое, но и оставляет немало. Это и позволяет все более увеличивать «интеллектуальные кладовые» человечества.

А теперь обратимся к таким вот обновляющим, приводящим в движение организм науки парадоксам. И первым из них выделим как раз тот, что свидетельствует об отмеченных сейчас ситуациях науки, когда она решительно расстается со своим прошлым, чтобы возродиться вновь.