

ПАРАДИГМА ПОВЕРЖЕНА. ДА ЗДРАВСТВУЕТ ПАРАДИГМА!

Мы солнце старое погасим, мы солнце новое зажжем!

Наверно, самые потрясающие парадоксы науки – смена ее парадигм. Но что такое парадигма? Это понятие ведет свою родословную от греческого слова «парадейгма», что значит «норма», «образец». Парадигма обозначает устоявшиеся положения науки, которые обрели значение неукоснительных руководящих начал познания. Считается, что явления, процессы могут быть поняты, только если на них наложить в качестве схемы обязательного объяснения господствующие научные воззрения. Словом, парадигма – совокупность представлений, законов, принципов, которым рукополющет ученый мир.

Однако поставим вопрос так. Если допускается лишь то понимание фактов, которое санкционировано парадигмой, как возможен прогресс познаний? Здесь нас ожидает парадокс.

Развитие науки осуществимо только благодаря тому, что она безжалостно разрушает здание, ею же возведенное ранее с такой тщательностью. Мы постоянно разбираем за собой мостовую, которой устлан пройденный путь. А с другой стороны, если путь пройден и можно пойти дальше, отчего бы не воспользоваться строительным материалом, что остается позади? Прогресс познания и происходит как смена парадигм, не только разрушающих друг друга, но и что-то оставляющих на будущее.

Конечно, новое не равноценно. В одних случаях речь касается открытия явлений, которые сводимы к уже известным законам науки. Здесь нет проблем. Больше хлопот доставляют факты, обязывающие видоизменять научные положения, приспособившая их для объяснения этих «непокорных» явлений.

Но высшей степени перестройка знания ожидает нас в случае, когда осуществляется переход к совершенно новым теориям, возникающим на основе принципиально иных законов и положений. Это сопровождается ломкой парадигмы, потому что тут уже не обойдешься прививкой нового к старому. Необходимы радикальные меры, требующие выдвижения парадоксальных идей.

Понятно, что такой решительный шаг всегда труден. Он сопряжен с большими сдвигами в образе мышления ученых, в их психологии, в их симпатиях и антипатиях. Новое, можно сказать, продирается сквозь стену устоявшихся положений, канонизированных прежней наукой. Но, побеждая, оно со временем набирает силу, обрастает авторитетом и само становится парадигмой. Наступает стадия так называемой «нормальной» науки, так определяют ее существование под началом утвердившейся парадигмы.

Состояние «нормальной» науки продолжается, пока не возникнут отклонения, не объяснимые ни господствующей теорией, ни ее улучшенными вариантами. Тогда снова созревает «революционная ситуация», которой присущи напряженные поиски свежих парадоксальных идей. На них вся надежда. Только они способны вывести науку из создавшегося положения.

Таким образом, каждая парадигма проходит три стадии. Первое время ее встречают в штыки, как абсурдную, отказываясь принимать в науку. Тогда она, собственно, еще и не парадигма, а пока лишь новая теория с большим будущим. Затем наступает полоса признания, и новое знание входит обязательной частью в ткань науки. Наконец, на склоне лет все считают, что это само собой разумеется, наиболее дальновидные же задумываются, не пора ли парадигму заменить.

В шутку замечено, что все великие открытия переживают три этапа. Вначале о первооткрывателе говорят: «Он с ума сошел», потом — «Здесь что-то есть», а в заключительной стадии — «Это же так просто». Словом, получается, как у той не лишенной юмора школьницы, которая заявила: «Бедные гении, они вынуждены были открывать то, что мы проходим в школе».

Так мы и движемся от одного рубежа к другому, сопротивляясь новому, затем принимая его и, наконец, уложив им мостовую, уходя вперед.

Оттого, что новая парадигма рушит устои, без колебаний порывает с прошлым, некоторым исследователям показалось, будто наука чужда преемственных связей и каждая парадигма, стало быть, начинает все сызнова. Очень настаивает на этом известный американский ученый Т. Кун, а за ним и еще ряд науковедов.

Т. Кун в этих делах авторитет. Это он рассказал, как происходят революции в науке и смена парадигм; внедрил в обиход и само понятие «парадигма». Однако по вопросам преемственности познания (впрочем, как и по ряду других) с ним трудно согласиться. Трудно потому, что как же тогда объяснить научный прогресс. Очевидно, он и возможен только потому, что все ценное, будучи однажды добыто человечеством, сохраняется и на последующих рубежах. Верно, сохраняется не всегда в первоизданном виде, а переосмысливается и в этом преобразованном значении исправно помогает людям теоретически и практически овладевать внешним миром.

Будь парадигмы, сменяющие друг друга, полностью независимы, несопоставимы, связь между эпохами определенно оказалась бы утраченной. Тогда с каждым новым крупным поворотом мысли приходилось бы начинать с нулевого значения. Поэтому, хотя всякая парадигма и отрицает предыдущую, она не может отменить все то, что ею завоевано.

Есть еще одна сторона проблемы. Чем оправдать рождение новой парадигмы рядом со старой, если старая истина? В самом деле, ведь, как говорится, от добра добра не ищут. Поскольку ранее добытое знание сохраняет ценность, зачем же его заменять?

Здесь мы должны оттенить тот факт, что смена парадигм — свидетельство все более глубокого постижения мира. Поэтому, отвергая прежнюю парадигму, наука не отказывается от истины. Она лишь поднимается на новые ступени, переходит к следующей, более высокой правде.

...Когда умирал очередной самодержец Франции и престол занимал новый, на площадях Парижа разносилось: «Король умер. Да здравствует король!» Потому что престол не должен был оставаться пустым. И, взойдя на него, очередной претендент становился таким же королем, как и прежний.

Конечно, в науке иная обстановка, чем в обращении с коронованными особами. Но и здесь старые научные законы обязаны уступить место новым. Вместе с тем теория, разрушающая прежнюю истину, оказывается столь же истинной. То есть если парадигма состарилась, ее стремятся преодолеть, провозглашая одновременно: «Да здравствует парадигма!» Только обращено это уже к новому знанию. Одним словом, как заявляют решительные люди: «Мы солнце старое погасим. Мы солнце новое зажжем!»

Наука безупречна. ошибаются ученые

Однако старые истины не уходят так легко. Поэтому в пунктах пересечения интересов сменяющих друг друга парадигм и разыгрываются парадоксальные столкновения. Очевидно, было бы даже странно, если бы они не разыгрывались.

В эти переломные моменты ученые-коллеги раскальются на два враждующих стана. Одни — те, кто самоотверженно защищает новое, другие, наоборот, всеми средствами противостоят ему. И это вполне понятно. Поражает другое. В рядах сопротивляющихся новому узнаем не только консерваторов, адвокатов отживающей науки, реакционеров. Среди них, сколь это ни парадоксально, находим выдающихся ученых, в том числе самих первооткрывателей тех истин, против которых они восстают.

Известный современный американский ученый Ф. Дайсон считает даже, что в математике, например, консерватизм великих умов



Христиан ГЮЙГЕНС

является скорее правилом, чем исключением. Слишком часто, поясняет он, великие оказываются в плену у старых представлений там, где проложены дороги к новым воззрениям.

И однако же, несмотря на эти парадоксальные события, несмотря на заблуждения и отступления исследователей, восхождение человечества по пути познания не прекращается. Ибо наука безупречна, хотя отдельные ученые то и дело ошибаются.

Почему же так неохотно расстаются со старым? Чем объяснить такой застой мышления, в общем-то не свойственный науке, ее творцам? На этом необходимо остановиться подробнее.

Прежде всего здесь проявляется то, как мы уже говорили, что прежняя парадигма истинна. Она и утвердилась в свою пору только благодаря этому. То, что она представляет неполное, ограниченное знание, может быть, даже знание, обремененное заблуждениями, это осознается позднее. Для своего времени, и, пуще всего для своего творца, ее положения безгрешны и неоспоримы. Так отчего же их не отстаивать?

Но если защищается старая теория, то приходится выступать против новой. Отсюда своеобразная инерция мысли, которой под-

властны ученые, И мы видим, как один великий вступает в неприкрытую вражду с другим великим исследователем, как он сокрушает того, чьи идеи развивает, не осознавая этого сам, видим даже, как порой ученый методически и последовательно борется с... самим собой, отвергая собственные выводы.

Выдающиеся естествоиспытатели XVII века датчанин Х. Гюйгенс и немец Г. Лейбниц, вооружась каждый своими аргументами, ополчились против теории тяготения Ньютона. Оба отказывались ее принять, а Г. Лейбниц стал даже ярким противником теории, назвав ее «невнятной».

Вескую оппозицию испытали и взгляды известного английского ученого Д. Дальтона, когда он в начале прошлого столетия выступил с обоснованием знаменитого закона кратности отношений, который мы помним еще из школьного курса химии. Поскольку все вещества состоят из атомов, они должны, полагал ученый, вступать в соединения только в целых кратных отношениях.

Этот вывод был получен первоначально чисто теоретически, на основе идеи об атомистическом строении материи. Лишь позднее ему нашли экспериментальные подтверждения. И вот когда Д. Дальтон делал в Лондоне доклад о законе, он подвергся острейшей критике со стороны видного естествоиспытателя той поры, соотечественника сэра Г. Дэви. Влияние Г. Дэви было внушительным, он пользовался бесспорным авторитетом, и, надо полагать, не без его участия работа Д. Дальтона не была своевременно опубликована.

Мы уже писали о крупнейшем английском ученом У. Томсоне — том самом, что столь неосторожно предсказывал физике безоблачное будущее. К сожалению, выдающийся естествоиспытатель известен и как противник некоторых великих открытий своего времени. Он, например, присоединился к тем ученым, которые не захотели смириться со столь радикальной мыслью, какую явилась идея распада атома. У. Томсон так и умер, не признав, что явления радиоактивности есть свидетельство расщепления атомов элементов. Он воевал также против развиваемой его соотечественником Д. Максвеллом электромагнитной теории света. И лишь после опытов знаменитого русского физика П. Лебеде-

ва, доказавшего в самом конце XIX века существование светового давления, В. Томсон признал электромагнитную теорию. Подобных фактов в истории познания немало. Вообще едва ли какое-либо значительное открытие проходило без того, чтобы вокруг не разыгрывались страсти. Особенно напряженными бывают столкновения в пору рождения идей, затрагивающих основы мировоззрения. И чем более глубокими переменами грозит принятие нового, тем ожесточеннее его неприятие.

Такова, к примеру, судьба гениального учения польского мыслителя XVI века Н. Коперника, утвердившего центральное положение Солнца, предписав Земле и другим планетам вращаться вокруг него.

Конечно, восстала церковь. Характерно, что, несмотря на внутренние распри, она выступила здесь единым фронтом. Лидер протестантов, ярый противник официальной католической религии, немецкий богослов М. Лютер заявил о Н. Копернике: «Этот дурак хочет перевернуть все астрономическое искусство». М. Лютера поддержал соратник по движению против католичества немецкий филолог Ф. Меланхтон. Он объявил смелую идею бессмысленной до неприличия затеей и потребовал обуздать «астронома, который заставляет Землю двигаться, а Солнце стоять на месте». Господствующая же католическая церковь внесла книгу Н. Коперника в Индекс запрещенных изданий с пометкой: «Впредь до исправления». Так она и числилась в Индексе до 1882 года.

Что против шла церковь, бунтовал обыватель — в этом нет удивительного. Поражает другое. Учению Н. Коперника сопротивлялись ряд выдающихся ученых. «Я был убежден, что новая система — чистейшая глупость» — так отозвался о взглядах великого полка Г. Галилей.

Правда, это относится к той поре, когда Г. Галилей делал первые шаги в своей научной карьере. Позднее, как известно, он не только принял теорию Н. Коперника, но и стал ее горячим приверженцем, за что сурово поплатился. Несмотря на покровительство папы, церковь потребовала суда над 69-летним ученым. Под угрозой запрещения научной деятельности, сожжения неопубликован-

ных трудов, пыток он вынужден был отречься от нового учения. Однако и после этого его не оставили в покое. В течение всех последних девяти лет жизни — допросы, давления, угрозы. Характерно, что решение об осуждении Г. Галилея церковь отменила лишь в 1971 году.

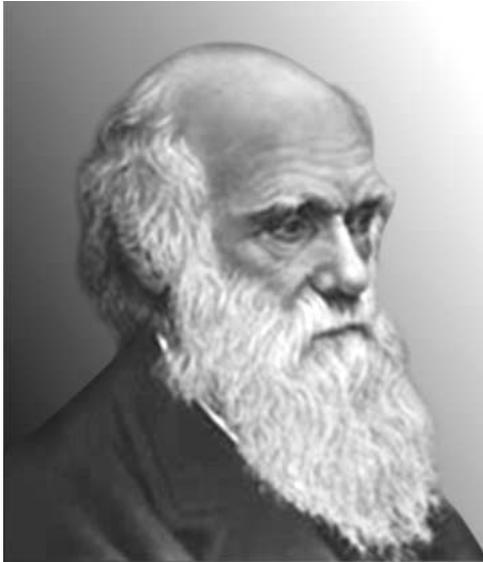
К сожалению, не понял значения идей Н. Коперника выдающийся материалист прошлого, родоначальник философии нового времени Ф. Бэкон. Он характеризовал гелиоцентрическую систему как «спекуляции человека, который не заботится о том, какие фикции он вводит в природу...». «Ему важно лишь, — заключает Ф. Бэкон, — чтобы это отвечало его вычислениям».

Положим, Г. Галилей молод, а Ф. Бэкон далек от астрономии. Но вот мнение зрелого специалиста, да еще такого авторитетного, как Т. де Браге.

В те времена, когда учение Н. Коперника едва появилось и заставило заговорить о себе, на это откликнулся и датский астроном Т. Браге. Он был уже достаточно известным естествоиспытателем, возглавлял крупнейшую обсерваторию, имея на своем счету немало солидных открытий.

В 1588 году им выдвинуты следующие возражения Н. Копернику. Если Земля движется, как тому учит новая система мира, почему брошенный с высоты башни камень падает у ее подножия? Далее, второй довод. Земля — массивное, тяжелое тело, которое отнюдь не приспособлено к движению. Какие же силы способны вращать его наподобие звезды? Ученый апеллировал даже к святому писанию, где говорится о движении Солнца, но не Земли.

Все же отдадим Т. Браге должное. Он хотя и возражал Н. Копернику, но вместе с тем восхищался его гением. Признавал ясность и простоту выдвинутой им идеи, видел ее преимущество. Он не мог понять только одного — каким образом представить движение Земли. Взамен системы Н. Коперника датчанин предложил свою, которая являла неудачное сочетание старых, птолемеевских воззрений и новых: Солнце движется вокруг Земли, остающейся в центре мира, а все остальные планеты вращаются вокруг Солнца.



Чарлз Роберт ДАРВИН

Взгляды Н. Коперника произвели настоящий переворот в умах. Дело касалось не просто научных вопросов. Шла ломка представлений в масштабах мироздания, менялся сам стиль мышления, способ видения окружающего.

Поскольку Земля лишалась центрального места во вселенной и утверждалась гелиоцентрическая позиция, человечеству предстояло отказаться от преимущественного положения в природе. Сместилась точка отсчета явлений и событий. Земля оказалась низведенной до уровня остальных планет. Это обескураживало, подрывало утвердившиеся опоры. Потому церковь и преследовала Н. Коперника не столько за его собственно естественнонаучные взгляды, сколько за их мировоззренческие следствия.

Аналогичная обстановка сложилась в середине XIX века и вокруг учения Ч. Дарвина. Он доказал, что все существующие и когда-либо существовавшие виды животных и растений есть результат естественного развития на основе эволюции. В том числе и сам человек. Это сокрушало прочно внедрившиеся представления. Наиболее болезненно воспринимался вывод о появлении человека. Подобно тому как Н. Коперник лишил Землю ореола исключи-

тельности, так и Ч. Дарвин развенчал миф об особом происхождении людей.

Против смелой теории восстала, как всегда, церковь, протестовала официальная наука, негодовало ханжество всех цветов и оттенков. Вместе с тем среди непринявших — ряд выдающихся ученых XIX века: Ж. Кювье, Р. Вирхов, К. Бернар, Л. Пастер и другие. И еще парадоксальнее то, что все они в большей или меньшей мере содействовали своими исследованиями утверждению дарвинизма. Например, барон Жорж-Леопольд-Кретьен-Фредерик-Дагобер Кювье — признанный враг эволюции, высказал идею взрывов, катастроф, в результате которых все живое на Земле гибнет, а потом зарождается вновь.

И тем не менее едва ли кто из ученых того времени содействовал своими трудами доказательству теории Ч. Дарвина больше, чем Ж. Кювье. Он занимался палеонтологией, то есть исследованием древних организмов. Именно эта наука позволяла воссоздать картину прошлого и тем самым шаг за шагом проследить этапы развития живого на Земле. Ж. Кювье, выдающийся мастер своего дела, умел по очень скудным останкам воспроизводить целое. «Дайте мне одну кость, — говорил он, — и я восстановлю животное». Им реставрировано около 150 видов, благодаря чему удалось, как метко сказано, внести порядок в «хаос костей».

Знаменитый немецкий естествоиспытатель Р. Вирхов также выступал против нового учения. Когда в 1856 году, например, нашли неандертальца — первое прямое свидетельство в пользу человеческой эволюции, то Р. Вирхов попытался дать ископаемому человеку совсем иное толкование. Он объяснил отклонения в его скелете от современных людей «уродствами», якобы приобретенными в результате... рахита.

Примечательно, что местный учитель Фулрот, которому рабочие показали найденный в долине Неандер близ Дюссельдорфа скелет (отсюда и название — неандертальский человек), оказался куда прозорливее. Он заявил, что это останки представителя примитивной формы людей, живших тысячелетия назад. Фулрот мужественно отстаивал свое мнение, несмотря на нападки церковников и авторитетные заявления консервативных ученых.



Генрих Рудольф ГЕРЦ

Вместе с тем исследования Р. Вирхова также работали на дарвинизм. Его учение о клетке как основе жизни, его знаменитое положение «каждая клетка — от клетки» наилучшим образом поддерживали идею эволюции.

Наконец, французский биолог К. Бернар, автор разработок единых принципов, лежащих в основе жизнедеятельности животных и растений, и его соотечественник, отец микробиологии Л. Пастер, безусловно, внесли свою долю в дарвиновское эволюционное учение, хотя и не признавали его.

«Я не слышал, что вы сказали. но я совершенно с вами не согласен»

К сожалению, выступления одного ученого против другого осложнены порой тяжелыми психологическими травмами. Конечно, такой исход необязательно сопровождает их научную полемику. Более того, известны случаи не просто терпимых, но и близких, даже Дружественных отношений между исследователями, стоящими на противоположных позициях. Не откажем в удовольствии предьявить читателю некоторые из подобных фактов.



Уильям ТОМСОН, лорд Кельвин

Обратимся снова к Ч. Дарвину, В числе других его теорию не признавал также известный французский зоолог Ж. Фабр — личность вообще интересная, и мы еще вернемся к нему. Его критика дарвинизма нередко достигала высокого накала. Однако выдающиеся ученые оставались друзьями, ценили друг друга и не только за чисто человеческие качества. Ж. Фабр, например, отмечал в Ч. Дарвине «поразительную преданность науке», с восхищением отзывался о его неутомимой работе. В свою очередь, и Ч. Дарвин отдавал должное таланту своего друга. Более того, видел в его исследованиях поддержку своим идеям. Он писал Ж. Фабру: «Не думаю, чтобы в Европе нашелся кто-нибудь, кого Ваши работы интересуют больше, чем меня».

Длительная, временами острая полемика между дарвинистом Т. Гексли и его постоянным оппонентом Д. Уордом не ожесточила, однако, их. Несмотря на колкости, которыми они порой сопровождали свои споры, оба англичанина оставались джентльменами, были взаимно доброжелательны, исполнены искреннего расположения. Оценивая их отношения, писатель У. Ирвин в книге «Дарвин и Гексли» отмечает даже, что Т. Гексли и Д. Уорд «научились воевать с удивительной

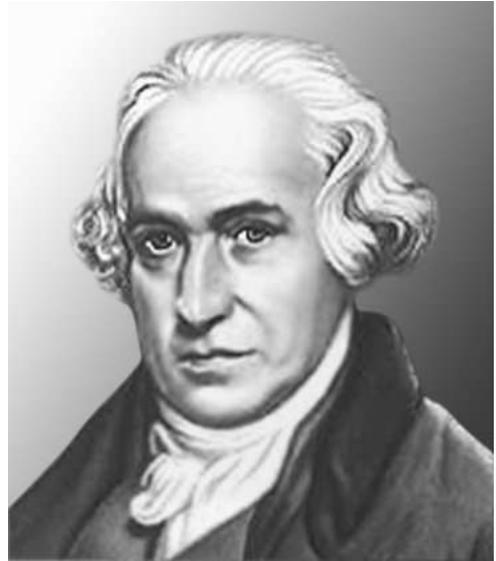
прияźnie друг к другу, поднявшись над жестокой враждой и полным несходством взглядов до веселой и даже задушевной товарищеской близости».

К сожалению, чаще драма идей сопровождается драмой людей, когда неприятие взглядов порождает реакцию «эмоционального вытеснения» таланта, талантом. Отношения обостряются настолько, что нередко враждующая сторона заведомо, даже не пожелав вникнуть в существо развиваемой позиции, отвергает ее. Получается вроде следующего: «Я не слышал, что вы сказали, но я с вами совершенно не согласен».

Этот остроумный афоризм годится, чтобы характеризовать отношение, которое поначалу питал выдающийся немецкий физик конца XIX века Г. Герц к столь же выдающемуся английскому коллеге Д. Максвеллу. Предметом расхождения явилась электромагнитная теория. Вообще, это детище Д. Максвелла вызвало сильнейшее противодействие. Мы уже рассказывали, как сопротивлялся теории У. Томсон. Ее выводы не признал также известный французский физик того времени П. Дюгем. К числу непринявших присоединился и крупнейший немецкий естествоиспытатель Г. Гельмгольц, а уже вслед за ним — его ученик Г. Герц.

Со стороны немецких исследователей возражения касались вопроса передачи взаимодействий. Оба они разделяли позицию дальнего действия, то есть передачи сигналов без посредников и мгновенно в силу особых, никому не известных пока свойств материи. Д. Максвелл же опирался на допущение промежуточной среды, в которой электрические и магнитные явления распространяются с конечной скоростью, равной скорости света.

Г. Герц ставит серию опытов, чтобы опровергнуть Д. Максвелла, но опровергает... Г. Гельмгольца, следуют новые опыты, а результат тот же. Г. Герц даже пытается одно время уйти от этих проблем, занявшись другими. Но не тут-то было! «Электромагнитная тема» влечет его, более того, выводит на работы Д. Максвелла. Словом, все это закончилось тем, что, «поймав» электромагнитную волну, которая оставалась до этого лишь предположением, Г. Герц стал виновником торжества оспариваемых им ранее идей.



Джеймс УАТТ

«Эмоцией вытеснения» исполнены отношения многих других ученых. Например, И. Ньютона и Г. Лейбница, французских математиков конца XVIII — начала XIX века П. Пуансо и О. Коши. Г. Галилей полностью игнорировал законы движения планет, установленные в начале XVII века известным немецким ученым И. Кеплером. Хотя он знал об открытии и даже одно время переписывался с И. Кеплером, Г. Галилей в своих работах нигде не упоминает о законах, а рассуждения ведет так, словно их никогда и не было.

Взаимные связи между исследователями отмечены и такими моментами.

Изобретатель паровой машины Д. Уатт на пути к признанию своего результата встретил груды препятствий, чинимых недоброжелателями. Дело в том, что Д. Уатт добивался создания паровой машины не просто как механизма, годного лишь для особых целей, скажем, для откачки воды в качестве насоса или для использования только в текстильной промышленности и т.п. Он намеревался построить универсальный двигатель современного ему производства. В конце концов он достиг этого. Но было на его пути немало неудач. К примеру, крупным провалом отмечен 1769 год, когда изобретатель собрал и задумал ис-

пытать паровую установку с отделенным конденсатором. Не вышло. Этим сразу же воспользовались соперники, чтобы очернить идею Д. Уатта. Так же и в других случаях ему приходилось в трудных условиях отстаивать свои замыслы.

А вместе с тем и сам-то он, можно сказать, не остался в долгу. Когда его соотечественник Р. Тревитик создал паровую машину высокого давления, Д. Уатт развил завидную энергию, выступая против. Он доказывал, будто подобные установки наносят вред прогрессу паровой техники, и выражался даже в том смысле, что Р. Тревитика... мало повесить.

В свое время Т. Эдисона часто травили и высмеивали как мошенника, препятствуя внедрению его открытий. Притом чем более оригинальным было изобретение, тем изобретательнее действовали критики.

Но странное дело. Ведь и сам Т. Эдисон в ряде случаев оказал своим высоким авторитетом сопротивление ценным научно-техническим идеям.

В 1867 году по дну Атлантического океана прокладывали телеграфный кабель, связывающий Европу и Америку. Великий изобретатель поспешил со следующим заявлением, которое было опубликовано в газетах: «Из этой затеи ничего не получится». И пояснял, что ток, проходя столь большие расстояния, не способен будет переносить сигнал без значительных искажений. Правда, когда трансатлантический телеграф между континентами стал успешно действовать, Т. Эдисон тут же признал свою ошибку.

Столь же неоправданную поспешность допустил он и по поводу еще одного выдающегося изобретения. В 1928 году советская пресса сообщила о создании в России С. Лебедевым искусственного синтетического каучука (СК). Т. Эдисон откликнулся на это так: «Известие о том, — писал он, — что Советскому Союзу удалось получить синтетический каучук, невероятно. Этого никак нельзя сделать. Скажу больше — все сообщение ложь». Впрочем, такая реакция лишь рельефнее оттеняет значение открытия, сделанного С. Лебедевым. Он действительно превысил «полномочия» науки того времени, пройдя через невозможное.

Мы привлекли факты, повествующие о выступлениях ученых против своих коллег, против истин, создаваемых другими. Но верхом парадоксальности оказывается положение, когда исследователь опровергает... самого себя, воюете собственными результатами. Почему это происходит?

Каждая принципиально новая теория, несущая новую парадигму, бесспорно, выходит за рамки привычного опыта, порывая с теми представлениями, которые он питал. Но все, что не согласуется с опытными данными, воспринимается как парадокс. И не только другими, а поначалу даже нередко и автором новой теории.

Так, мысль о вращении Земли казалась на первых порах самому Н. Копернику (о других уже и говорить нечего) неправдоподобной. Известные сомнения испытал, выдвигая принципы своей механики, И. Ньютон. Считал ее «подозрительной». Уже создав основы дифференциального исчисления, он остался в плену у старого. Великий ученый предпочитал выражать свои физические и астрономические воззрения архаическим языком, используя понятия, введенные еще греками. Не случайно же о И. Ньютоне говорили, что он скорее был не первым представителем века разума, а «последним из вавилонян и египтян», ибо смотрел на мир теми же, что и они, глазами.

Острую борьбу и прежде всего с самим собой пережил И. Кеплер, который пришел к выводу, что планеты движутся вовсе не по круговым орбитам, как полагали со времен древних, а по эллипсам. Это было совершенно неприемлемое допущение, идущее вразрез с вековой традицией.

Хотя И. Кеплер сделал вывод на основе совершенно точных наблюдений за движением Марса, полученных Т. Браге, ученый не смог перешагнуть барьера парадигмы. Его взгляды оставались некоторое время сугубо средневековыми. И только позднее, после упорных лет борьбы со своими убеждениями, великий ученый окончательно принял идею эллиптической формы движения планет. Таким образом, лишь пробивши брешь в собственном сознании, он смог повлиять на сознание других.

Как мы убеждаемся, прокладывая путь к новому мешает порой наше внутреннее сопротивление. «Я вижу это, но не верю этому» – так характеризовал свое состояние Г. Кантор (мы писали о нем), когда получил некоторые странные следствия из аксиом своей теории множеств. В письме известному немецкому математику XIX века Р. Дедекинду он признавался, что пришел к этим результатам вопреки собственной воле и лишь потому, что навязывают логика и 25-летний труд.

Видимо, и в самом деле бороться и искать, отвергать добытое и экспериментировать, отступать и находить новое нам мешает единственная могучая сила – это... мы сами. Хочется испытанных, нормальных дорог. Потому нехоженые дали часто отпугивают. Вот и получается, что, смело заглянув в неизведанные пространства, люди отступают, пораженные величием увиденного. Наверное, первооткрыватели больше всего и страдают, добывая новое. Им не на кого оглянуться, и в себе не всегда сразу находят они уверенную опору.

«Ломка сознания»

Характерны обстоятельства, сопровождавшие рождение и утверждение квантовой механики.

Она описывает движение микрочастиц, то есть частиц малой массы, обладающих специфическими свойствами. Что и говорить, необычная теория. Пришлось отказаться от многих самоочевидных и, казалось, незыблемых представлений.

Ранее мы уже немного касались этого вопроса в связи с опытами по интерференции. Отметим также, что в микромире теряют смысл рассуждения о траектории частиц. Это понятие применительно к обычным явлениям выражает наличие у тела одновременного определенного импульса или количества движения, равного произведению массы тела на скорость, и определенной координаты, то есть положения в пространстве. Но в микро-вселенной свои порядки. Здесь знать одновременно и импульс и координату частицы оказывается невозможным. И вот почему.

Допустим, мы решили установить положение микрочастицы в пространстве. Для этого нужно направить на нее луч света. Однако



Макс ПЛАНК

световой поток придает нашей частице такое количество движения, такие возмущения, что совершенно изменит ее местонахождение. Поэтому и не представляется возможным одновременно знать местоположение микрообъекта и его импульс. А чтобы описать поведение микрочастиц, было введено так называемое соотношение неопределенностей, согласно которому произведение неопределенностей координаты частицы и ее импульса не может быть меньше некоей постоянной величины (постоянной Планка).

Словом, открылся особый, доселе невиданный мир странных явлений. Он не поддавался объяснению в понятиях господствовавших в ту пору парадигм. Квантовую механику, пытавшуюся ввести новые понятия, одни называли учением с темным прошлым, напоминающим богословие, другие восторженно приветствовали как появление «пикассо-физики», третьи ждали, что из этого выйдет.

Первые всходы новой теории дали посевы, произведенные еще М. Планком и А. Эйнштейном в самом начале нашего столетия. Исходным пунктом всей квантовой концепции явилась развитая ими квантовая теория света. Но здесь придется сделать небольшое отступление.

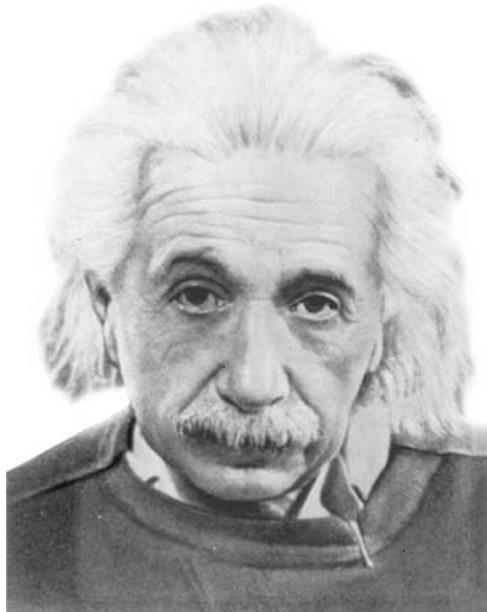
Еще в XIX веке в физике стала признанной идея волновой природы света, победившая корпускулярную точку зрения. Сторонники последней (и самый авторитетный среди них И. Ньютон) считали, что свет — поток материальных частиц, или корпускул, и имеет прерывный, дискретный характер. Победившая же ее волновая теория представляла свет в виде волн и только волн, которые распространяются непрерывно. Для пояснения этого взгляда на помощь обычно привлекали образ колеблющейся воды, когда она разбегается от места, куда брошен, например, камень.

Однако к началу XX века обнаружилось факты, указывающие на несоответствие между законом непрерывного распространения энергии, в частности, световой, и наличным опытом. Разразилась так называемая «ультрафиолетовая катастрофа». Она и образовала одну из тех тучек, что застлала, по выражению У. Томсона, ясный горизонт физического знания.

И вот в 1900 году М. Планк выдвигает совершенно невероятную, парадоксальную гипотезу. Все же он не внял совету своего учителя Ф. Жолли и занялся теоретической физикой. М. Планк предложил идею «зернистого» распределения энергии. Он пришел к выводу, что электромагнитная энергия, носителем которой является свет, излучается и поглощается атомами не непрерывно, а только строго определенными дозами, квантами. Квант — это минимальная, неделимая порция энергии. В шутку говорили, что теперь согласно новым представлениям энергия отпускается лишь целыми единицами, совсем как в отделе штучных товаров.

Это коренным образом переворачивало устоявшиеся представления. По выражению известного советского ученого Л. Ландау, М. Планк ввел в физику алогичность.

Однако далось такое решение естествоиспытателю нелегко. Ввести-то он новые понятия ввел, зато потом всю жизнь терзался этим. Когда М. Планк увидел, что квант рушит закон непрерывности излучения и поглощения света, внося дискретность, прерывность, а еще более, когда понял, что его квант вообще подрывает классические устои, ученый самым настоящим образом встревожился.



Альберт ЭЙНШТЕЙН

Насколько бы это ни показалось странным, но факт имел место: М. Планк выступил против своей собственной гипотезы, противясь ее утверждению в науке. Классическая физика, говорил он, «величественное оружие чудесной красоты и гармонии», на которое так трудно посягнуть. Собственная же теория представлялась ему «чуждым и угрожающим взрывчатым снарядом», могущим нанести непоправимый урон. М. Планк просит, умоляет физиков сохранить классические представления и как можно меньше отходить от принятых законов.

Свои действия ученый объяснял следующим образом: «Я всегда стоял за то, чтобы возможно тесно связать квантовую гипотезу с классической динамикой, нарушая границы последней только тогда, когда опытные факты не дают никакого другого выхода». Таким образом, он принял идею квантов лишь потому, что не видел иного пути для объяснения поведения электрона, то есть принял неохотно, по принуждению.

Характеризуя эти терзания ученого, А. Эйнштейн отмечал, что М. Планк мучительно бил-

ся над тем, как вывести физику из затруднительного положения, в котором она оказалась по его же собственной вине. Одним словом, шла настоящая «ломка сознания».

Но если уж сам автор открытия не хотел его принимать, то что говорить о других. А в те времена многие ученые грозились отречься от физики, если «возмутительная» теория М. Планка не будет опровергнута. Настолько она казалась парадоксальной, противоречащей научной традиции.

В утверждении квантовых представлений неоспорима и «вина» А. Эйнштейна. Он вошел в историю физики не только как творец теории относительности, но и в качестве одного из создателей квантовой концепции вещества и излучения. В 1905 году, развивая идею М. Планка, А. Эйнштейн вводит понятие кванта — порции света, в виде которой свет и существует. Это был знаменитый фотон. Правда, само слово «фотон» тогда еще не было произнесено. Оно появилось десятилетия спустя. Его придумал в 1926 году мало кому известный физик Н. Льюис.

Знаменит же фотон тем, что принес с собой новые странности. Он не имеет, как говорится, массы покоя, то есть не может находиться в неподвижном состоянии. Он «приговорен» быть постоянно в движении, притом быстрота его перемещений всегда равна скорости света. Фотон и вступает в жизнь, рождается, имея эту скорость, и погибает, превращается в другие частицы, если ему приходится чуть притормозить. Словом, выходит, что свет остановить нельзя.

Все это, конечно, не укладывалось в бытующие представления, было парадоксально. Но парадокс состоял и в том, что А. Эйнштейн не мог примириться с результатами, добытыми им же самим, и вообще с результатами познания в области микроявлений. Так, ученый болезненно переживал, когда ему удалось в 1920 году вывести одну из формул квантовых процессов, не захотел включить квантовые эффекты в теорию пространства — времени.

Особенно характерны его выступления против вероятностно-статистических методов, применяемых квантовой механикой. «Я не верю,— в шутку заявлял он,— что господь бог играет в кости». То был намек на отнюдь

не аристократическое происхождение теории вероятностей. Она, можно сказать, дитя азартных игр и обязана своим появлением попытке понять капризный нрав случайных событий, в частности тех, что имеют место при бросании игральных костей. При необходимости, пояснял ученый, еще можно представить себе мир, где не действуют никакие закономерности природы и царит полнейший хаос. «Но мне крайне неприятна мысль, что существуют статистические законы, вынуждающие самого бога сначала разыграть каждый отдельный случай». Впрочем, великий физик не исключал и своего права на ошибки...

Как видим, история повторилась. Подобно М. Планку, А. Эйнштейн видит в идее квантования энергии угрозу самому существованию науки. Как-то в беседе он сказал, что, если квантовая механика окажется справедливой, это будет означать конец физики.

Тем более настороженно встретили идеи А. Эйнштейна другие. Долгое время большинству естествоиспытателей был совершенно неясен смысл введенного им понятия фотона. Среди большинства оказались выдающиеся физики, и даже из числа тех, что возглавляли разработку квантовых идей, например, Н. Бор. Фотону не находилось ни аналога в чувственном мире, ни места в мире традиционных понятий.

Об умонастроении тех времен можно хорошо судить по такому факту. В 1907 году А. Эйнштейн принял участие в конкурсе по кафедре теоретической физики Венского университета на должность приват-доцента. В качестве же конкурсной работы представил опубликованную статью, в которой как раз и развивал новые взгляды в области квантовых явлений. Факультет признал работу неудовлетворительной, а профессор Э. Форстер, читавший курс теоретической физики, возвращая статью, грубо сказал: «Я вообще не понимаю, что вы тут написали!» Остается добавить лишь, что в 1921 году А. Эйнштейну была присуждена именно за эти исследования Нобелевская премия.

Не менее парадоксален также случай, имевший место в 1912 году. М. Планк представлял А. Эйнштейна в Прусскую академию. Отметив заслуги претендента в разработке теории относительности, точнее, пока

еще специальной теории относительности, М. Планк просил академиков не ставить в вину ученому создание им гипотезы световых квантов. Эту просьбу разделили с молчаливого согласия самого А. Эйнштейна и ряд других физиков.

Конечно, и М. Планк и А. Эйнштейн делали только первые шаги по неизведанной трассе. Их сопротивление можно понять. Они в авангарде движения, а идущим впереди всегда тяжелее. Но ведь и дальше не стало легче.

Последующее развитие связано с построением в 20-х годах на основе квантовой теории света квантовой механики. Ее становление также сопровождалось глубокой внутренней «ломкой сознания» и изобиловало столь же парадоксальными событиями.

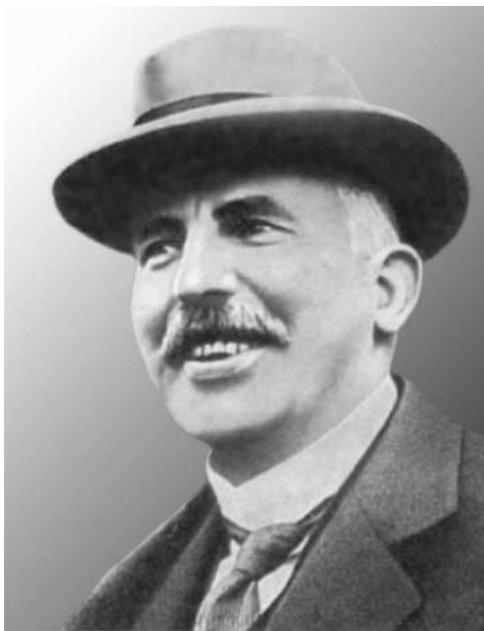
К этому времени в физике утвердилась планетарная модель атома. Ее предложил Э. Резерфорд. Рассказывают, что однажды зимой 1911 года Э. Резерфорд, веселый, вошел в лабораторию и громко (впрочем, он всегда говорил громко) объявил: «Теперь я знаю, как выглядит атом».

Согласно его идее атом водорода, простейший из всех состоит из тяжелого, положительно заряженного ядра (протона) и вращающегося вокруг него легкого электрона, несущего отрицательный заряд. Более сложные атомы имеют несколько зарядов в ядре и соответствующее им число электронов, которые располагаются по разным орбитам, точь-в-точь как планеты вокруг Солнца.

Получалось красиво. Но эту красоту омрачало одно немаловажное обстоятельство.

В соответствии с классическими взглядами, которые покоились на волновых представлениях, энергию атом излучает непрерывно. Поэтому вращающийся электрон должен был через какое-то время, отдав свою энергию, упасть на ядро. А он не падал. Отчего же?

Эта проблема вообще-то возникла не теперь. Она начала волновать физику еще в конце XIX века, когда установили, что атом неоднороден. Поэтому Э. Резерфорд, предлагая свою планетарную модель, понимал, что это не избавляет ее от противоречия с классикой. Понимал, но считал, что вопрос об устойчивости предложенного им атома на нынешней стадии не нуждается в рассмот-



Эрнест РЕЗЕРФОРД

рению. То есть объяснять, почему электрон не падает на ядро, пока не надо. А потом, дескать, будет видно.

И действительно, вскоре ответ сыскался. Опираясь на гипотезу квантования, Н. Бор предложил следующее решение. Атом устойчив потому, что электрон отдает (и получает) энергию не непрерывно, а все теми же порциями, квантами. И случается это в тот момент, когда электрон переходит, точнее, перескакивает с одной орбиты на другую: с более далекой от ядра на более близкую, если излучает энергию, и наоборот, если получает ее. Так были узаконены знаменитые квантовые скачки, которые внесли в умы настоящий переполох и с которыми физикам еще предстоит помучиться.

Раньше всех парадоксальность понятия квантового скачка почувствовал сам Н. Бор. Поэтому его попытка носила компромиссный характер. Он не мог сразу преодолеть мощного давления традиции, и его построения сочетали квантовые законы с идеями классической механики. Это в какой-то мере приглушало остроту парадоксальной идеи.



Макс фон ЛАУЭ

Электроны ходили у него в атоме по классическим орбитам, а перескакивали с одной орбиты на другую уже по законам квантовых процессов. Имея в виду отмеченную особенность предложенной модели, немецкий физик В. Гейзенберг писал, что Н. Бор предпочитал балансирование (ein Ihn-und-Hergehen, буквально «туда-сюда-хождение») между волновой и корпускулярной картинками.

Заметим, что это решение вызвало резкий отпор со стороны блюстителей старины. Другой немецкий физик, М. фон Лауэ, например, по поводу гипотезы Н. Бора заявил: «Это вздор! Уравнения Максвелла действительны во всех обстоятельствах, и электрон должен излучать» (то есть должен излучать, по мнению М. Лауэ, непрерывно).

Поиски решения проблем атомной физики продолжались. Следующий шаг был принят французским ученым Л. де Бройлем. Он высказал смелую догадку. Наличие как волновых, так и корпускулярных свойств характерно, по его мнению, не только для света, но представляет общую всем микрообъектам закономерность. Стало быть, в движении любой частицы должны иметь место и волновые и дискретные проявления. Это бы-

ло совершенно парадоксально: проводилась мысль о волновых свойствах вещества, о волнах материи!

Похоже, что к столь крутому повороту дела Л. де Бройль не был готов и сам. Во всяком случае, его построения говорят, что он испытал сильнейшее притяжение классической парадигмы. Выдвинутая им знаменитая идея «волны-пилота» как раз представляла попытку рядом с новым сохранить прежние воззрения.

Недаром предложенные им модели микрообъектов окрестили «кентаврами». Они и впрямь были построены по образцам тех мифологических созданий, что сочетали в себе облик коня с головой человека.

У Л. де Бройля классическое волновое поле управляло движением частицы, вело ее по траектории. Потому оно и было названо ученым «волна-пилот» или «волна-разведчица». Здесь взаимодействуют привычные традиционные образования: корпускула и классическая волна. Конечно, корпускулярные и волновые свойства старой физики подверглись переосмыслению, но они все же остались классическими. И вот парадокс: сама природа предположенного Л. де Бройлем волнового процесса не была ему до конца ясна. Как заметил известный советский физик академик В. Фок, «де Бройль не понимал волны де Бройля».

Это подтверждает и такой факт. Много лет спустя, уже в 50-х годах, Л. де Бройль взбунтовался против тех выводов квантовой механики, согласно которым надо отказаться от понятия траектории элементарной частицы и ввести вероятностное описание движения микрообъектов. Он не разделял эти взгляды и ранее, в 20-х годах, когда они только утверждались. Но тогда он смирился, а вот теперь вдруг заявил: «Не верю».

Построение квантовой механики завершают в середине 20-х годов австрийский физик-теоретик Э. Шредингер и В. Гейзенберг.

Развивая идею Л. де Бройля, Э. Шредингер в 1926 году создает волновую теорию движения микрочастиц. Им было показано, что устойчивые состояния атомных систем могут рассматриваться как собственные колебания волнового поля, соответствующего данной системе.



Петер ДЕБАЙ

Казалось бы, достигнута полная победа квантовых представлений. Написана теория, хорошо объясняющая поведение частиц, теория, от которой нет возврата в прошлое. Но и здесь парадокс тут как тут.

Вспомним, что М. Планк начал с отрицания волновой теории и утверждения квантования энергии. А. Эйнштейн говорит еще о наличии у световых волн свойств частиц (понятие фотона), а Л. де Бройль, напротив, ставит уже вопрос о наличии у частиц свойств волны. И вот теперь Э. Шредингер объявляет, что все события, разыгрывающиеся в микромире, есть волновые процессы, и только они. Частицы?.. Их тоже можно мастерить из волн.

Наука как бы совершила виток. Но она не вернулась к исходному пункту. Обогащенная новыми представлениями, она ушла вперед. А вот ученые, прочно удерживаемые традицией, надеялись вернуть старое. Создавая волновую механику, Э. Шредингер полагал, что, возможно, она со временем приведет опять к более или менее классической картине. По его мнению, ядро атома должно быть окружено не электронами, а волнами мате-

рии, которые движутся в обычном трехмерном пространстве. Одновременно он мечтал избавиться от дискретных, квантовых состояний. Они казались ему иррациональными. «Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, — заявил ученый, — то я жалею, что имел дело с квантовой теорией!»

Парадоксально и то, что Э. Шредингер не сразу сам понял все значение своего открытия. Он работал тогда в семинаре известного немецкого физика П. Дебая. Руководитель семинара попросил его сделать сообщение о появившейся во французском журнале статье Л. де Бройля. Однако статья ему не понравилась, и он заявил, что о такой чепухе даже и говорить не хочется.

П. Дебай настаивал. Тогда Э. Шредингер решил представить идею Л. де Бройля в более строгой математической форме и обобщенно. Это удалось. Но то, что он получил, и оказалось знаменитым волновым уравнением (уравнение Шредингера). Оно описывало движение частиц. Как считает П. Дебай, который рассказывал об этом советскому физiku П. Капице, даже во время доклада на семинаре Э. Шредингер не осознавал, какое открытие он держит в руках. Ученый искренне полагал, что нашел всего лишь лучший способ изложения мысли Л. де Бройля.

Почти одновременно с Э. Шредингером В. Гейзенберг предложил другой путь описания движения микрочастиц. С его именем связано построение так называемого матричного — в отличие от волнового — варианта квантовой механики.

Квантовые проявления в движении частиц В. Гейзенберг выразил следующим образом. Он сопоставил каждой величине, характеризующей механические состояния частицы, математическую величину в виде матрицы. Так называется прямоугольная таблица чисел, состоящая из определенного количества строк и столбцов. К полученным таким образом величинам применялись уже уравнения классической механики. Поскольку матрицы отличались от обычных чисел, это приводило к новым результатам.

Впоследствии оба варианта слились, и в современной квантовой механике эти два метода уже неразличимы. Но здесь нам хотелось бы отметить, что вначале В. Гейзенберг рас-

смастривал свою теорию как несовместимую с волновой механикой и даже обиделся на учителя М. Борна, который проявил интерес к построениям Э. Шредингера. Впрочем, Э. Шредингер платил тем же. В этом противостоянии идей также отразилось влияние классических воззрений, не допуская смешения волновых и дискретных свойств.

Как видим, отцы квантовой механики, создавая принципиально новую теорию, находились в плену старых воззрений. Отсюда парадоксальность положения: не только другие, но и сами создатели нового выступили против собственных идей. Они тяготели к традиционным взглядам, хотя по мере развития квантовых представлений сила этой привязанности ослабевала.

Гипноз великого

Были рассмотрены факты, объясняющие приверженность господствующей парадигме тем, что она в свое время утверждалась как истина. А с истиной трудно расставаться.

Кроме того, у парадигмы есть еще то назначение, что она выполняет роль своего рода барьера на пути скороспелых решений. Также и по этой причине с ней не спешат проститься. Э. Ферми, в частности, считал, что новые законы следует принимать в науке не раньше, чем когда никакого иного выхода уже нет. А советский астроном В. Шкловский предлагает ввести в космологию правило «презумпции естественности»: только после того, как все попытки естественного объяснения космического явления будут исчерпаны, можно с большой осторожностью обсуждать «искусственные» возможности.

Парадигма и встает преградой потоку легковесных и околонучных рассуждений, она спасает знания от засорения непродуманными гипотезами и идеями. Вот только один пример. После открытия К. Рентгена каких только не было обнаружено новых лучей: лучи Гретца, Блондло, Эф-лучи... На поверку же вышло, что это плод недоразумений либо опешивок эксперимента.

И прежняя парадигма, несмотря на то, что она была поколеблена, вернее, уточнена К. Рентгеном, свою охранную роль против нашествия этих мифических лучей сыграла.



Эрвин ШРЕДИНГЕР

Таким образом, наука, продвигаясь от одного этапа к другому и обретая с каждым таким шагом новую истину, полагает, что она утверждается на веки вечные, что конца ей не предвидится. Истина... Какие же еще нужны гарантии?

Наряду с этим фактором (назовем его гносеологическим, то есть относящимся к области теории познания) исключительное значение обретают психологические моменты. Нам уже довелось немного сказать о них в связи с явлениями несовместимости в среде ученых. Сейчас речь о другом.

Будучи истиной, парадигма превращается в своего рода инструмент по добыванию, обработке и описанию фактов. Так, постоянно оправдывая себя как надежная опора нашей научно-теоретической и практической деятельности, парадигма становится привычной. С нею сживаются настолько, что и не мыслят иных возможностей, иных толкований, кроме тех, что она предлагает.

Постепенно вырабатывается психологическая установка. Проблема истинности, достоверности отходит на второй план, и парадигма признается уже по инерции, потому что ее

принимают другие, потому что ее принимали до нас.

Естественно, если старое удобно, то все новое, напротив, кажется поначалу неудобным и потому отвергается. Старые москвичи рассказывают, например, что, когда в столице впервые пустили метро, многих приходилось агитировать, убеждать пользоваться им. По той же причине некоторые пожилые работники бухгалтерии, имея на вооружении арифмометры, охотнее вычисляют на счетах.

Здесь мы имеем дело с инерцией мысли. К сожалению, она проявляется также среди ученых и бывает порой настолько сильной, что способна держать в плену мужей науки в течение целых столетий.

Советский профессор А. Силин обращает внимание на такую характерную черту нашей технологии, как необычайная живучесть однажды найденных конструкторских решений.

Скажем, отчего, имея перед глазами весь ма экономный способ передвижения рыб с помощью хвоста и плавников, люди придерживаются совсем другого, крайне неэффективного способа, каким является использование винта? Ведь коэффициент полезного действия винтовых судов очень низок. Винт не просто отталкивает воду (этого было бы вполне достаточно для создания тяги). Он к тому же закручивает встречный поток, что требует дополнительных энергетических затрат.

Человек предпочитает этот путь потому, что за ним традиция. Винт — преемник водяного колеса, которое появилось на кораблях задолго до создания пароходов и которое само определенно наследовало строение колес водяной мельницы. Изобретение же этой последней тонет в толще тысячелетий.

Та же сила привычки к старому проявляется, по-видимому, и в выборе формы судов. Со времен средневековых мореплавателей викингов судовые носы делали как можно более заостренными. Логика да и опыт, кажется, убеждают, что при таком устройстве сопротивление воды должно быть наименьшим.

А вот недавно был предложен — вопреки традиции — корпус с широким носом. Конечно, вначале проект встретили в штыки. Однако, поразмыслив, специалисты прислушались к доказательствам преимуществ широ-



Вильгельм Конрад РЕНТГЕН

коносных судов. И хотя дело не дошло пока до опытных образцов, новая конструкция, по крайней мере, признаю на также логичной.

Вообще, когда рождалась новая машина, изобретатели часто стремились наделить ее привычными, знакомыми деталями и устройствами: паровоз — лошадиными ногами, самолет — машущими крыльями и т.п.

Под влиянием инерции мысли на пути к новому и образуется психологический барьер. Люди не спешат менять устоявшиеся взгляды не только потому, что привыкли к ним, но и в силу определенной лениности мысли. Известный современный психолог Э. де Боно использует для описания этого явления следующую иллюстрацию.

Невозможно, говорит он, вырыть яму на новом месте, продолжая углублять старую. И если яма вырыта не там, никакие ухищрения не перенесут ее на другое место. Хотя это известно любому землекопу, люди неохотно начинают рыть заново, предпочитая разрабатывать прежние раскопки.

В науке обычно и стараются улучшать старые «ямы», углубляя и расширяя их, то есть работая на выбранной и закрепившейся в сознании научных кругов «яме». Это выражается, в частности, в стремлении объяснять но-

вые факты, принимая в расчет лишь имеющиеся представления, то есть используя господствующую парадигму, подстраиваясь к ней. Инерция мысли проявляется здесь в стремлении как можно меньше менять принятую точку зрения.

Вот типичный пример из истории науки, живо поясняющий сказанное.

Флорентийский граф копал глубокий колодезь, чтобы затем поднимать воду поршнем. Но вода не шла. Графа и мастера это огорчило, но не удивило, поскольку оба были невежественны. Пригласили уже известного тогда учеными трудами Г. Галилея. Г. Галилей знал, что вода боится пустоты, поэтому она должна была подниматься. Опираясь на эту парадигму, он и пытался объяснить случившееся.

Вместо того чтобы искать принципиально новую идею, ученый стремится приспособить «непокорный» факт к старой теории. Видоизменяя последнюю, он дает следующий ответ. Природа боится пустоты, но не безгранично. Поэтому она может поднять воду только на определенную высоту — 18 флорентийских локтей. Эти «локти» и были взяты в качестве меры «боязни пустоты».

Таким образом, у Г. Галилея сложился свой замкнутый строй мысли, своя удобная «яма». Этот образ мышления исключал другие подходы. Зато ум молодого Э. Торричелли, ученика Г. Галилея, не был связан догмой устоявшихся воззрений, и он прорвал их, обесмертив свое имя. Э. Торричелли показал, что здесь «виновато» атмосферное давление воздуха, которое может уравновесить столб воды не более чем на 18 локтей. Наверное, молодой ученый искренне переживал, что открытие выпало на его долю, а не на долю любимого им учителя.

Этот пример показателен и еще в одном отношении. Фактором, притягивающим к старым парадигмам, является так называемый «эффект ореола», которым всегда окружены научные авторитеты. Гипноз великого столь велик, что люди, не задумываясь, следуют порой его предписаниям. Но авторитеты владеют сплошь и рядом старыми парадигмами. Это необязательно те законы, которые открыты именно ими, но они разделяют их, принимая в качестве образца научного мышления. Оттого неизбежны конфликты.



Эвангелиста ТОРРИЧЕЛЛИ

Новое творят обычно молодые, признаются же идеи тех ученых, которые нажили авторитет, утвердили свое имя в науке. Поэтому так трудно прорвать заслон, воздвигнутый старыми парадигмами. Скажем, в научный журнал поступают две статьи, освещающие одну и ту же проблему. Одна принадлежит маститому ученому и решает задачу традиционно, другая хотя и новаторская, несущая смелую гипотезу, но вышла из-под пера молодого автора. Вероятно, предпочтение при публикации отдадут первой статье.

Власть авторитета (а с ним и прежней парадигмы) такова, что способна навязать заведомо ошибочные идеи. Академик С. Вавилов отмечает, например, что «во всех спорах И. Ньютон неизменно выходил победителем, даже в тех случаях, когда он был совсем не прав».

Понятно, что авторитет, настаивая на ошибочных решениях, находит отнюдь не лучшее применение своему таланту. Характерен факт, имевший место в биографии знаменитого исследователя-путешественника Д. Кука. В 70-х годах XVIII века, совершив плавание вокруг южной полярной области и достигнув 71-го градуса южной широты, Д. Кук

нигде не встретил земли. Тогда он поспешил с заявлением, что южный материк, об открытии которого грезил многие, должен находиться, если он вообще существует, лишь в районе полюса. То есть практически недоступен для мореплавателей.

Этот вывод значительно повлиял на судьбу исследований южной области. Их попросту прекратили. Поэтому материковая суша в южном полушарии (Антарктида) была обнаружена значительно позднее, лишь в начале XIX века русскими мореплавателями М. Лазаревым и Ф. Беллингаузеном и англичанином Д. Биско.

В упрочении парадигмы немалая роль принадлежит и такому явлению, как конформизм. Этим термином психологи обозначают стремление к единомыслию, когда человек охотно соглашается с мнениями других людей, разделяет и отстаивает их. Есть в русском языке такое емкое слово — «покладистый». Оно хорошо подходит для описания конформных людей. Но конформизм способен оказать и плохую услугу, поскольку сопровождается легкой восприимчивостью чужих взглядов, повышенной внушаемостью со стороны других. Чувство солидарности, нежелание портить отношения с окружающими, боязнь прослыть неуживчивым — все это оборачивается порой далеко не лучшими сторонами.

Однажды ученые ГДР провели такой эксперимент. Высококвалифицированным сварщикам раздали каждому по несколько электродов, снабженных этикетками различных фирм, и попросили определить их качество. На самом деле все электроды были одинаковыми, их только по-разному упаковали и обозначили разными товарными знаками. Итак, каждый сварщик получил по шесть «различных» электродов. Пятеро не только указали, какие электроды «лучше», но и объяснили почему. И только один усомнился. «Возможно, я ничего не понимаю, — заявил он, — но не вижу между ними никакой разницы».

Конечно, здесь катастрофы не произошло, хотя налицо отступление от истины. Конформизм в науке становится источником привязанности к старым положениям, причиной консерватизма умов. Конформные специалисты обычно не горят усердием высказать недовольство господствующими воз-

зрениями, хотя, быть может, и предчувствуют неладное. Очевидно, исходя при этом из предпосылки, что недовольство есть удел большинства, не заслуживающего права быть довольным. А в результате — примирение с существующим состоянием дел, которое по многим пунктам уже перестало удовлетворять науку.

Имеются и другие психологические факторы, удерживающие исследователя в плену отживших идей. Скажем, на словах охотно признают новое, но как только заходит речь о его применении в практике научного исследования или о внедрении в производство, находится тысяча отговорок, в которых топят многообещающее начинание.

Иногда нежелание отстаивать передовое покоится на уверенности, что действительно ценная идея в конце концов проложит себе дорогу.

К сожалению, неприятие прогрессивного обретает порой крайние формы. В литературе утвердился даже специальный термин «мизонезизм». Им обозначается слепая вражда ко всему новому. Это как в механике: действие рождает противодействие. Чем сильнее открытие (и особенно изобретение) грозит вытеснением привычного, обжитого, тем сильнее его отталкивание.

Новое действует наподобие чужеродного белка, вызывающего реакцию несовместимости, когда на борьбу с ним мобилизуются самые глубинные структуры организма. Так и в обществе. Свежая мысль воспринимается как сигнал опасности, против которой начинает действовать своего рода «интеллектуальный иммунитет».

Идею стремятся опровергнуть, поскольку она не укладывается в наличный запас понятий. Каждое ученое сообщество определенной эпохи располагает так называемой «базовой информацией», питающей господствующую парадигму. Все, что выходит за рамки «базовой информации», вызывает эмоциональный протест и подвергается вытеснению. Поэтому трудности научного прогресса скорее не в отсутствии новых идей (обычно они находятся, их предлагают), а в освобождении от старых.



Бенджамин ФРАНКЛИН

М. Планк, сам испытавший, как мы помним, сильнейшую привязанность к отжившей точке зрения, с грустью писал в своей «Научной автобиографии» следующее. Новая истина, говорил он, побеждает обычно не так, что ее противников удается переубедить, и они осознают свою неправоту. Дело, попросту говоря, в том, что они вымирают, а подрастающая научная смена сразу усваивает новое. Оттого М. Планк и связывал надежды на прогресс науки с молодежью.

Близкие мысли высказывал Ч. Дарвин, когда отмечал, что уже не надеется убедить опытных ученых в правоте своих воззрений. Их умы переполнены массой фактов, которые рассматриваются ими с совершенно противоположных позиций. — «Но я, — продолжает великий естествоиспытатель, — смотрю с доверием на будущее, на молодое, возникающее поколение натуралистов, которое будет в состоянии взвесить обе стороны вопроса».

Должно быть, дорого обошлась Ч. Дарвину борьба с приверженцами старого, столь дорого, что однажды он не выдержал. «Как хорошо было бы, — заявил исследователь, — если бы все ученые умирали в шестидесятилетнем возрасте, потому что, перешагнув за этот

возраст, они обязательно начинают оказывать сопротивление каждому новому учению». Правда, когда Ч. Дарвин писал эти строки, ему не было и сорока...

По ту сторону здравого смысла

Ответственность за возведение препон на пути научного прогресса разделяет официальная наука: национальные академии, общества ученых, органы печати, издательства.

В свое время одна только Парижская академия наук сумела отвергнуть противоопытную прививку Э. Дженнера, объявить паромход, изобретенный Р. Фултоном, утопией, Ф. Месмера, осуществившего первые опыты гипноза, заклеймить как шарлатана.

Рассказывают, что Наполеон, который не только поддержал академию по поводу первого парохода, но и явился, по-видимому, инициатором ее решения, позднее пожалел об этом. Когда, будучи уже пленником англичан, он отправился в изгнание на остров Святой Елены на парусном судне, дорогой их обогнал пароход. Тогда Наполеон якобы самокритично признал: «Прогнав Фултона, я потерял корону».

Что касается судьбы открытия Ф. Месмера, то члены Парижской медицинской академии, которая существовала наряду с национальной, были еще решительнее. Посетив курс лечения Ф. Месмера, они публично осудили его, а одному профессору, члену же академии, пытавшемуся защитить первооткрывателя, заявили, что ему не место среди них. После этого гипноз вообще не признавался около ста лет.

Та же Парижская академия специальным решением в конце XVIII века постановила не принимать сообщений о «камнях, падающих с неба». Это о метеоритах. В постановлении указывалось, что камни падать с неба не могут, ибо тверди небесной не существует. Кстати, среди подписавших значился и знаменитый химик А. Лавуазье.

Положим, это происходило давно. Но вот события близкого нам времени. В 1922 году в зените славы А. Эйнштейн объезжал континенты. Его тепло принимали во многих европейских странах, в Японии. Молодая Советская Россия порадовала великого ученого, из-

брав его членом своей Академии наук. Однако, когда он прибыл во Францию, разразился скандал. 33 члена Французской академии, в которой особо почитались научные принципы XIX века, заявили, что они покинут собрание, если А. Эйнштейн появится в нем. Конечно, такой консерватизм разделяли далеко не все ученые Франции, но многие все же были подвержены ему.

Не отстало и Лондонское Королевское общество, выполняющее, по существу, функции Английской академии наук. В свою пору оно весьма неприязненно встретило молодое эволюционное учение Ч. Дарвина, провозгласило бесполезным изобретение лампочки Т. Эдисона, отклонило как нелепое сообщение о состоявшейся уже практической проверке громоотвода.

Вокруг громоотвода, детища американского физика Б. Франклина, вообще кипели страсти. Его не признавала также и Парижская академия. Ученые полагали, что отекающие электрического заряда с острия не только не сможет нейтрализовать его силу, а, напротив, создаст лучшие условия для зарождения молний.

Охотников устанавливать громоотвод находились единицы. Но даже тех, кто отваживался на это, ожидали не лучшие дни. Достаточно вспомнить, например, нашумевший процесс де Визери из французского городка Сент-Оноре.

В 1780 году против де Визери, который обзавелся громоотводом, сосед возбудил уголовное дело. Судебное разбирательство длилось около четырех лет. Интересно, что защитником выступил неизвестный тогда видный в будущем деятель французской буржуазной революции М. Робеспьер. Эта защита — а она была удачной — и стала началом его популярности. Но еще интереснее, что на стороне обвинения экспертом был приглашен другой будущий деятель революции — Н. Марат. Он слыл в ту пору писателем-популяризатором, успел издать уже только по электричеству три книги и, естественно, разделял господствующую точку зрения.

Хотя де Визери оправдали, но Франция не признала громоотвода. И напрасно...

Теперь перенесемся на другой континент, в Северную Америку, и именно на родину Б. Франклина, в город Филадельфию. Здесь к концу XVIII века было установлено уже около четырехсот громоотводов. Они появились на крышах всех общественных зданий, кроме одного — гостиницы французского посольства (Франция же противилась громоотводу).

Как-то весной на город обрушилась небывалая гроза. Одна из молний ударила как раз в эту гостиницу. Часть здания сильно пострадала, погибли люди. Событие имело исключительный резонанс, и на крыше злополучной гостиницы вскоре тоже появился громоотвод.

В очень напряженной борьбе с официальной наукой протекало утверждение нового в медицине. В течение 1500 лет в науке господствовала парадигма К. Галена. Она учила, что венозная и артериальная кровь — разные жидкости и назначение у них разное: первая питает органы, а вторая разносит по телу тепло и жизнь. Хотя со временем накопилась масса фактов, которые не укладывались в эту схему, ее авторитет оставался незлыблем.

Но вот в начале XVII века английский врач и естествоиспытатель В. Гарвей предлагает совершенно иное понимание. Он выступил с идеей кругов кровообращения, показав роль сердца и легких в очищении и восстановлении живительных сил крови. В. Гарвей немедленно подвергся нападкам. Притом со стороны не только отдельных ученых-схоластов вроде Паризано, Примроза, Риолана-Младшего, но и медицинских органов и обществ. «Лучше ошибки Галена, чем истины Гарвея!» — так определили они свое отношение к новому. Больные отказывались от услуг В. Гарвея, его травили, на него шли жалобы даже королю Карлу I. Все это кончилось печально: по наущению недоброжелателей дом ученого был разграблен и сожжен, в огне сгорели ценные рукописи.

Современная медицина немыслима без переливания крови. Но входила в жизнь эта идея с большими трудностями. Пионер нового метода французский философ, статистик и врач, Ж. Дени еще в середине XVII века успешно осуществил первое переливание крови от ягненка обескровленному больному. Конечно, тогда эта операция нередко вела к гибели людей, поскольку кровь брали от жи-

вотных. Поэтому передовой способ лечения и внедрялся так тяжело. Дело дошло до французского парламента, который окончательно похоронил надежды врачей, запретив предложение ученого. Хуже того — над ним издевались. «Для этой операции, — злословили некоторые журналисты, — нужны три барана: один, от которого переливают кровь, второй — которому переливают, и третий — который переливает».

Все же прогрессивный метод постепенно нашел признание, особенно в XIX веке, когда стали брать кровь от человека, и в начале XX века, когда австрийский исследователь К. Ландштейнер и чешский естествоиспытатель Я. Янский разработали учение о группах крови. Заметим, кстати, что первый в истории медицины Институт переливания крови создан в Советском Союзе еще в 1926 году. И вообще мы занимаем в этой области ведущие позиции.

Упорное сопротивление оказали в начале XIX века английские научные круги и Парижская академия медицинских наук внедрению в практику врачевания наркотизма. Английский врач Г. Гикмен безуспешно просил разрешения применить для обезболивания при операциях закись азота. И хотя он испытал это наркотическое средство на животных и даже на себе, медицинские власти Англии и Франции остались непреклонны. Более сорока лет добивались передовые врачи ряда стран права использовать наркоз в медицине. В России это начинание возглавлял великий хирург Н. Пирогов. Его тоже встретили немалые препятствия.

В руках приверженцев старого имеются также и такие силы воздействия на «непокорных», как органы образования и печати, издательства.

Обычно проходят немалые сроки, прежде чем новые идеи попадают в программы обучения. Так, передовые врачи уже достигают заметных успехов в применении новых методов лечения, а преподавание на медицинских факультетах тем не менее ведется по старинке. Те же трудности наблюдаем и в других науках. К примеру, даже 100 лет спустя после выхода основного труда Н. Коперника «Об обращении земных сфер» гелиоцентрическая система все еще не была включена в кур-

сы астрономии западноевропейских университетов. Обучение шло по Птолемию.

Аналогичным образом направляется и издательская деятельность. Все рычаги, определяющие появление в свет новой мысли в науке, находятся, как правило, во власти ревнителей старины, оберегающих парадигму в ее борьбе против свежих идей. Чтобы не ходить далеко за примерами, отметим, что только что упомянутую книгу Н. Коперника удалось напечатать — притом с неимоверными усилиями — лишь в самом конце жизни великого ученого. Рассказывают, что первый ее экземпляр пришел к автору в день его смерти — 24 мая 1543 года. А ведь основные выводы были получены еще в 1507 году. Правда, поначалу он и сам не спешил с публикациями, оттачивая доказательство и добиваясь ясности.

Один из ведущих немецких математиков конца XIX века, Л. Кронекер, помешал соотечественнику Г. Кантору не только получить новую должность в университете, но и опубликовать хотя бы одну работу в немецкой периодической печати. И это несмотря на то, что доказательства автора теории множеств были математически строги, а положения убедительны. Редактор немецкого научного журнала XIX века «Анналы» А. Поггендорф отказался в свою пору напечатать статью Р. Майера, излагавшего идею великого закона природы — закона сохранения и превращения энергии.

Столь же суровым по отношению к новому проявил себя XX век, хотя, казалось бы, история научных открытий должна была кое-чему научить человечество. По-видимому, оправдываются слова Гегеля, заметившего, что опыт истории, дескать, учит, что люди ничему не научаются на опыте истории.

Далеко не сразу приняли к печати первые работы Л. де Бройля по квантовой теории. Отказывались вначале печатать статью американских физиков Д. Уленбека и С. Гаудсмита, предсказавших существование у электрона спина (собственного момента количества движения элементарной частицы). Издатели посчитали, что в их статье излагаются совершенно неприемлемые идеи.

Авторитет великих умов, психологическая привязанность к старому, позиция официальных научных органов — все это вместе созда-

ет особую атмосферу, увенчанную так называемым здравым смыслом. Здравый смысл защищает и освещает старое знание как единственно правильное. Не это ли имел в виду Гете, когда писал:

То, что духом времени зовут,
Есть дух профессоров и их понятий,
Который эти господа некстати
За истинную мудрость выдают.

По существу, здравый смысл — это совокупность устоявшихся догм, принадлежащих вчерашнему дню науки. Уверовав в них, исследователь уже не пылает желанием что-то менять. Напротив, становится чужд изобретательности, живому творчеству, потчует нас готовыми истинами. Сколько выдающихся результатов было объявлено абсурдными только потому, что они выходили за границы здравого смысла!

Когда противиться новому невозможно, когда не остается уже ни экспериментальных, ни логических доводов, выставляют решающий аргумент: «Это противно здравому смыслу». Но что же за ним стоит? На какие доказательства он опирается? И вообще, что это такое — «здравый смысл»? Здесь мы напрасно будем ждать ответа.

Будучи хранилищем старых парадигм, здравый смысл осуществляет функцию, так сказать, «методологического деспотизма». Всякий отход от принятых решений, устоявшихся образцов вызывает немедленную критику и расценивается как подрыв устоев науки, как отклонения, ошибки здравого смысла.

На острие прогресса

Под давлением всех факторов, содействующих сохранению старой парадигмы, она обретает характер предрассудка. «Расщепить» же человеческий предрассудок бывает, как показывает история науки, посложнее, чем даже расщепить атом. Нужны не только оригинальные идеи, столь же нужны и люди, готовые их отстаивать. Им предназначено идти наперекор всему сложившемуся строю мысли, часто выступать в одиночестве вопреки большинству. Вот почему это должны быть не только мыслители, но и характеры, не боящиеся лишения и жертв.

Всходя на костер за свои убеждения, великий итальянский мыслитель Д. Бруно сказал:

«Пусть сожгут меня, но не загородит мой труп тех путей, которые приведут человечество к светлому будущему!»

Именно благодаря непокорным, благодаря тому, что они не склоняют головы перед всеилием отживших догм, и стал возможен научный прогресс. Это о них, о непокорных и непокоренных, говорят, что они стоят на острие событий, принимают на себя всю тяжесть борьбы за новое. Это их девиз:

Мечтать, пусть обманет мечта,
Бороться, когда побежден.
Искать непосильной задачи
И жить до скончанья времен...

В 1832 году в возрасте всего лишь 19 лет погиб на дуэли гениальный французский математик Э. Галуа. Ему довелось поработать для науки всего-то неполных три года. Но результаты, которые он получил, опередили эпоху на многие десятилетия.

Названная его именем теория — теория групп — принесла миру столь глубокие мысли, что они буквально всколыхнули математику. И не только ее. «Откликнулись» другие науки. Такие понятия, как «группа», «подгруппа», «поле», оказали мощное влияние на естествознание. Правда, не современного (современники этого не приняли), а более позднего периода. Они нашли применение, например, в работах советского исследователя Е. Федорова по кристаллографии, в квантовой механике, в ряде других разделов физики.

Идеи оказались слишком смелыми, чтобы математическая общественность той поры смогла их оценить. Э. Галуа представил открытие в Парижскую академию. Однако даже знаменитые математики, такие, как О. Коши и Ж. Фурье, не сумели его понять. В довершение они затеряли рукописи работ. По просьбе С. Пуассона, также известного математика того времени, Э. Галуа восстановил текст одного из утерянных исследований. Но и С. Пуассон оказался бессилем разобраться в нем. Он писал: «Мы приложили все усилия, чтобы понять доказательства мсье Галуа. Его рассуждения недостаточно ясны, недостаточно развернуты и не дают возможности судить, насколько они точны. Мы не в состоянии даже дать в этом отзыве наше мнение о его работе».

Э. Галуа отказывались печатать. Ему с трудом удалось опубликовать две статьи. Но и после этого положение не изменилось к лучшему. Он с грустью жалуется, что его не может никто поддержать и в удел ему достаются безразличие, пустота, молчание.

Однако молодой ученый не отступает. Осознавая важность полученных результатов для будущего математики, он упорно борется со стеной непонимания. «Мне помощи не надо, — заявляет Э. Галуа. — Мне нужны враги. Пусть возражают, спорят, пытаются опровергнуть», Таков этот мужественный исследователь. Видно, справедливо сказано, что цена человека измеряется калибром его врагов. А он искал их, он жаждал борьбы. Это было бы для него лучше, чем равнодушие.

Надо заметить, что и по своим политическим взглядам Э. Галуа находился среди передовых людей того времени. Состоял членом левореспубликанского общества «Друзей народа», публично выступал против королевского режима, за что дважды сидел в тюрьме.

В ночь накануне дуэли (очевидно, спровоцированной его политическими противниками) талантливый ученый в письме другу кратко сформулировал свои основные открытия и просил сообщить о них видным немецким математикам К. Якоби и К. Гауссу. Хотел, чтобы они дали заключение не о справедливости, а о важности его теорем. Заметьте! О «важности», ибо их справедливость и в самом деле могла оказаться уязвимой перед лицом существующих парадигм.

Хотя письмо после гибели Э. Галуа было опубликовано, его идеи ввиду новизны да и краткости также не встретили признания. И еще одна попытка не увенчалась успехом, когда 14 лет спустя математик Г. Луивильль разорвал и издал наследие погибшего. Оно состояло всего несколько десятков страниц. Но каких!

Интерес к работам великого француза появился лишь в 70-х годах прошлого столетия. Тогда его открыли заново. И с тех пор исследователи чаще и чаще стали к нему обращаться.

Однако даже в начале нашего века иные ученые все еще были далеки от понимания истинной глубины теории Э. Галуа. Примечательный факт имел, например, место в 1910



Карл Густав Якоб ЯКОБИ

году. Математик О. Веблен и физик Д. Джине обсуждали реформу учебного плана по математике в Принстонском университете (США). Достаточно известный, уважаемый в ученом мире Д. Джине, обращаясь к теории групп Э. Галуа, заявил, что можно обойтись и без нее. «Этот раздел математики, — сказал он, — никогда не принесет какой-либо пользы физике». Правда, О. Веблен оставил совет коллеги без внимания.

Как видим, почти столетие спустя мысли молодого ученого еще не были по достоинству оценены. Что же остается говорить о его современниках? Можно представить, какая глухая стена окружала Э. Галуа и каким нужно обладать характером, чтобы эту стену пробивать.

Большое сопротивление довелось преодолеть и нашему гениальному соотечественнику Н. Лобачевскому, которого заслуженно называют «Коперником геометрии».

Он отстаивал свою теорию вопреки убеждениям ученого мира, общественному мнению и, уж конечно, наперекор здравому смыслу, которым нередко вооружено невежество.

Когда Н. Лобачевский представил в 1832 году на обсуждение Российской академии идеи неевклидовой («воображаемой», как он



Николай Иванович ЛОБАЧЕВСКИЙ

ее назвал) геометрии, против выступили известные русские математики М. Остроградский и В. Буняковский. «Работа выполнена с таким малым старанием, что большая часть ее непонятна», – сказал, например, М. Остроградский. И, заключая свою речь на заседании, заявил, что этот труд «не заслуживает внимания академии».

После такой оценки специалистов тем более не стеснялись в выражениях люди, вообще далекие от математики, хотя и пытавшиеся говорить от ее имени. К сожалению, располагая печатными органами, они могли влиять на умонастроение общества, создавая вокруг личности ученого обстановку недобрежелательства и вражды. В частности, журнал небызвестного реакционера Ф. Булгарина, прославившегося травлей передовых писателей, заявлял: «Даже трудно было бы понять и то, каким образом г. Лобачевский из самой легкой и самой ясной в математике, какова геометрия, мог сделать такое тяжелое, такое темное и непроницаемое учение... Для чего же писать, да еще и печатать такие нелепые фантазии?..»

Действительно, великий математик не учел, с какой непонятливой публикой он может иметь дело. Ведь еще в XVII столетии вы-



Рене ДЕКАРТ

дающийся естествоиспытатель и философ Р. Декарт предупреждал: когда пишешь о трансцендентальных проблемах (то есть проблемах, выходящих за пределы сущего), будь трансцендентально ясен.

Однако для Н. Лобачевского дело принимало вовсе не шуточный поворот. Это, а также ряд других обстоятельств привели к тому, что в 1846 году его лишили – вопреки ходатайству ученых – должности ректора Казанского университета, а через год освободили от должности профессора и вообще от всех занимаемых должностей, которые он в университете нес.

Но ни выступления специалистов, ни насмешки и гонения не сломили волю ученого. Он не отказался от своих взглядов.

Повторилась история Э. Галуа: идеи русского математика были столь необычны, парадоксальны, что еще долгое время их не могли оценить. Позднее открылись новые варианты неевклидовых геометрий: венгра Я. Бойяи, немца Г. Римана и других исследователей. Вначале они встретили такое же единодушное непонимание.

Интересно, что отец Яноша Бойяи, Фаркаш, тоже математик и тоже испытывший

страсть к необычным построениям, умолял сына не заниматься ими. Он предостерегал: «Ты должен отвергнуть это подобно самой гнусной связи. Это может лишить тебя всего твоего досуга, здоровья, покоя, всех радостей жизни. Эта черная пропасть в состоянии, может быть, поглотить тысячу таких титанов, как И. Ньютон...» Мы знаем, что юноша не внял совету отца. Вскоре — тремя годами после Н. Лобачевского — Я. Бойяи издал свою работу.

Как стало известно из переписки К. Гаусса, опубликованной уже после его смерти, он также сделал наброски идей новой теории пространства. Кстати, ему принадлежит и само понятие «неевклидова геометрия». Однако К. Гаусс воздержался от издания результатов своих исследований по этому вопросу, опасаясь, как он выражался, ос, которые могут в него впитаться. Ему не хотелось быть непонятым и осмеянным подобно Н. Лобачевскому, который не побоялся опубликовать полученные выводы в России и за границей. В связи с этим современный американский математик П. Рашевский справедливо подчеркивает, что приоритет в открытии неевклидовых геометрий по праву принадлежит Н. Лобачевскому. Ибо именно он публично, предполагая ожидавшуюся реакцию, первым вступил в борьбу за новое.

Работы Н. Лобачевского и Я. Бойяи со временем все же заставили всерьез посмотреть на необычную геометрию. Вокруг то и дело вспыхивали яростные дискуссии. В математическом обществе Геттингена, например, где собрались в ту пору (2-я половина XIX века) наиболее сильные умы, в течение ряда лет обсуждали проблемы новой теории пространства. По этому поводу родились даже шуточные строки:

Die Menschen fassen kaum es,
Das Krümmungsmass des Raumes
(Эти люди никак не поймут,
Что такое мера кривизны пространства).

И лишь после работ Г. Римана в 70-х годах прошлого века неевклидовы геометрии наконец вошли равноправным разделом в математическую науку. Хотя даже и в это время все еще находились противники новой теории. Известный немецкий философ-идеалист Г. Лотце, например, пользовавшийся определенным влиянием среди естествоиспытате-

лей, заявлял, что все неевклидовы системы «представляют собой нелепость».

На грани неверия и самомнения

Пример Э. Галуа, Н. Лобачевского, как и многих других пионеров нового, приоткрывает еще одну страницу теории науки. Отстаивание смелых и парадоксальных идей требует столь же сильной веры в их истинность.

Конечно, вера есть нечто, идущее из области, чуждой науке, которая отвергает положения, не прошедшие через горнило доказательств и опровержений. Это так. Но здесь подразумевается иное.

Речь не идет о том, чтобы принимать теорию, поскольку она освещена авторитетом великих, скреплена традицией или признана большинством. Мы имеем в виду убежденность первооткрывателя в правоте своего дела, его уверенность в том, что он на правильном пути. Это различие между религиозным и научным принятием некоторых положений молодой американский геолог П. Молнар выразил так: «Не знаю, верю ли я в бога, но зато я точно знаю, что верю в тектонику плит». Ученый затрагивает здесь вопрос о движении земной коры, вызванном глубинными процессами, в частности, смещениями в самих основаниях, то есть плитах, на которых, как полагают, покоятся материки. «Тектонический» и означает «созидательный».

Вера нужна ученому. Иначе ведь он может не устоять в борьбе, поступиться под напором гонений и критики добытыми результатами либо побояться обнародовать их.

Неистребимая вера помогла Н. Копернику довести до конца свое исследование и подвинула на его опубликование. Понятно, что это далось ему нелегко. Едва ли в то время существовал взгляд более нелепый и более запретный, чем тот, что он отстаивал. И тем не менее ученый считал: «...страх не должен удерживать меня от издания книги на пользу всех математиков. Чем нелепее кажется большинству мое учение о движении Земли в настоящую минуту, тем сильнее будет удивление и благодарность, когда вследствие издания моей книги увидят, как всякая тень нелепости устраняется наияснейшими доказательствами».

Человечество преклоняется перед подвигом И. Кеплера. Он жил и творил в эпоху, когда еще не было уверенности в том, что имеются некоторые общие для небесных явлений регулярности. Но ученого вело убеждение в их существовании. Он изучает движение планет и постепенно нащупывает царящий в мире порядок. Оценивая заслуги И. Кеплера, А. Эйнштейн с восхищением отмечал: «Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения!»

Наряду с этим есть немало свидетельств тому, как ученые уступали давлению обстоятельств, отказываясь защищать свои взгляды. Конечно, если идеи стоящие, они рано или поздно пробьют дорогу к признанию. Пусть не сейчас, не с этим исследователем, а позднее, благодаря усилиям других. Однако человечеству не безразлично, когда это произойдет. Оно заинтересовано, чтобы открытие состоялось как можно раньше.

Характерна обстановка, сопровождавшая появление периодического закона химических элементов. К его формулированию одновременно с выдающимся русским ученым Д. Менделеевым подошел во второй половине XIX века и английский химик Д. Ньюлендс. Он также, располагая элементы по возрастанию атомного веса, заметил, что их свойства периодически повторяются. Д. Ньюлендс уподобил эти чередования музыкальным октавам. В химическом ряду оказалось так же, как и в музыкальном, 8 компонентов.

Правда, это построение не было полным и последовательным. Однако сейчас нас интересует другое. Выступление Д. Ньюлендса в Лондонском химическом обществе вызвало критику и бурю насмешек. Особенно эта аналогия с октавами... Исследователь был удручен и так расстроен, что в дальнейшем уже не осмеливался развивать свою мысль. Вера в себя была потеряна, а с нею и вера в закон, который он явственно предчувствовал.

Д. Менделеева встретили также не распротертыми объятиями. Против него выступали многие. Притом не только люди, занимав-



Дмитрий Иванович МЕНДЕЛЕЕВ

шие вторые роли в науке. Среди не принявших закон оказались такие крупные ученые как немецкий химик Р. Бунзен и соотечественник Д. Менделеева М. Зимин. Не было недостатка и в откровенных издевательствах. Великого химика спрашивали, например, не встретил ли бы он такой же закономерности в свойствах элементов, если бы располагал их... по алфавиту.

Однако критики столкнулись здесь с другим, нежели у Д. Ньюлендса, характером. Д. Менделеев не опустил руки. Наоборот. Чтобы утвердить в науке новый закон, он вывел из него ряд следствий, показал их эмпирическую достоверность и этим обосновал непрекаемость открытой им закономерности. Истина восторжествовала. Но стоит, по-видимому, из этого извлечь урок. Действительно, как писал А. Данте:

Следуй своей дорогой,
И пусть люди говорят, что угодно.

Вместе с тем очевидно: уверенность не должна перерасти в самоуверенность, собственное мнение — в сомнение. Те, кто чрезмерно убежден в своей правоте, плохо вооружены, чтобы делать открытия. Исследователь обязан быть готовым и к восприятию чу-

жих взглядов. Это важно как мера против болезни, к сожалению, поражающей некоторых, в том числе крупных, ученых, когда они бывают склонны, так сказать, смешивать собственную биографию с «биографией» науки.

Прежде чем окончательно выносить добытые результаты на всеобщее обозрение, стоит — так считают многие выдающиеся естествоиспытатели — тысячи раз себя проверить и перепроверить. Л. Пастер, например, в связи с этим отмечал: насколько же тяжело, когда знаешь, что получил важное открытие, о котором не терпится возвестить миру, и в то же время должен неделями, годами сдерживать себя, чтобы не ошибиться. Приходилось, пишет ученый, не раз бороться с самим собой, стараться разрушить собственные опыты. И все-таки он оставался верным правилу — не объявлять об открытии, пока не испытал всех противоположных гипотез, не исчерпал контрдоводов.

В современном науковедении выдвинут принцип так называемого «организованного скептицизма». Принцип этот требует пристального и придирчивого анализа любого предмета исследования, напоминает, что безоговорочное принятие чего-либо должно быть исключено.

Действительно, в науке нет положений, освобожденных от критики, не «пропущенных» через сомнение. И это касается не только взглядов других. Выступать против чужих идей, конечно, тоже нелегко. Однако исследователь обязан распространять сомнение и на собственные результаты.

Таким образом, мужество требуется ученому не только для того, чтобы защищать свои взгляды, но и чтобы смочь отказаться от них. Фактически настоящий исследователь несет в себе два в известном смысле противоречащих начала: глубокую веру в те идеи, которые он нашел, а с другой стороны — готовность подвергнуть их критическому осмыслению.

В современной методологической литературе сформулировано своего рода предписание, которое называется «страсть — этикет». Это тоже парадокс, поскольку совмещает два внешне не совместимых друг с другом совета. Смысл предписания в том, что при всей увлеченности объектом изучения исследователь не должен нарушать по отношению к нему

«этикета». Он обязан пронести уважение к его строению и составу, не стремиться подгонять его под свои представления. Мало проку, если ученый упорствует, «согласуя» предмет с тем, как он его понимает, хотя бы это понимание выглядело изящным и убедительным.

Преувеличенная страсть без соблюдения «этикета» неизбежно разрушает объективные показания о строении явления, извращает его реальные характеристики. Хорошо, когда преданность предмету увлечений сочетается с умением взглянуть на него со стороны, беспристрастно оценить полученные выводы и, сколь бы ни было это тяжело, при необходимости отречься от них.

Плодотворные решения по затронутым здесь вопросам предлагает известный венгерский математик Д. Пойа. Надо сказать, вообще у Д. Пойа рассыпано немало глубоких мыслей о характере научного творчества, и мы еще будем обращаться к его свидетельствам. Небезынтересно отметить и то, что он родился в Венгрии (в 1888 году), работал в Швейцарии, Англии, Германии, США. Венгерское имя — Дьердь Пойа, в Германии его звали Георг Полия — немецкий вариант имени и фамилии; в США стали называть Джордж Пойя. Наконец, он известен и как Георг Поля.

Но вернемся к нашим проблемам. Д. Пойа считает, что ученый обязан изменить свои взгляды, если имеются веские обстоятельства, понуждающие их изменить. В этом проявляется «мужество ума» и испытывается честность исследователя. Вместе с тем не стоит отказываться от своих убеждений без достаточных к тому оснований. Поэтому надо обладать также «мудростью ума», чтобы не поддаваться внешним влияниям и модным поветриям, порой наводняющим науку.

Мы завершаем описание научных парадигм. Как видим, утверждаясь в качестве образца, нормы мышления, парадигма со временем перерастает это свое название и оказывается вчерашним днем науки. Тем не менее (а может быть, именно поэтому) она отстаивается приверженцами старого, освящается как обязательная установка при решении познавательных задач. На ее защиту встают официальные органы, общественное мнение — все, что испытывает желание и способность сопротивляться.

Как же расшатываются устои отживших парадигм? Как вообще создаются новые теории, представляющие — в условиях господства прежних научных воззрений — значительный шаг вперед?

Как видим, главным препятствием прогрессу науки оказывается... сама наука, точнее, ее уходящий день. И хотя новая идея быстро вербует себе сторонников, основная-то масса ученых встречает ее настороженно, во всеоружии укоренившихся мнений и традиций, овеянных авторитетами великих. В их руках к тому же печатные издания, кафедры, исследовательские лаборатории, словом, все, что способно активно сопротивляться нововведениям.

Конечно, в науке решение вопроса о том, принимать или не принимать теорию, не зависит от поведения большинства. Однако кто оказывается прав, мы узнаем лишь в конце пути, а в самом начале новаторам гораздо неуютнее, чем консерваторам. Понятно, что одолеть такое «сопротивление материала», прорваться к новым горизонтам знания способны исключительно смелые, по-настоящему глубокие идеи и теории.

Положение усугубляется еще и тем, что по мере эволюции познания сделать каждый новый шаг становится все сложнее. Природа вообще неохотно расстается со своими секретами. И чем больше наука продвинулась по пути объяснения тайн материи, тем труднее удается эти тайны у нее выведывать.

Действует так называемый принцип уменьшения отдач, согласно которому для новых завоеваний наука требует все более крупных усилий, материальных затрат, ассигнований. Проводят аналогию со строительством пирамиды. Чтобы увеличить высоту пирамиды в два раза, ее основание надо увеличить в во-

семь раз. Соответственно возрастает и объем строительных работ: расход материалов, число рабочих и т.п.

Так и в науке. Чтобы достичь качественно-го удвоения знаний (открыть новые законы, принципы, создать эффективные теории), необходимо количество информации, на базе которой это возможно, увеличить в 8 раз, число ученых — в 16 раз, а ассигнование на науку — в 32 раза. Не случайно ведь, что современные научные приборы превращаются в настоящие промышленные установки, лаборатории обретают по своему размаху черты производственных сооружений, а исследователи объединяются во все более многочисленные коллективы.

Таким образом, достижение нового знания становится с каждым продвижением затруднительнее, требует все более изощренных, оригинальных идей, «проживающих» на границе с невероятным.

Но это и означает, что для создания такой сверхординарной, парадоксальной теории необходимы столь же парадоксальные методы. И это естественно. Едва ли можно необычную теорию построить с помощью обычных, так сказать, примелькавшихся, будничных средств. Очевидно, только таким путем и можно расшатать прочно укоренившиеся в сознании большинства парадигмы века. Оттого наряду с нормальными операциями и формами мысли мы встречаем, особенно в периоды глубокой ломки устоев науки, и «запрещенные приемы».

Так мы вступаем в область уже собственно научного творчества. Дальнейшее повествование будет посвящено парадоксам познавательного процесса, то есть тем парадоксам, благодаря которым только и удается преодолеть достигнутое и решительно продвинуть науку вперед.