

Парадоксы науки

Анатолий Сухотин

1980 г.

Оглавление

К читателю	3
1 «И гений, парадоксов друг...»	5
1.1 «Сворачивает парадокс, куда захочет...»	5
1.2 Я лгу, следовательно, утверждаю истину	7
1.3 «Кто неразумней, тот умней»	10
1.4 «Прости меня, Ньютон!»	13
1.5 Парадоксы, где их не должно быть	17
1.6 «А разве что-нибудь ещё осталось открывать?»	21
2 Парадигма повержена. Да здравствует парадигма!	27
2.1 Мы солнце старое погасим, мы солнце новое зажжём!	27
2.2 Наука безупречна. Ошибаются учёные	29
2.3 «Я не слышал, что вы сказали. Но я совершенно с вами не согласен»	33
2.4 «Ломка сознания»	36
2.5 Гипноз великого	43
2.6 По ту сторону здравого смысла	47
2.7 На острие прогресса	51
2.8 На грани неверия и самомнения	55
3 Интуиция против логики?	60
3.1 Знать, не осознавая	60
3.2 Подготовка. Вообразить себя молекулой	66
3.3 Инкубация. Избавиться от тирании «Я»	69
3.4 Инкубация продолжается. «Ноги — колёса мысли»	72
3.5 И ещё инкубация. «Учитесь видеть сны, господи!»	76
3.6 Вспышка гения (озарение)	81
3.7 Доведение результата (логическая подборка)	84
3.8 Подводя баланс	87
4 Парадокс изобретателя	93
4.1 Всё наоборот	93
4.2 Отмечено «грязной»работой	96
4.3 «Если задача не решается, придумайте себе другую задачу»	100
4.4 «Попасть в дробь»	102

4.5	Электроды, ножи и вилки	105
4.6	Мосты над пропастью	109
5	Дилетант-специалист	113
5.1	Нарушители «ведомственных» границ	113
5.2	Наука массовой профессии	117
5.3	Учёные, которые создали сами себя	122
5.4	«Шестерни воображения вязнут в избытке знания»	125
5.5	Специалисты вредны, потому что...	129
5.6	По законам природы это не должно летать	132
5.7	Математические досуги	135
5.8	Люди «без прошлого»	141
5.9	«Академиков достоинство главное»	145
	Заключение	151

К читателю

Наука всё основательнее внедряется в организм общества, подчиняя своему влиянию новые и новые пространства. Важен не только её экономический эффект. Выясняется воспитательное назначение научного достижения, его роль в формировании нравственных, эстетических норм, в преобразовании всего духовного склада людей.

Наука — одно из высших проявлений человеческих возможностей, показатель того, на что вообще способен наш интеллект. И если природа действительно создала человека, чтобы через него себя понять, восхвалить, пропеть себе гимны (отчего бы не так?), то, согласитесь, наука — лучшее из того, что имеется для достижения этой цели. Мы люди, и человеческое в нас — неистребимая радость познания. Она влечёт всё дальше вперёд по неизведанным дорогам открытий.

Закономерно нарастание интереса к особенностям строения, социальному месту науки, тайным пружинам, продвигающим учёных от успеха к успеху. Заостряют внимание и на её парадоксах. По-видимому, современное положение достигло пункта, когда для понимания сути науки надо изучить её не только в норме, но и в «патологии», осознать причины, по которым она «заболевает», и пути преодоления ею этих болезненных, парадоксальных осложнений. Впрочем, беспарадоксальная наука — это болезнь ещё похуже...

Парадоксы поучительны. Каждый из них повествует о каких-то неожиданных поворотах науки в постановке проблем, методах решения, судьбах её открытий. Потому выбор темы выдаёт желание не просто зарисовать исключительные ситуации, которых в науке не счесть. Наша цель заключается в том, чтобы раскрыть назначение парадокса как источника новых приобретений в знаниях, его роль в выдвижении плодотворных идей, вообще оттенить созидательные начала, которыми отмечено рождение и преодоление парадоксов.

Хотелось бы также кратко предварить дальнейшему изложению расстановку сил.

За общей характеристикой парадоксов, проведённой в начале книги, предприняты попытки рассказать о парадоксальных состояниях, возникающих на крутых поворотах науки. Именно когда обнаруживается неудовольствие старым знанием, а новое ещё не настолько доказало свою жизненность, чтобы прочно войти в сознание большинства. Короче, всё пребывает в стадии борения, в стадии завоевания умов новыми идеями и освобождения от старых.

Последующие разделы посвящены освещению приёмов, которые привлекаются учёными для построения парадоксальных теорий (не надо доказывать, что

и сами приёмы столь же парадоксальны). Брошены также усилия на расшифровку некоторых механизмов творчества.

Мы встретимся с разными парадоксами. Думается всё же, что выводы и методологические советы, сформулированные при их описании, вполне согласуются друг с другом, оказываются общими для рассматриваемых парадоксов. Это и позволило нам собрать их под одной крышей и вынести на суд читателя.

Глава 1

«И гений, парадоксов друг...»

1.1 «Сворачивает парадокс, куда захочет...»

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

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

Этим словом характеризуют операции мысли, отклоняющиеся от правил логики, так сказать, «околологические» («пара» в греческом означает «около», «рядом», «вблизи»). Налицо отступление от норм мышления, однако они, эти отступления, не осознаются, и их можно обнаружить лишь специальным анализом. Возьмём, к примеру, такое рассуждение. Все существительные меняют падежные окончания. Слово «земля» меняет падежные окончания. Следовательно, слово «земля» — существительное. Правильно? Кажется, да. Земля действительно имя существительное. Вывод-то верен, только получен он неверным путём. Вкралась логическая погрешность. Мы обнаружим её, подставив в схему рассуждения вместо слова «земля» другое, обозначающее не существительное, а, скажем, прилагательное. К примеру, слово «синий». Тогда получим следующее заключение:

Все существительные меняют падежные окончания.

Слово «синий» меняет падежные окончания.

Следовательно, слово «синий» — существительное.

Но это вовсе не существительное. Отчего же произошла ошибка? Нарушено правило логики. Чтобы получить верный результат в рассуждениях подобной структуры, одна из посылок обязательно должна быть отрицательной. Вот пример.

Все существительные обозначают предметы или вещи.

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

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

При этом широко и, надо сказать, умело используется гибкость понятий, их насыщенность многими смыслами, оттенками. Откуда появляется эта гибкость? Она имеет место потому, что понятия отражают изменчивость самих вещей. Но это может быть истолковано по-разному. Диалектик Гераклит, провозгласив знаменитый тезис «вес течёт», пояснял, что в одну и ту же реку (река — образ природы) нельзя войти дважды, ибо на входящего текут всё новые и новые воды. Ученик Гераклита Кратил, соглашаясь с тем, что всё течёт, сделал из этого другие выводы. В одну и ту же реку, утверждал он, нельзя войти даже и один раз, ибо пока тыходишь, река уже изменится. Поэтому Кратил предлагал не называть вещи, а просто указывать на них пальцем: пока произносишь название, вещь будет уже не та.

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

- *Знаешь ли ты, о чём я хочу тебя спросить?*

- *Нет.*

- *Знаешь ли ты, что добродетель есть добро?*

- *Знаю.*

- *Вот об этом я и хотел тебя спросить.*

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

Есть примеры и похитрее. Например, софизм Эватла. Эватл брал уроки софистики у философа Протагора на условии, что плату за обучение он внесёт тогда, когда, окончив школу, выиграет свой первый процесс. Окончил. Время шло, а Эватл и не думал браться за ведение процессов. Вместе с тем считал себя свободным и от уплаты денег за учёбу. Тогда Протагор пригрозил судом, заявив, что в любом случае Эватл будет платить. Если судьи присудят к уплате — то

по их приговору, если же не присудят — то в силу договора. Ведь тогда Эватл выиграет свой первый процесс. Однако, обученный софистике, Эватл возразил, что при любом исходе дела он платить не станет. Если присудят к уплате, то процесс будет проигран и согласно договору между ними он не заплатит. А если не присудят, то платить не надо уже в силу приговора суда.

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

А чем не софизм сочинённая английскими студентами песенка?

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

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

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

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

*Сворачивает парадокс, куда захочет,
Рассудок здравый он, смеясь, морочит.*

1.2 Я лгу, следовательно, утверждаю истину

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

Странность парадокса в том, что выявляется внутренне противоречивая ситуация. Из признанных наукой положений следуют исключаящие друг друга

выводы. То есть следуют такие два утверждения, что если одно из них истинно, то другое непременно ложно. Подобные парадоксы называют формально-логическими, поскольку они имеют строгое логическое описание.

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

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

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

Критянин Эпименид сказал:

«Все критяне лжецы».

Эпименид сам критянин.

Следовательно, он лжец.

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

Таким образом, мы пришли к взаимоисключающим предложениям. Одно из них утверждает, что высказывание «все критяне лгуны», является ложным, а другое, наоборот, квалифицирует это же высказывание как истинное. Притом как в одном, так и в другом случае наши рассуждения логически строги, в них нет ни намеренных, ни непреднамеренных ошибок. Так где же истина?

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

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

С тех пор внимание к парадоксу лжеца, по существу, не затухало. Оно лишь принимало новые формы, обнаруживало новые оттенки. Особенно сильная волна интереса к нему, как и другим парадоксам, была вызвана событиями,

разыгравшимися в математике на рубеже XIX–XX столетий. На этот раз к парадоксам подошли основательнее, во всеоружии достижений логики, математики и философии, полученных к тому времени. Более подробный разговор ожидает нас чуть впереди.

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

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

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

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

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

Подобная обстановка сложилась, например, в эпоху обнаружения явлений радиоактивного распада. В самом конце прошлого столетия французский учёный, потомственный физик четвёртого поколения А. Беккерель занялся поисками излучения, аналогичного только что открытым рентгеновским лучам.

Он исследовал люминесцирующие вещества. Эти вещества, поглотив определённую энергию (например, световую), приходят в возбуждённое состояние, а затем отдают избыток энергии и за счёт этого светятся.

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

Загадочное явление не укладывалось ни в одну теорию. Более того, его объяснение потребовало таких нововведений, против которых восставала не только физика, но и весь укоренившийся строй мысли. Речь шла о допущении распада атома. Между тем с атомом была связана идея неделимости материи, идея, на которой покоились все представления о природе. Атом по-гречески и означает «неделимый», а тут предполагалось его разъять растащить по частям, тем самым низвергнуть как основу мироздания.

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

1.3 «Кто неразумней, тот умней»

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

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

Отрицающая акция необходима. Ведь если не грешить против всеми почитаемых и уважаемых истин, то как мы придём к новому? По существу, гений обязательно нарушает какие-то правила, и в этом отношении он всегда «безграмотен». По он «безграмотен» в высшем смысле, в смысле понимания им более совершенной грамматики. И то сказать, правила, когда они усвоены, скучны,

интересны исключения. К поискам последних и устремлён творческий дух, ибо исключения напоминают об иных возможностях, по предусмотренным принятыми наукой положениями.

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

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

И далее, подводя итог, поэт пишет:

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

Е. Евтушенко. Карьера

Парадоксальность революционной идеи проявляется и в том, что она фактически всегда алогична, то есть невыводима по правилам логики из принципов, положений, законов, принятых современной наукой. Как говорится, гений не предъявляет доводов. Просто он совершает «логическое преступление». Поэтому выдвигаемые новые, смелые решения объявляются обычно невероятными, невыполнимыми. Так обошлись со многими ныне бесспорными законами, которые в своё время посчитали невозможными. Вот некоторые из них:

*«Тяжёлые предметы падают не быстрее лёгких»;
«Тепло есть движение»;
«Малярия вызывается комарами».*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Совершенно оригинальный способ вылавливать парадоксальные идеи практикуется американским журналом «Физическое обозрение». Обычно он печата-

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

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

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

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

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

Действительно, обнаружение парадокса — признак надвигающейся катастрофы. Ведь идеал любой науки — строгая, логически безупречная согласованность всех ее положений. Даже мелкие трещины, неясности в содержании отдельных теорий заставляют бить тревогу. А тут парадокс, вопиющее недоумение. Наука от имени ее творцов всех времён и народов, очевидно, была бы готова заявить устами героя известного английского писателя О. Уайльда: «Парадокс? Терпеть не могу парадоксы!» Парадокс вызывает брожение в умах, которое не уляжется, пока наука не расправится с ним.

1.4 «Прости меня, Ньютон!»

Вместе с тем, разрешая противоречия и продвигаясь благодаря этому вперёд, познание отыскивает новые парадоксы, ибо самое простое и понятное всегда то, что найдено вчера, а самое сложное и неясное то, что будет обнаружено завтра. Ведь и изучается всё ради того лишь, чтобы, завоевав один рубеж, пойти дальше, чтобы вновь встретить неизведанное и потребовать его уточнений. Наука

словно бы задалась целью опровергнуть афоризм: «Если что и непонятно во вселенной, так это то, что она вообще поддаётся пониманию». Действительно, человек каждодневно убеждается, что явления и процессы, казалось бы, сложные, необъяснимые, рано или поздно удаётся объяснить.

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

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

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

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

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

Всё началось с установления факта постоянства скорости света. Эксперимент американского физика из Чикаго А. Майкельсона в конце XIX века показал, что свет может двигаться всегда только с одной и той же скоростью — 300000 километров в секунду. Этот результат грозил чрезвычайными последствиями.

Дело в том, что скорость света является наивысшей. Природа словно наложила запрет. Никакой сигнал, по крайней мере из тех, что известны, не может распространяться быстрее света. Далее, скорость света постоянна относительно любой инерциальной, то есть движущейся равномерно и прямолинейно, системы отсчёта. Это значит, что с какой бы высокой скоростью ни двигалось тело, излучающее свет, по направлению своего движения, скорость светового сигнала будет неизменной — 300000 километров в секунду. Это и порождало странности. Проведём такой мысленный эксперимент. Допустим, мы имеем ракету,

развивающую скорость, близкую к световой, к примеру, 299 000 километров в секунду. Оборудуем её установкой, способной излучать свет, и приборами, учитывающими время и пройденные расстояния.

А теперь направим ракету в сторону некой космической цели. Когда её скорость достигнет предельной, ракета пойдёт в направлении той же цели световой сигнал. И вот что мы обнаружим.

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

Через 1 секунду после того, как свет был выпущен, он пройдёт 300 000 километров. Заметим это место. Вслед за световым сигналом в той же точке пространства появится ракета. По нашим земным расчётам, луч успел за эту земную секунду обогнать ракету всего лишь на 1000 земных километров. А вот по расчётам приборов на ракете, он сумел убежать от неё за 1 секунду уже на 300000 километров.

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

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

Проведём ещё один мысленный эксперимент. Снова отправим в космическое плавание ракету. На противоположных точках её боковых стенок помещены источник и приёмник светового сигнала, есть и приборы, регистрирующие движение света, и даже экспериментаторы, отмечающие показания приборов.

Когда ракета-корабль наберёт высокую скорость, её экипаж посылает с одного борта на другой световой сигнал. С точки зрения наблюдателя, находящегося внутри ракеты, свет пройдёт расстояние, равное ширине помещения, то есть длине перпендикуляра, опущенного с одного борта на противоположный. Однако внешний наблюдатель, от которого ракета удаляется, скажем, наблюдатель на Земле, получит иные результаты. Поскольку корабль движется, то согласно показаниям земного наблюдения тот же световой сигнал пройдёт отрезок, равный уже длине гипотенузы треугольника. Одна сторона этого треугольника — путь, который прошёл наш корабль (за время, пока свет достиг приёмника), а другая — ширина корабля.

Но что же происходит? Получается, что световой сигнал, движущийся от одного борта ракеты к другому, пробегает разное расстояние (то большее, то меньшее), хотя движется относительно этих наблюдателей с одной и той же

скоростью. Это типичный парадокс: из принятых положений вытекают противоположные, друг друга исключающие следствия.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.5 Парадоксы, где их не должно быть

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

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

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

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

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

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

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

Это не поддающееся измерению отношение диагонали и стороны квадрата было представлено выражением $\sqrt{2}$. Оно имеет следующее происхождение.

Если квадрат разрезать по диагонали, получим два прямоугольных равнобедренных треугольника, где линия бывшей диагонали будет гипотенузой, а стороны квадрата — катетами. Согласно знаменитой теореме Пифагора квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов, точнее, площадь квадрата, построенного на гипотенузе, равна сумме площадей квадратов, построенных на

катетах. Отсюда и величина отношения гипотенузы к катету (или диагонали к стороне квадрата), равная $\sqrt{2}$.

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

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

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

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

Очередная катастрофа произошла несколько веков спустя и особенно терзала математику в XVII-XVIII столетиях. В этот раз дело касалось истолкования бесконечно малых величин. Мы видели, что бесконечность участвовала и в первом кризисе. Там она отразилась в способе представления иррациональных чисел. Она будет участвовать и в третьем кризисе. И вообще, полагают некоторые, если резюмировать сущность математики в немногих словах, то можно сказать, что она — наука о бесконечном. Так, крупнейший немецкий учёный XX века Д. Гильберт, имея в виду математику, писал: «Ни одна проблема не волновала так глубоко человеческую душу, как проблема бесконечного, ни одна идея не оказала столь сильного и плодотворного влияния на разум, как идея бесконечного». Но вместе с тем, заключает он, «ни одно понятие не нуждается так в выяснении, как понятие бесконечного». Однако вернёмся к кризисам.

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

Выход из кризиса был найден созданием теории пределов, окончательно построенной в начале XIX века известным французским математиком О. Коши. Это парадоксальное состояние (полагать бесконечно малые нулями и в то же время неравными нулю) О. Коши разрешает введением качественно новых, неслыханных ранее величин. Он берет их из области возможного, а не дей-

ствительного. Бесконечно малые — это величины, которые существуют лишь как постоянно изменяющиеся, стремящиеся к пределу, но никогда его не достигающие. То есть они всегда остаются в возможности, в потенции, так что не реализуется ни одна из указанных альтернатив. Величины не застывают в каких-либо одних конкретных значениях. Они постоянно изменяются, приближаясь к нулю, но и не превращаясь в нуль. Интересные величины!

Последний кризис (последний по времени, но, надо полагать, не по счету) имел место на рубеже XIX–XX веков и был столь мощным, что затронул не только саму математику, но и логику, поскольку эти науки тесно связаны и язык, поскольку дело касалось способов точного выражения содержания наших мыслей.

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

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

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

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

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

Мы уже говорили, что множество (класс) есть совокупность объектов, которые и составляют элементы данного множества. Поскольку само множество тоже объект, как и его элементы, то вставал вопрос, является ли множество

элементом самого себя, то есть принадлежит ли оно к числу элементов собственного класса? В этом пункте начиналось интересное.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таким образом, прослеживая историю математики, мы можем вслед за известным американский учёным Ф. Дэйвисом, сказать, что во все времена, в любой точке своей эволюции стоило математике оказаться в кризисном положении, как её спасала какая-нибудь новая идея. Она придавала математике строгость, восстанавливая авторитет непогрешимой науки. Поэтому не стоит бояться парадоксов, ибо самые трепетные из них «могут расцвести прекрасными теориями».

1.6 «А разве что-нибудь ещё осталось открывать?»

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

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

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

выдающимся немецким физиком М. Планком.

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

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

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

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

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

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

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

Действительно, наступления такого спокойного, не обременённого поисками ответов состояния ожидать не приходится. Оно не удовлетворило бы прежде всего ни саму науку, ни её учёных. Если позволено будет провести аналогии, мы обратились бы к одному жизненному наблюдению. Поэт Е. Винокуров пишет, как он был молод и беспечен и как, осознавая свои недостатки, боролся с собой, сопротивлялся и, «напрягаясь от судорог, жил». Наконец, он, казалось бы, преодолел несовершенства, исправился и обрёл покой. Но вот теперь поэт вдруг ощутил, что от него что-то безвозвратно ушло. Стихотворение заканчивается характерным признанием:

*Стал я словно бы патока сладок,
Стал я как-то уж слишком умён...,
...Мне б вернуть хоть один недостаток
Из далёких и старых времён!*

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

В своё время ещё Гегель настойчиво призывал оставить излишнее «нежности» («Zartlichkeit») с вещами. И тогда, справедливо считал он, наше видение мира станет более острым, необычным, а анализ беспощадным.

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

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

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

Теория была новой, необычной и по ряду пунктов ещё недостаточно законченной. Учёный искал подтверждений своей идее, уяснял возможности её применения в соседних разделах биологии и медицины. Искал и уязвимые места, чтобы совершенствовать. Так он писал: «Стараясь... представить общую картину явлений невосприимчивости при заразных болезнях, я желал вызвать критику и возражения, чтобы выяснить судьбу фагоцитарной теории в приложении к вопросу о невосприимчивости».

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

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

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

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

Так же и Н. Семёнов, крупный советский химик, главным в опыте почитает не то, что несёт подтверждение теории, а то, что противоречит ей. Руководствуясь именно этим правилом, он и получил замечательный результат — разветвлённые цепные реакции в химических процессах, — а затем и Нобелевскую премию. В одном из экспериментов со свечением фосфора всё оказалось не так, как показывали законы. Учёный не побоялся пойти им наперекор. Многие приняли его сообщение с недоверием. Видный немецкий специалист М. Боденштейн, например, посчитал выводы Н. Семёнова ошибкой эксперимента. Сомнения выразил и авторитетный советский учёный Л. Иоффе — «папа Иоффе», как его ласково называли наши физики. Однако Н. Семёнов оказался прав, и его цепные реакции вошли в золотой фонд науки.

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

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

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

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

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

Здесь сто́ит сказать, что, будучи разносторонне мыслящим исследователем, С. Вавилов интересовался художественной литературой не только как любитель, но и профессионально, то есть так, как интересуются ею специалисты филологи. Известно, например, что, начиная с юношеских лет и до конца жизни, он вёл дневник — размышление о трагедии В. Гёте «Фауст». Постоянно носил с собой томик немецкого издания «Фауста», пытаясь постичь всю сложность этого уникального явления мировой культуры.

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

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

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

Бесспорно, парадокс — это противоречие, а противоречие, что бы мы ни говорили, всегда является в весьма неприятном сопровождении. Дело в том, что

противоречивая теория, система знаний, противоречивый метод и т. п. не имеют права существовать. Не имеют потому, что из противоречия, как показывает логика, следует всё, что угодно, то есть любое произвольное утверждение. Это poznali ещё древние, сопроводив свой вывод такой иллюстрацией: «Сократ бежит, и Сократ не бежит, следовательно, ты в Риме».

Таким образом, противоречию не должно быть места в науке. А с другой стороны беспарадоксальность науки означала бы её гибель, потому что без противоборств, острейших столкновений идей, конфликтов познание будет оставаться на месте.

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

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

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

Глава 2

Парадигма повержена. Да здравствует парадигма!

2.1 Мы солнце старое погасим, мы солнце новое зажжём!

Наверно, самые потрясающие парадоксы науки — смена её парадигм. Но что такое парадигма? Это понятие ведёт 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 рукоплещет учёный 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 возведённое 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 остаётся 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, приспособляя 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 обойдёшься прививкой нового к старому. Необ-

ходимы радикальные меры, требующие выдвижения парадоксальных идей.

Понятно, что такой решительный шаг всегда труден. Он сопряжён с большими сдвигами в образе мышления учёных, 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 её существование под началом утвердившейся парадигмы.

Состояние «нормальной» науки продолжается, пока не возникнут отклонения, не объяснимые ни господствующей теорией, ни её улучшенными вариантами. Тогда снова созревает «революционная ситуация», которой присущи напряжённые 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 её встречают в штыки, как абсурдную, отказываясь принимать в науку. Тогда она, собственно, ещё 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 сошёл», потом — «Здесь что-то есть», а в заключительной стадии — «Это же так просто». Словом, получается, как у той не лишённой 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, уходим вперёд.

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 всё сызнова. Очень настаивает на этом известный американский учёный Т. Кун, а за ним и ещё 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 всё 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 определённо оказалась бы утраченной. Тогда с каждым новым крутым поворотом мысли приходилось бы начинать с нулевого значения. Поэтому, хотя всякая парадигма и отрицает предыдущую, она не

может отменить всё то, что ею завоёвано.

Есть ещё 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 всё 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 королём, 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, её 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 зажжём!»

2.2 Наука безупречна. Ошибаются учёные

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 учёные-коллеги раскалываются 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 учёных, в том числе самих первооткрывателей тех истин, против вторых они восстают.

Известный современный американский учёным Ф. Дайсон считает даже, что в математике, например, консерватизм великих умов 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 учёные то и дело ошибаются.

Почему же так неохотно расстаются со старым? Чем объяснить такой застой мышления, в общем-то не свойственный науке, её 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, обременённое заблуждениями, это осознаётся позднее. Для своего времени, и пуще всего для своего творца, её 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 подвластны учёные. 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 учёный 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 её принять, а Г. Лейбниц стал даже ярким противником теории, назвав её «невнятной».

Вескую оппозицию испытали и взгляды известного английского учёного Д. Дальтона, когда он в начале прошлого столетия выступил с обоснованием знаменитого закона кратности отношений, который мы помним ещё из школьного курса химии. Поскольку все вещества состоят из атомов, они должны, полагал учёный, 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 учёном В. 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 учёным, которые не захотели смириться со столь радикальной мыслью, какую явилась идея распада атома. В. 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. Лебедева, 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 напряжёнными бывают столкновения в пору рождения идей, затрагивающих основы мировоззрения. И чем более глубокими переменаами грозит принятие нового, тем ожесточённее 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 всё 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 запрещённых 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 учёных. «Я был убеждён, что новая система — чистейшая глупость» — так отозвался о взглядах великого поляка 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 её горячим приверженцем, за что сурово поплатился. Несмотря на покровительство паны, церковь потребовала суда над 69-летним учёным. Под угрозой запрещения научной деятельности, сожжения неопубликованных 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 далёк от астрономии. Но вот мнение зрелого специалиста, да ещё 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 своём 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 её подножия? Далее, второй довод. Земля — массивное, тяжёлое тело, которое отнюдь не приспособлено к движению. Какие же силы способны вращать его наподобие звезды? Учёный апеллировал даже к святому писанию, где говорится о движении Солнца, но не Земли.

Всё 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 её преимущества. 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.

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 отсчёта явлений и событий. Земля оказалась низведённой 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 исключительности, 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 учёных XIX века: Ж. Кювье, Р. Вирхов, К. Бернар, Л. Пастер и другие. И ещё парадоксальнее то, что все они в большей или меньшей мере содействовали своими исследованиями утверждению дарвинизма. Например, барон Жорж-Леопольд-Кретъен-Фредерик-Дагобер Кювье — признанный враг эволюции, высказал идею взрывов, катастроф, в результате которых всё живое на Земле гибнет, а потом зарождается вновь.

И тем не менее едва ли кто из учёных 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 приобретёнными в результате... рахита.

Примечательно, что местный учитель Фулрот, которому рабочие показа-

ли 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 своё мнение, несмотря на нападки церковников и авторитетные заявления консервативных учёных.

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.

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

К сожалению, выступления одного учёного против другого осложнены порой тяжёлыми 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 предъявить читателю некоторые из подобных фактов.

Обратимся снова к Ч. Дарвину. В числе других его теорию не признавал также известный французский зоолог Ж. Фабр — личность вообще интересная, и мы ещё вернёмся к нему. Его критика дарвинизма нередко достигала высокого накала. Однако выдающиеся учёные 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 нашёлся 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 приязнью друг к другу, поднявшись над жестокой враждой и полным несходством взглядов до весёлой 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 её. 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 вызывало сильнейшее противодействие. Мы уже рассказывали, как сопротивлялся теории В. Томсон. Её 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, заняться другими. Но не тут-то было! «Электромагнитная тема» влечёт его, более того, выводит на работы Д. Максвелла. Словом, всё это закончилось тем, что, «поймав» электромагнитную волну, которая оставалась до этого лишь предположением, Г. Герц стал виновником торжества оспариваемых им ранее идей.

«Эмоцией вытеснения» исполнены отношения многих других учёных. Например, И. Ньютона и Г. Лейбница, французских математиков конца XVIII — начала XIX века Л. Пуансо и О. Коши. Г. Галилей полностью игнорировал законы движения планет, установленные в начале XVII века известным немецким учёным 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 ведёт 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 испытать 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 остановки наносят вред прогрессу паровой техники, и выражался даже в том смысле, что Р. Тревитика... мало повесить.

В своё время Т. Эдисона часто травили и высмеивали как мошенника, препятствуя внедрению его открытий. При этом 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 ещё 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 — всё 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 учёных против своих коллег, против истин, создаваемых другими. Но верхом парадоксальности оказывается положение, когда исследователь опровергает... самого себя, воюет с 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 всё, 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 её «подозрительной». Уже создав основы дифференциального исчисления, он остался в плену у старую. Великий учёный предпочитал выражать свои физические и астрономические воззрения архаическим языком, используя понятия, введённые ещё 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

пришёл к выводу, что планеты движутся вовсе не по круговым орбитам, как полагали со времён 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, учёный не смог перешагнуть барьера парадигмы. Его взгляды оставались некоторое время сугубо средневековыми. И только позднее, после упорных лет борьбы со своими убеждениями, великий учёный 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 своё 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 пришёл 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, поражённые величиим увиденного. Наверное, первооткрыватели больше всего и страдают, добывая новое. Им не на кого оглянуться, и в себе не всегда сразу находят они уверенную опору.

2.4 «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 определённого импульса или количества движения, равного произведению массы тела на скорость, и определённой координаты, то есть положения в пространстве. Но в микровселенной 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 неё луч света. Однако световой поток придаёт нашей частице такое количество движения, такие возмущения, что

совершенно изменит её местонахождение. Поэтому и не представляется возможным одновременно знать местоположение микрообъекта и его импульс. А чтобы описывать поведение микрочастиц, было введено так называемое соотношение неопределённостей, согласно которому произведение неопределённостей координаты частицы и её 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 тёмным прошлым, напоминающим богословие, другие восторженно приветствовали как появление «пикассо-физики», третьи ждали, что из этого выйдет.

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

Ещё 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 её 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 обнаружили 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 застилали, по выражению В. Томсона, ясный горизонт физического знания.

И вот в 1900 году М. Планк выдвигает совершенно невероятную, парадоксальную гипотезу. Всё же он не внял совету своего учителя Ф. Жолли и занялся теоретической физикой. М. Планк предложил идею «зернистого» распределения энергии. Он пришёл к выводу, что электромагнитная энергия, носителем которой является свет, излучается и поглощается атомами не непрерывно, а только строго определёнными 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 учёного Л. Ландау, М. Планк ввёл в физику алогичность.

Однако далось такое решение естествоиспытателю нелегко. Ввести-то он новые понятия ввёл, зато потом всю жизнь терзался этим. Когда М. Планк увидел, что квант рушит закон непрерывности излучения и поглощения света, внося дискретность, прерывность, а ещё более, когда понял, что его квант во-

обще подрывает классические устои, учёный самым настоящим образом встревожился.

Насколько бы это ни показалось странным, но факт имел место: М. Планк выступил против своей собственной гипотезы, противясь её утверждению в науке. Классическая физика, говорил он, «величественное сооружение 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 учёный 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 принят неохотно, по принуждению.

Характеризуя эти терзания учёного, А. Эйнштейн отмечал, что М. Планк мучительно бился 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 учёные 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 вошёл 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 ещё не было произнесено. Оно появилось десятилетия спустя. Его придумал в 1926 году мало кому известный физик Н. Льюис.

Знаменит же фотон тем, что принёс с собой новые странности. Он не имеет, как говорится, массы покоя, то есть не может находиться в неподвижном состоянии. Он «приговорён» 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.

Всё 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, учёный 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 намёк 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 учёный, ещё 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 введённого 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 времён 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!» Остаётся 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 ещё специальной теории относительности, М. Планк просил академиков не ставить в вину учёному 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. Её становление также сопровождалось глубокой внутренней «ломкой сознания» и изобиловало столь же парадоксальными событиями.

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

ГЛАВА 2. ПАРАДИГМА ПОВЕРЖЕНА. ДА ЗДРАВСТВУЕТ ПАРАДИГМА!40

Согласно его идее атом водорода, простейший из всех состоит из тяжёлого, положительно заряженного ядра (протона) и вращающегося вокруг него лёгкого 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 ещё в конце XIX века, когда установили, что атом неоднороден. Поэтому Э. Резерфорд, предлагая свою планетарную модель, понимал, что это не избавляет её от противоречия с классикой. Понимал, но считал, что вопрос об устойчивости предложенного им атома на нынешней стадии не нуждается в рассмотрении. 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 отдаёт (и получает) энергию не непрерывно, а всё теми же порциями, квантами. И случается это в тот момент, когда электрон переходит, точнее, перескакивает с одной орбиты на другую: с более далёкой от ядра на более близкую, если излучает энергию, и наоборот, если получает её. Так были узаконены знаменитые квантовые скачки, которые внесли в умы настоящий переполох и с которыми физикам ещё 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. 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 картинами.

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 предпринят французским учёным 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 было 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 мифологические созданий, что сочетали в себе облик коня с головой человека.

У Л. де Бройля классическое волновое поле управляло движением частицы, вело её по траектории. Потому оно и было названо учёным «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 всё 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. Шрёдингер и В. Гейзенберг.

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

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 ещё 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. Шрёдингер 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. Обогащённая новыми представлениями, она ушла вперёд. А вот учёные, прочно удерживаемые традицией, надеялись вернуть старое. Создавая волновую механику, Э. Шрёдингер полагал, что, возможно, она со временем приведёт опять к более или менее классической картине. По его мнению, ядро атома должно быть окружено не электронами, а волнами материи, которые движутся в

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

Парадоксально и то, что Э. Шрёдингер не сразу сам понял всё 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. Шрёдингер решил представить идею Л. де Бройля в более строгой математической форме и обобщённо. Это удалось. Но то, что он получил, и оказалось знаменитым волновым уравнением (уравнение Шрёдингера). Оно описывало движение частиц. Как считает П. Дебай, который рассказывал об этом советскому физическому П. Капице, даже во время доклада на семинаре Э. Шрёдингер не осознавал, какое открытие он держит в руках. Учёный искренне полагал, что нашёл всего лишь лучший способ изложения мысли Л. де Бройля.

Почти одновременно с Э. Шрёдингером 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 определённого 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 рассматривал свою теорию как несовместимую с волновой механикой и даже обиделся на учителя М. Борна, который проявил интерес к построениям Э. Шрёдингера. Впрочем, Э. Шрёдингер платил тем же. В этом противостоянии идей также отразилось влияние классических воззрений, не допускавших 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.

2.5 Гипноз великого

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

Кроме того, у парадигмы есть ещё 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 встаёт преградой потоку легковесных и околонуточных 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 ошибок эксперимента.

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

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 ещё нужны гарантии?

Наряду с этим фактором (назовём 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 учёных. Сейчас речь о другом.

Будучи истиной, парадигма превращается в своего рода инструмент по добыванию, обработке и описанию фактов. Так, постоянно оправдывая себя как надёжная 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 её принимают другие, потому что её принимали до нас.

Естественно, если старое удобно, то всё 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 юн 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 учёных 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 весьма 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 определённо наследовало строение колёс 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 времён средневековых мореплавателей викингов судовые носы делали как можно более заострёнными. 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 широконосых судов. И хотя дело не дошло пока до опытных образцов, новая конструкция, по крайней мере, признана также логичной.

Вообще, когда рождалась новая машина, изобретатели часто стремились наделить её привычными, знакомыми деталями и устройствами: паровоз — лошадиными ногами, самолёт — 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 определённой лени 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 её 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 новые факты, принимая в расчёт 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 колодец, 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 учёными 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, учёный стремится приспособить «непокорный» факт к старой теории. Видоизменяя последнюю, он даёт следующий ответ. Природа боится пустоты, но не безгранично. Поэтому она может поднять воду только на определённую 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, обессмертив своё имя. Э. Торричелли показал, что здесь «виновато» атмосферное давление воздуха, которое может уравновесить столб воды не более чем на 18 локтей. Наверное, молодой учёный искренне переживал, что открытие выпало на его долю, а не на долю любимого им учителя.

Этот пример показателен и ещё 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.

Новое творят обычно молодые, признаются же идеи тех учёных, которые нажили авторитет, утвердили своё 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 учёному 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 грезили 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. Беллинсгаузеном 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 ёмкое слово — «покладистый». Оно хорошо подходит для описания конформных людей. Но конформизм способен оказать и плохую услугу, поскольку сопровождается лёгкой восприимчивостью чужих взглядов, повышенной внушаемостью со стороны других. Чувство солидарности, нежелание портить отношения с окружающими, боязнь прослыть неуживчивым — всё это оборачивается порой далеко не лучшими сторонами.

Однажды учёные ГДР провели такой эксперимент. Высококвалифицированным сварщикам раздали каждому по несколько электродов, снабжённых 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 воззрениями, хотя, быть может, и предчувствуют неладное. Очевидно, исходят 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 «мизонеизм». Им обозначается слепая вражда ко всему новому. Это как в механике: действие рождает противодействие. Чем сильнее открытие (и особенно изобретение) грозит вытеснением привычного, обжатого, 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 учёное сообщество определённой эпохи располагает так

называемой «базовой информацией», питающей господствующую парадигму. Всё, 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.

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 её противников удаётся 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 пауки с молодёжью.

Близкие мысли высказывал Ч. Дарвин, когда отмечал, что уже не надеется убедить опытных учёных в правоте своих воззрений. Их умы переполнены массой фактов, которые рассматриваются ими с совершенно противоположных позиций. — «Но я, — продолжает великий естествоиспытатель, — смотрю с доверием па 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 учёные 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...

2.6 По ту сторону здравого смысла

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

В своё время одна только Парижская академия наук сумела отвергнуть противооспенную прививку Э. Дженпера, объявить паролом, изобретённый Р. Фултоном, утопией, Ф. Месмера, осуществившего первые опыты гипноза, заклеить как шарлатана.

Рассказывают, что Наполеон, который не только поддержал академию по поводу первого паролома, но и явился, по-видимому, инициатором её решения, позднее пожалел об этом. Когда, будучи уже пленником англичан, он отправился в изгнание на остров Святой Елены на парусном судне, дорогой их обогнал паролом. 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 ещё 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 учёного, избрав 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 учёные Франции, но многие всё 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. Учёные полагали, что стекание 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 обзавёлся громоотводом, сосед возбудил уголовное дело. Судебное разбирательство длилось около четырёх 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 ещё интереснее, что на стороне обвинения экспертом был приглашён другой будущий деятель революции — П. 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 перенесёмся на другой континент, в Северную Америку, и именно на родину Б. Франклина, в город Филадельфию. Здесь к концу XVIII века было установлено уже около четырёхсот 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 уда-

рила 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 напряжённой 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, её авторитет оставался незыблем.

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 лёгких в очищении и восстановлении живительных сил крови. В. Гарвей немедленно подвергся нападкам. Притом со стороны не только отдельных учёных-схоластов вроде Паризано, Примроза, Риолана-Младшего, но и медицинских органов и обществ. «Лучше ошибки Галена, чем истины Гарвея!» — так определили они своё отношение к новому. Больные отказывались от услуг В. Гарвея, его травили, на него шли жалобы даже королю Карлу I. Всё это кончилось печально: по наущению недоброжелателей дом учёного был разграблен и сожжён, 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 ещё в середине XVII века успешно осуществил первое переливание крови от ягнёнка обескровленному больному. Конечно, тогда эта операция нередко вела к гибели людей, поскольку кровь брали от животных. Поэтому передовой способ лечения и внедрялся так тяжело. Дело дошло до французского парламента, который окончательно похоронил надежды врачей, запретив предложение учёного. 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 переливаете».

Всё же прогрессивный метод постепенно нашёл 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 ещё 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 наркоза. 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 ведётся 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 всё ещё не была включена в курсы астрономии западноевропейских университетов. Обучение шло по Птолемею.

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 её борьбе против свежих идей. Чтобы не ходить далеко за примерами, отметим, что только что упомянутую книгу Н. Коперника удалось напечатать — притом с невероятными усилиями — лишь в самом конце жизни великого учёного. Рассказывают, что первый её экземпляр пришёл к автору в день его смерти — 24 мая 1543 года. А ведь основные выводы были получены ещё в 1507 году. Правда, поначалу он и сам не спешил с публикациями, оттачивая доказательства и добиваясь ясности.

Один из ведущих немецких математиков конца XIX века, Л. Кронекер, пометшал 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 учатся 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 считали, что в их статье излагаются совершенно неприемлемые идеи.

Авторитет великих умов, психологическая привязанность к старому, позиция официальных научных органов — всё это вместе создаёт особую атмосферу, увенчанную так называемым здравым смыслом. Здравый смысл защищает и освещает старое знание как единственно правильное. Не это ли имел в виду Гёте, когда писал:

*То, что духом времени зовут,
Есть дух профессоров и их понятий,
Который эти господа нехотят*

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 остаётся 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.

2.7 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 лишений и жертв.

Всходя на костёр 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 всесилием отживших догм, и стал возможен научный прогресс. Это о них, о непокорных и непокорённых, говорят, что они стоят на острие событий, принимают на себя всю тяжесть борьбы за новое. Это их девиз:

*Мечтать, пусть обманет мечта,
Бороться, когда побеждён.
Искать непосильной задачи
И жить до скончанья времён...*

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 её. «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. Фёдорова 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 бессилён: разобрался в нём. Он писал: «Мы приложили все усилия, чтобы понять доказательство мсье Галуа. Его рассуждения недостаточно ясны, недостаточно развёрнуты 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 учёный 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 учёный 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 ещё одна попытка не увенчалась успехом, когда 14 лет спустя математик Г. Луивилль разобрал и издал наследие погибшего. Оно составило 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 учёные всё ещё были далеки от понимания истинной глубины теории Э. Галуа. Примечательный факт имел, например, место в 1910 году. Математик О. Веблен и физик Д. Джинне обсуждали реформу учебного плана по математике в Принстонском университете (США). Достаточно известный, уважаемый в учёном мире Д. Джинне, обращаясь к теории групп Э. Галуа, заявил, что можно обойтись и без неё. «Этот раздел математики, — сказал он, — никогда не принесёт какой-либо пользы физике». Правда, О. Веблен оставил совет коллеги без внимания.

Как видим, почти столетие спустя мысли молодого учёного ещё не были по достоинству оценены. Что же остаётся 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 учёного 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 её назвал) геометрии, против выступили известные русские математики М. Остроградский и В. Буняковский. «Работа выполнена с таким малым старанием, что большая часть её 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 далёкие от математики, хотя и пытавшиеся говорить от её имени. К сожалению, располагая печатными органами, они могли влиять на умонастроение общества, создавая вокруг личности учёного обстановку недоброжелательства и вражды. В частности, журнал небыизвестного реакционера Ф. Булгарина, прославившегося травлей передовых писателей, заявлял: «Даже трудно было бы понять и то, каким образом г. Лобачевский из самой лёгкой и самой ясной в математике, какова геометрия, мог сделать такое тяжёлое, такое тёмное и непроницаемое учение... Для чего же писать, да ещё и печатать такие нелепые фантазии?..».

Действительно, великий математик не учёл, с какой непонятливой публикой он может иметь дело. Ведь ещё в XVII столетии выдающийся 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 учёных — должности ректора Казанского университета, а через год освободили от должности профессора и вообще от всех занимаемых должностей, которые он в университете нёс.

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

Повторилась история Э. Галуа: идеи русского математика были столь необычны, парадоксальны, что ещё 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 испытывавший 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 чёрная 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 подчёркивает, 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 всё же заставили всерьёз посмотреть на необычную геометрию. Вокруг то и дело вспыхивали яростные дискуссии. В математическом обществе Гёттингена, 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 всё ещё находились противники новой теории. Известный немецкий философ-идеалист Г. Лотце, например, пользовавшийся определённым влиянием среди естествоиспытателей, заявлял, что все неевклидовы системы «представляют собой нелепость».

2.8 На грани неверия и самомнения

Пример Э. Галуа, Н. Лобачевского, как и многих других пионеров нового, приоткрывает ещё 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 идёт о том, чтобы принимать теорию, поскольку она освящена 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». Учёный 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 учёному. 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 своё 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 учёный считал: «...страх не должен удерживать меня от издания книги на пользу всех математиков. Чем нелепее кажется большинству моё 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 ещё не было уверенности в том, что имеются некоторые общие для небесных явлений регулярности. Но учёного 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 учёные 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 произойдёт. Оно заинтересовано, чтобы открытие состоялось как можно раньше.

Характерна обстановка, сопровождавшая появление периодического закона химических элементов. К его формулированию одновременно с выдающимся русским учёным Д. Менделеевым подошёл 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 удручён 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 распротёртыми объятиями. Против него выступали многие. Притом не только люди, занимавшие вторые роли в науке. Среди не принявших закон оказались такие крупные учёные, 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 непререкаемость открытой им закономерности. Истина восторжествовала. Но стóит, 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 убеждён в своей правоте, плохо вооружены, чтобы делать открытия. Исследователь обязан быть готовым и к восприятию чужих взглядов. Это важно как мера против болезни, к сожалению, поражающей некоторых, в том числе крупных учёных, когда они бывают склонны, так сказать, смешивать собственную биографию с «биографией» науки.

Прежде чем окончательно выносить добытые результаты на всеобщее обозрение, стóит — 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 учёный, не раз бороться с самим собой, стараться разрушить собственные опыты. И всё-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, освобождённых 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 учёному не только для того, чтобы защищать свои взгляды, но и чтобы смочь отказаться от них. Фактически настоящий исследователь несёт в себе два в известном смысле противоречащих начала: глубокую веру в те идеи, которые он нашёл, 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 увлечённости 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 учёный 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 ещё 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 Полна — немецкий вариант имени и фамилии; в США стали называть Джордж Пойя. Наконец, он известен и как Георг Поля.

Но вернёмся к нашим проблемам. Д. Пойа считает, что учёный 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 своё название и оказывается вчерашним днем науки. Тем не менее (а может быть, именно поэтому) она отстаивается приверженцами старого, освящается как обя-

зательная установка при решении познавательных задач. На её защиту встают официальные органы, общественное мнение — всё, 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 вперёд?

Как видим, главным препятствием прогрессу науки оказывается... сама наука, точнее, её уходящий день. И хотя новая идея быстро вербует себе сторонников, основная-то масса учёных встречает её настороженно, во всеоружии укоренившихся мнений и традиций, овеянных авторитетами великих. В их руках к тому же печатные издания, кафедры, исследовательские лаборатории, словом, всё, 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 неудобнее, чем консерваторам. Понятно, что одолеть такое «сопротивление материала», прорваться к новым горизонтам знания способны исключительно смелые, по настоящему глубокие идеи и теории.

Положение усугубляется ещё и тем, что по мере эволюции познания сделать каждый новый шаг становится всё сложнее. Природа вообще неохотно расстаётся со своими секретами. И чем больше наука продвинулась по пути объяснения тайн материи, тем труднее удаётся эти тайны у неё выведывать.

Действует так называемый принцип уменьшения отдач, согласно которому для новых завоеваний наука требует всё более крупных усилий, материальных затрат, ассигнований. Проводят аналогию со строительством пирамиды. Чтобы увеличить высоту пирамиды в два раза, её основание надо увеличить в восемь раз. Соответственно возрастает и объём строительных работ: расход материалов, число рабочих и т. п.

Так и в науке. Чтобы достичь качественного удвоения знаний (открыть новые законы, принципы, создать эффективные теории), необходимо количество информации, на базе которой это возможно, увеличить в 8 раз, число учёных — 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 всё более многочисленные коллективы.

Таким образом, достижение нового знания становится с каждым продвижением затруднительнее, требует всё более изощрённых, 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, как сказать, примелькавшихся, будничных средств. Очевидно, только таким путём 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 «запрещённые приёмы».

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

Глава 3

Интуиция против логики?

3.1 Знать, не осознавая

Мы подошли, быть может, к самому таинственному из парадоксов, сопровождающих научное творчество.

Как явствует из предыдущего, развитие науки есть смена парадигм, смена резко различающихся методов, образцов мышления. Но если так, то переход от одной парадигмы к следующей не должен поддаваться логическому описанию. Ведь каждая из них отвергает предыдущую и несёт принципиально новый результат исследования, а его нельзя логически вывести из прежних законов или теорий, которыми руководствовался учёный мир.

Будь по-иному, научные открытия давались бы столь же легко, как, скажем, решение обычных задач по курсу, например, физики или математики: начальные условия даны, формулы и операции с ними (правила логического вывода) известны. Остальное, как пишут шахматные комментаторы, вопрос техники. Мы уж не говорим о том, что, если утверждения некой науки можно было вот так выводить одно из другого, эта наука обратилась бы в «колоссальную тавтологию».

Мышление, идущее по логически заданным стандартам, называют шаблонным, имеющим высокую степень предсказуемости. Оно как вода, которая всегда течёт в наиболее доступные места. Поэтому так легко и предвидеть его результаты. Высшей же ценностью обладают трудно прогнозируемые, почти невероятные утверждения. Они выдвигаются и отстаиваются вопреки всякому здравому смыслу, они — «логические преступления» против этого смысла. И если уж пользоваться аналогией с водой, то при нешаблонном «поведении» она устремлялась бы в недоступные пункты: на возвышенности, холмы, пригорки.

Чтобы выведать у природы тайну, как раз и требуется нешаблонное, алогичное мышление.

Следовательно, истина добывается не только на пути строгих умозаключений, подвластных логике, но и каким-то иным образом. Каким же?

Особую роль тут играют внелогические механизмы научного поиска: угадывание, психологическая догадка, наитие и прочие акты мысли, объединяемые термином интуиция. Что это такое?

Под интуицией понимают способность непосредственного, прямого постижения истины, которое даётся сразу, без видимых рассуждений и обоснований. Оно приходит столь неожиданно, что исследователь и сам не ответит, как он нашёл результат, затрудняется представить «свидетельские показания» о процессе творчества. «Я не могу рассказать. — замечает Д. Пойа, — истинную историю того, как происходит открытие, потому что этого никто не знает».

Но учёный не знает не только этого. Сделав открытие, он часто бессилён его доказать, то есть вывести по правилам логики из принятых наукой положений, опираясь на факты и законы. К. Гаусс заметил однажды, что уже давно имеет результат, но ему неизвестно, каким путём он сможет до него дойти. Вообще, как говорят математики, надо угадать теорему прежде, чем её доказывать. Этим, кстати, и вызвана одна популярная рекомендация. «Будем учиться доказывать. Но будем учиться также и догадываться». Странно и другое.

Вот учёный добыл с помощью интуиции результат. Как и всякое ценное завоевание науки, этот результат должен быть развернут в теорию, следовательно, выражен в системе научных понятий и законов. Однако первооткрыватель не располагает такой системой. Ведь то, что он получил, представляет принципиально новую теорию, которая требует и принципиально новых понятий. А их пока нет, их ещё надо создавать.

Как же в таком случае закрепляется добытый интуицией результат?

По признанию многих творцов науки, интуитивное знание находит оформление в виде чувственных образов, полученных посредством комбинации восприятий, взятых из прошлого опыта исследователя. Но эти новые образы пытаются выразить с помощью старых понятий.

Не стоит и доказывать (читатель видит сам), что это достаточно неопределённое, нечётко понимаемое знание.

О физике В. Томсоне рассказывают, что в периоды творческих поисков новых решений упругие тела представлялись ему в виде вращающихся механизмов, соединённых в своеобразные конфигурации, атомы — наподобие вихревых колец и жидкостей, а световой эфир и того забавнее — как... мыльная пена.

Даже в математическом творчестве, строгом, лишённом, казалось бы, образности, широко используются чувственные восприятия, на что обращает внимание, например, Н. Бурбаки. Он считает (под этим коллективным псевдонимом выступает целая группа современных французских математиков), что образ, притом самой различной природы, обогащает интуицию.

Его соотечественники, математик Ж. Адамар и психолог Т. Рибо, распространили в начале XX века среди крупных математиков анкету с просьбой рассказать о характере творческого процесса. Многие отметили, что они мыслят зрительными, реже двигательными образами. И уже при доведении результата, оформлении для печати используют символы и слова. Сам Ж. Адамар описал процесс, как он провёл доказательство одной теоремы о числах, используя отнюдь не сами числа, а такие образы, как точки, пятно и некая бесформенная масса. Все они представлялись как разделённые то бóльшим, то меньшим пространством.

Итак, добывая новое, интуиция обращается к опыту прошлых восприятий,

организует содержание знаний в чувственные образы крайне произвольных сочетаний. В подходящие моменты на помощь приходят понятия, формулы. Конечно, всё это не особенно ясно, во всяком случае, не яснее, чем сама интуиция.

Теперь обратимся к несколько иным характеристикам интуитивного знания.

Когда говорят о логических операциях, предполагается, что это контролируемые сознанием акты мысли, такие, о которых человек способен рассказать, то есть дать отчёт в словах. А если быть более точным, то речь идёт об умении восстановить алгоритм мыслительной деятельности. Что здесь имеется в виду?

Алгоритмом называется последовательность операций, ведущих к цели, когда каждый данный шаг однозначно определён предыдущим и предопределяет последующий. Положим, нам хорошо известно, что и в каком порядке надо делать, чтобы умножить 17 на 15. Это значит, мы владеем алгоритмом умножения двузначных чисел, сознательно проводим действие умножения.

Наоборот, интуитивные процессы учёный не может воспроизвести отчётливо, не может восстановить алгоритма работы мысли, принёсшей результат. Алгоритм уплывает из-под контроля сознания.

Налицо все основания считать, как обычно и делают, логические операции сознательными, а интуитивные — бессознательными. Вот здесь парадокс заявляет о себе во всю мощь. Чтобы оттенить остроту ситуации, остановимся несколько подробнее на том, что же такое сознательное.

Сознание определяется в литературе как осмысление мира и своего места в нем. Едва ли это краткое описание способно дать чёткое представление о предмете. Попытаемся его раскрыть.

Говорят так. Сознание можно характеризовать как знание, целесообразную деятельность и самосознание.

Казалось бы, простой вопрос, что такое знание. Но когда возникла потребность «научить» электронное устройство распознавать образы, буквы, слова, то его создатели зашли в тупик. Чтобы распознавать, надо знать. А что значит «знать»? Что значит, например, фраза «Я знаю номер телефона моего друга»?

В ряде вариантов определения более подходящим представляется следующее. Знание — это умение однозначно соотнести знак и тот предмет (объект), который этим знаком обозначается. К примеру, если я каждый раз со словом «звезда» соотношу один и тот же объект, я знаю, что такое звезда. Заметим, что в качестве объекта здесь имеется в виду не просто материальный предмет, а и вся сумма известных о нем сведений. Поэтому знание чего-либо предполагает не только соотнесение знака и объекта (это лишь узнавание, элементарная ступенька знания), но и умение знающего предъявить словесный «портрет» объекта или, как уже отмечалось, способность рассказать о нем в словах. Вспомним, однако, как нередко, например, студент на экзамене признается: «Вообще, я знаю это, только не могу выразить». Знает ли? Ведь знать — это также и понимать.

Впрочем, понимание тоже градуируется. Первый уровень свидетельствует о способности следить за текстом, не теряя нити рассуждения, второй — предполагает умение воспроизвести текст, а третий — опровергнуть его. Так, если на экзамене студент спорит с преподавателем по существу вопросов, можно

надеяться, что он неплохо освоил курс.

Другую характеристику сознания представляет целесообразная деятельность. Имеется в виду, что человек, поскольку он обладает сознанием, способен предвидеть результаты своего труда. Скажем, прежде чем построить дом, он сначала «построит» его в своей голове в виде идеального образа, модели.

Наконец, сознание есть самосознание, то есть умение человека выделять себя из окружающей среды, заявлять о своём «я». В этом выражается осознание личностью факта собственного бытия, то есть того, что она, личность, существует. Дети, например, до известного возраста (2-21/2 года) не говорят о себе в первом лице. Ребёнок не скажет: «Я хочу спать». Скорее использует оборот: «Петя хочет спать». То есть он ещё не осознал в полной силе свою личность и не противопоставляет её окружению.

Таким образом, отмеченные три характеристики подчёркивают одно, а именно: сознание связано с умением контролировать мыслительный процесс, выражать его содержание в словах для себя и передавать другому. Интуитивному же, бессознательному, во всем этом отказано. Оно бесконтрольно, не подотчётно воле, с трудом улавливается.

Так что же получается? Выходит, можно иметь знание (завоёванное интуицией), не осознавая его, проводить мыслительные операции, не отдавая тому отчёта, не фиксируя эти операции в словах или знаках?! Что так бывает, мы уже отмечали. Поищем свидетелей.

...Венгерский математик Л. Молнар в книге, посвящённой исследованию новых методов счета, рассказывает об одном французском крестьянине-земледельце XV века, который поражал исключительной способностью считать, хотя не знал... цифр, то есть не имел отчётливого понимания производимых операций.

Известны люди, умеющие действовать с дробными величинами (складывать, вычитать), не зная правил обращения с дробями.

Остаётся загадкой, да так, видно, и останется ею, как мог Архимед ещё до появления правил извлечения корней извлекать квадратные корни из очень больших чисел.

Положим, это были свидетельства не стопроцентной гарантии. Но вот сообщения, полученные из первых рук. Перед нами признание виднейшего учёного современности М. Борна. «Мой метод работы состоит в том, — пишет он, — что я стремлюсь высказать то, чего, в сущности, и высказать ещё не могу, ибо пока не понимаю этого сам».

Более того, положение оборачивается полной неправдоподобностью. Факты показывают (и мы далее увидим это), что до тех пор, пока мысль жёстко контролируется, ей трудно получить что-либо ценное, а вот когда человек уходит из-под контроля сознания, он скорее становится творцом. Именно так описал эту дилемму драматург В. Розов. Конечно, речь идёт о художественной деятельности, но она протекает по тем же законам, что и научное творчество. «Как мне кажется, — пишет В. Розов, — художник мыслит до момента творчества и после него». Во время же самого акта творения рефлексии (то есть размышления о содеянном) быть не может.

Примечательно свидетельство В. Рентгена. В 1896 году, уже после открытия

им знаменитых x-лучей, он имел беседу с сотрудниками одного американского журнала. Речь шла как раз о его лучах. Знаменитый учёный по порядку показал гостям важнейшие опыты, которые привели его некогда к результату, а также описал то, что он наблюдал в день открытия. На вопрос репортёра, что он подумал при вспышке экрана, возвестившего о новом явлении, В. Рентген ответил: «Я исследовал, а не думал».

Выходит, что в высших пунктах творческого подъёма сознание как бы перестаёт служить, а выручает нас, сколь это ни парадоксально, некое предчувствие истины. Вообще, замечает канадский физиолог Г. Селье, хотя человек гордится умом, назвал себя *Ното сариенс*, тем не менее собачий нюх способен часто выявить убийцу там, где весь интеллект лучших криминалистов оказывается беспомощным.

Итак, парадокс: научная, то есть наиболее интеллектуальная, деятельность оказывается зависимой от весьма неопределённых, едва уловимых догадок, полунамёков, бессознательного. Недаром учёные всех времён почитали интуицию как откровение, видели в ней родник идей, питающих наш изощрённый аналитический ум. Не менее характерны и сетования на то, что острое логическое мышление скорее мешает, чем помогает, при выдвижении новых теорий, ибо сковывает воображение.

С интуицией связывают, например, взлёт математической мысли, а за нею — всего естествознания в XVII-XVIII веках. То была эпоха, когда греческий идеал аксиоматической точности и систематической дедукции поблек, а набирало силу другое течение. Его пионеры — Д. Кордано, И. Кеплер, Г. Лейбниц, предавшись подлинной «оргии» интуитивных прозрений, перемешивая неоспоримые заключения со смелой догадкой, открыли иной математический мир, полный несметных богатств. Труды естествоиспытателей того периода поражают безграничной фантазией и выдумкой.

Верно, в XIX веке это «буйство» сменилось сдержанностью и поворотом к строгому классическому идеалу, но было уже «поздно». Толчок пробудил глубинные силы, и они приносили всё новые плоды.

А ныне другая проблема. Создатели электронного интеллекта явственно осознают, что его ограниченность заложена как раз в отсутствии у машины интуиции. К примеру, живой шахматист в отличие от искусственного использует не только формальные методы, но и какие-то смутные подсказки, идущие из глубин подсознания.

Таким образом, как будто напрашивается вывод не в пользу логически осознаваемой деятельности мышления. Мы обнаруживаем, что научное творчество в своих решающих пунктах обязано скорее интуитивной догадке, чем строго контролируемому движению мысли.

И всё же не станем спешить с окончательными суждениями. Попытаемся если не объяснить (объяснения увы, ещё не приготовлены наукой), то хотя бы примерно описать процедуру научного открытия. Притом будем стараться подходить беспристрастно, не преувеличивая, но и не обедняя той роли, которая действительно принадлежит интуиции в истории науки.

Прежде всего отметим следующее. Отнесение интуитивных процессов к бес-

сознательным не предполагает намерения подчеркнуть их второсортность или отдать во власть низших отделов мозга. Нет, это проявления деятельности его тех же высших этажей, которые обеспечивают функционирование и логических механизмов, но деятельности особого покроя.

Характеризуя работу мозга, в нем выделяют область так называемого «краевого сознания». Здесь сосредоточена основная масса сведений, в настоящий момент не вовлечённых в дело, не принимающих активного участия в научном поиске. Собственно, это и есть бессознательное. Но оно непосредственно соприкасается с сознанием, находится в его распоряжении, в конечном счёте обслуживает его.

Информация, которую хранит наш мозг, весьма обширна. Понятно, что сознание не в силах охватить её всю одновременно. Поэтому оно вынуждено оказывать ей внимание поочерёдно, выделяя каждый раз какую-то определённую порцию. Всё же остальное остаётся за его границами, но в любой момент готово появиться в «поле» сознания, то есть быть втянутым в сознательный поиск.

Вместе с тем очевидно, что в сфере бессознательного также идут поисковые процессы, возникают новые представления, идеи. Они сталкиваются между собой, переплетаются, благодаря чему рождаются новые сочетания, то есть новые образы и комбинации идей. Но об этом будет особый разговор. Сейчас же важно отметить, что непроходимой перепонки между сознательными и интуитивными актами мысли нет.

В соседстве с термином «бессознательное» мы часто можем встретить также выражение «неосознаваемое». Его использованием удаётся провести менее резкую грань с сознательным. Действительно, в момент произнесения настоящей фразы я ещё не осознаю, какой будет следующая. Но ведь в нужное время она откуда-то берётся?! Объясняя это, допускают возможность её предварительной организации уже на досознательном уровне, то есть в момент, предшествующий её проявлению в сознании.

Широко употребляется и термин «подсознательное», оттеняющий психологически-эмоциональное в мысли. Правда, с ним ассоциируется обычно, хотя и незаслуженно, нечто принципиально отделённое от сознания, не способное проникать в него, ни даже с ним взаимодействовать.

Говорят также и о «надсознательном», желая указать на то, что научное открытие «открывает» такое, чего никогда не было. Между тем как бессознательное (тем более неосознаваемое) хранит уже накопленный, фиксированный мозгом опыт.

Таким образом, точнее всего положение дел отражает термин «бессознательное», а другие, проясняя ситуацию, помогают ему.

Поиск истины протекает в смене дополняющих друг друга логических и интуитивных процедур мысли. Большинство исследователей сходятся на том, что научное открытие нельзя объяснить только одним рядом указанных факторов, ибо творчество есть счастливое соединение логически дозированных, чётких рассуждений с интуитивными прозрениями, холодного расчёта — с опрометчивыми просчётами.

На пути к открытию высятся четыре вехи, обозначающие заметные отрезки этого движения. Они известны как: 1) подготовка, 2) инкубация, 3) озарение и 4) доведение результата. Читатель догадывается, верно, что мы собираемся провести его дорогой поиска, поэтапно вглядываясь в лабораторию творческой мысли.

3.2 Подготовка. Вообразить себя молекулой

Путь начинается этапом, который называют подготовительным. Здесь создаются программы на весь период научного поиска, идёт формирование проблем. Но что представляет собой проблема?

Это белое пятно, обнаруженное на карте знаний. Всё вокруг кажется ясно, а вот это пятно не поддаётся объяснению средствами принятой теории. И как только пытаются войти в круг явлений этой «неподдающейся» области, механизм старой теории разлаживается. Она оказывается неспособной здесь «работать», и тогда надо призывать на помощь новые силы. Проблему и определяют как «знание о незнании», то есть как чёткое понимание границ нашей компетентности. Чтобы осознать проблему, необходимо хорошо понимать, что вот в этом месте исследователя ожидает нечто интересное. Возникает так называемая проблемная ситуация, то есть заявка на открытие, когда указан и район, где оно должно примерно состояться, и осмыслено противоречие, которое надо устранить.

К проблеме предъявляются большие требования. Ведь от того, насколько глубоко, парадоксально явление, на которое она указывает, зависит будущее науки.

Говорят так: если после решения проблемы на её месте возникает новая, найдено только квазирешение (как бы решение). Если же после решения никаких новых проблем не возникает, то была квазипроблема. Настоящая проблема в ходе решения размножается в геометрической прогрессии, порождая взрыв новых проблем.

Сказанное требует от подготовительного этапа высшей обязательности, сосредоточения мысли, а это осуществимо лишь на пути отчётливого понимания проблемной ситуации. Следовательно, задание программы проходит под контролем сознания, осуществляется в логически выверенных, подотчётных исследователю действиях. Конечно, и здесь не обходится без интуитивного чутья, но оно скорее сопровождает проводимый сознанием анализ.

Было замечено многочисленными наблюдателями, что проблема часто осознаётся во время подготовки докладов, при чтении лекций, в беседах, на консультации, то есть в процессах систематизации, упорядочивания знаний, в пору их логической обработки. Собственно, наука и начинается с того момента, когда появляется желание изложить свои взгляды другому. Ведь чтобы изложить, надо вначале самому овладеть ими, свести воедино, разметить границы разделов, выделить главное. Здесь и обнаруживаются неясные пункты, спорные точки, проблемные узлы. Например, готовясь к лекции, учёный ещё раз обдумывает

предмет, уточняет прежние идеи, нередко обнаруживает новые.

...В курсе химии, который Д. Менделеев читал студентам, ему не нравилось, как излагался в учебниках и в специальной литературе раздел об элементах. Сведения были разрозненны. В лучшем случае они описывали лишь отдельные группы элементов вне связи их с другими группами. Дело в том, что не было выявлено единого для всех элементов признака, по которому можно было бы эти разобщённые сведения упорядочить.

Д. Менделеев и задался целью вначале из чисто учебно-методического интереса (чтобы лектору было легче читать, а студентам — слушать) внести в этот хаос порядок. Он находит такое общее свойство — атомный вес. Вместе с тем обнаруживает его периодическую повторяемость, что и позволило указать каждому элементу его место в таблице. По современным представлениям, положение элемента в системе определяется его порядковым номером, он же, в свою очередь, обусловлен количеством зарядов в ядре атома.

Также педагогическими соображениями руководствовался и Н. Лобачевский, когда начинал свои исследования неэвклидовой геометрии. Речь идёт о так называемом пятом постулате (постулате о параллельных) Эвклида, который гласит: через точку, лежащую вне прямой, можно провести только одну линию, параллельную данной прямой. Ещё до Н. Лобачевского пытались обосновать, что это не аксиома (то есть положение, принимаемое без доказательства), а теорема, логически выводимая из остальных аксиом. Так же и Н. Лобачевский пытался поначалу такое доказательство отыскать. Однако, убедившись в тщетности задуманного, он вскоре круто меняет линию исследования. Если постулат недоказуем, невыводим из других, значит, он от них независим. Но тогда отчего бы не построить геометрию, опираясь на противоположный тезис: через точку вне прямой можно провести по крайней мере две прямых, параллельных данной. Чем не геометрия? Так родилась великая проблема, решение которой перевернуло наши представления о пространстве.

Значение логического фактора на этапе подготовки обнаруживается также и в том, что появление новых проблем можно понять как закономерное продолжение предшествующего развития науки, чем в общем-то оно и является. Правда, основной массе современников такое понимание ещё недоступно, поскольку новые идеи, особенно фундаментальные, меняющие основы науки, кажутся в свою пору даже нелепыми, нарушающими восходящее движение знаний. Но это для исследователя средней руки. Глубокие же умы способны подняться над этим уровнем и уловить неизбежность назревающих в науке перемен. Это не значит, что новое даётся им легко, что оно механически выводится из старого знания. Можно говорить лишь о предчувствии проблем, которое рождается, конечно, на основе глубокого понимания всей истории науки.

Наконец проблема наметилась. Однако на пути к решению ещё немало дел: предстоит корректно сформулировать её, всесторонне осмыслить, или, как говорят, «войти в проблему». Тщательное продумывание предполагает расчленение её на части-подпроблемы, перекомбинацию частей, введение новых, вспомогательных компонентов, варьирование условием («А что, если задачу поставить по-другому? Например, в общем виде, абстрактно?»). Благодаря такому «пере-

ворачиванию» проблемы на все лады она прочно укладывается в сознании. Все её оттенки и изгибы становятся хорошо знакомыми, и, совершая «прогулку» по материалу, исследователь способен «пройти» его, что называется, наизусть.

Всё это оттачивает суть задания, помогая возможно чётче его уяснить, сжиться с ним. Учёный буквально «заболевает» темой и уже ни о чём кроме рассуждать не может.

...Ещё будучи молодым, В. Паули увлёкся решением одного физического явления, отмеченного в самом конце XIX века голландцем П. Зееманом: изменение длины волны спектральной линии под влиянием магнитного поля. О своём увлечении В. Паули писал: «Когда в Мюнхене друзья спрашивали меня: «Почему вы так несчастно выглядите?» — я всегда отвечал: «Разве может быть счастливым тот, кто размышляет об аномальном Зееман-эффекте?»». Верно, тогда В. Паули не смог решить задачу. Но позднее, в 1924 году, он установил известный под его именем «принцип Паули», который и позволил дать эффекту исчерпывающее объяснение.

Буквально лихорадочное увлечение проблемой испытал однажды знаменитый русский врач и учёный С. Боткин. В желании вооружить медицину методами точного естествознания он впервые в России создал в 1860 году при своей клинике лабораторию физических и химических анализов, где и проводил важные исследования. Одно время экспериментировал на лягушках, да так увлечённо, что просиживал с утра и до ночи. «Просиживал бы и больше, — сетовал он, — если бы жена не выгоняла из кабинета, выведенная наконец из терпения долгими припадками моего, как она говорит, помешательства...» С. Боткин искал тогда новый вид яда кураре, в связи с чем и проводил опыты на лягушках. Задача поглотила его целиком. «Куда ни иду, что ни делаю, — перед глазами торчат лягушки с перерезанными нервами или перевязанной артерией», — описал учёный своё состояние.

Советский математик, академик П. Александров, говоря о вдохновенном отношении к науке, вспомнил признание своего учителя, крупнейшего учёного Н. Лузина. «Я дни и ночи, — говорил он, — думаю над аксиомой Цермело. Ах, если бы кто-нибудь знал, что это за вещь!» (Речь шла об одной из аксиом, разработанных известным немецким математиком Э. Цермело в области логических оснований математики.)

Иногда увлечённость достигает формы эпатии. Этим специальным термином названо явление персональной аналогии. Смысл её состоит в том, что исследователь уподобляет самого себя той вещи, которую он изучает. Скажем, химик воображает себя движущейся молекулой, «испытывая» толчки, притяжения — всё, что с ней происходит. Для достижения полноты картины он должен «позволить» себя толкать, тянуть молекулярным силам, вступать во взаимодействия и т. п. Но зачем это нужно, спросит читатель. Что это даёт?

Перевоплощаясь в объект изучения, естествоиспытатель смотрит на всё с позиции этого объекта. Ему понятнее «поведение» предмета его внимания, тайные мотивы, лежащие в глубине событий. А. Флеминг, например, писал, что, встав «на точку зрения» микроба, виновного в болезни, и посмотрев на окружение глазами этого микроба, можно лучше понять эволюцию последнего. Мы

далее увидим, как это пригодилось А. Флемингу при открытии пенициллина.

Собственно, в сфере общественного познания учёный обязательно должен перевоплощаться. Так, занимаясь экономическими проблемами, изучая вопросы политики, решая другие человеческие загадки, он должен учитывать, что за ними всегда стоят определённые личности, характеры. Отсюда неизбежная при оценке социальных процессов формула «Кому это выгодно?». Или, проводя историческое изыскание, исследователь постоянно примеряет на себе позицию определённых социальных сил, перевоплощаясь в их представителей, вызывая дух исторических деятелей, выдающихся личностей.

Здесь мы завершаем обход начального этапа научного творчества. Оценивая пройденное, стóит признать, что оно протекает в основном в рамках логически выдержанных операций, контролируемых сознанием. Очевидно, вне такого контроля увидеть проблему, понять и отчётливо поставить её нельзя.

Стóит ли доказывать значимость пройденного участка пути? Исследователь, не знающий, где искать, не сможет войти в инкубационный цикл и рассчитывать на озарение.

3.3 Инкубация. Избавиться от тирании «Я»

Далее логика бессильна. Поскольку принципиально новое знание невыводимо из прежней науки и учёному неведом алгоритм его извлечения, он апеллирует к внелогическим методам поиска, ищет ответа в интуиции. Когда проблема не решается в лоб, полезно «отправить» её в подсознание. Получив задание, мысль будет продолжать работу, притом независимо от того, думаете вы над этой проблемой непосредственно или нет. Идёт бессознательная, неосознаваемая умственная деятельность. Так часто бывает и в обыденной жизни. Отчаявшись что-либо припомнить, лучше не напрягать мозг, а заняться другим делом. Отвлечение даст возможность мыслям идти своим порядком, непринуждённо. В то время как попытки направить их в ту или иную сторону только мешают, поскольку нередко ведут по ложному пути.

В процессе творчества часто бывает так, что, занявшись изучением предмета, исследователь переключает внимание на другой, а возвратившись к первому, обнаруживает неожиданное продвижение в его понимании, хотя ум был поглощён совсем иными заботами. Из сказанного можно сделать вывод, что существует некая промежуточная мозговая деятельность.

Под напором задания в мозгу образуется отражение проблемной ситуации, её модель, которая настолько поглощает исследователя, что начинает жить в его сознании как бы самостоятельно, автономно. Модель становится доминантой, господствующим очагом возбуждения, находящимся в состоянии повышенной активности. Доминантные области агрессивны. Они привлекают к себе любые возникающие в мозгу раздражения и благодаря этому ещё более усиливают свою активность. Аналогично и с появлением модели проблемы. Любая поступающая в мозг информация осмысливается под углом решения задачи, преобразуется так, чтобы помочь справиться с нею.

Весь этот этап интуитивного поиска решения проблемы называют инкубационным. Он достаточно длителен, простираясь от момента осознания проблемы до получения ответа, то есть от этапа подготовки до озарения. Другие характеризуют эту пору поисков как «стадию оформления мысли» (А. Колмогоров), «настороженность к теме» (Д. Пойа) и т. д.

На этом отрезке исследователь покоряется стихии мысли, отдавая себя во власть бесконтрольных состояний. Именно такие состояния и помогают творить.

В сознании учёного прочно отложились парадигмы эпохи, в которой он живёт и которой воспитан. И эти усвоенные им образцы решения научных задач, выработанные методы встают барьером на пути к новым подходам. Они мешают исследователю необычно, по-иному, чем прежде, взглянуть на предмет изучения. Барьер упорно отбрасывает учёного на исходные рубежи, настойчиво предлагая испытанные схемы в качестве готовых решений новых проблем.

А не свободно ли бессознательное от таких «предрассудков» эпохи? Что, если оно не накладывает шор на взгляды исследователя? Мы уже говорили, что в сфере сознательного властвует строгое дисциплинарное мышление. Здесь же иные порядки, а точнее — «беспорядки», порождаемые случаем. Для творческого порыва как раз и полезно состояние неуправляемости, отсутствие «прокурорского надзора» со стороны сознания, важно умение раскрепостить мозг, избавиться от тирании «я».

Мы даже не подозреваем, насколько прочно наши мысли и поступки находятся во власти усвоенных установок. Лишь некоторые патологические проявления позволяют догадываться об этом.

Советский психиатр В. Леви рассказывает, например, следующее. Один его знакомый сильно заикается. Но вот как-то этот человек сообщил, что он поступил учиться в вечернюю школу и там совершенно перестал заикаться. «А почему?» — заинтересовался В. Леви. «Т-так ведь гам же не знают, что я — з-зай-каюсь».

Ещё факт из той же области патологии. В дореволюционных русских, а затем советских театрах успешно выступал актёр И. Певцов. Заикавшийся в жизни, он без запинок говорил на сцене. И. Певцов считал, что на сцене не он, а другой человек, роль которого, он исполнял...

Власть психологической установки простирается даже на такие акты, которые могут совершаться автоматически-безотчётно, как, например, движение. Интересный случай описан французским психиатром Л. Шертонем. К нему обратился больной с жалобой, что кисти рук так и оставались неподвижными, а пальцы скрюченными после того, как сняли гипс, наложенный на искалеченные в автомобильной катастрофе конечности. Никакое лечение не помогало. Больной получил инвалидность. Но вот что обнаружили в клинике Л. Шертоня. Оказалось что при выключенном сознании (в состоянии гипноза, под наркозом) подвижность кистей восстанавливается. Увидев на киноплёнке, как движутся руки, больной был потрясён.

Смещение мыслительных процессов в сферу бессознательного несёт освобождение от сковывающих нас схем, готовых методов, установок. Создаются

условия, когда мысль проявляет себя смелее, решительнее в поиске нового. Чтобы оттенить бесконтрольность инкубационного этапа, предлагают говорить вместо «я думаю» — «думается», подобно тому как говорят «светает», «моросит», ибо здесь включаются такие механизмы мысли, коими мы не можем управлять. Как замечает поэт:

*Стихи не пишутся —
Случаются...*

А. Вознесенский

Такое состояние предоставляет исследователю, вообще говоря, два преимущества.

Бесконтрольность позволяет вовлечь в научный поиск весь пришлый опыт, всю наличную информацию. Ведь неосознаваемое — огромный массив знаний, о которых исследователь в данный момент не отдаёт отчёта. Однако любой из компонентов массива может просочиться в «поле» внимания «я». Следовательно, тот факт, что не в нашей власти регулировать, что именно вспомнится в следующий миг, оборачивается преимуществами.

Ж. Адамар называет сферу бессознательного большой «прихожей» сознания, Д. Гальтон — приёмной вельможи, где в ожидании аудиенции толпятся многочисленные посетители. Короче, плодотворность на этом этапе исканий находится в прямой зависимости от запаса знаний учёного, от его способности использовать всё их богатство.

Есть и другая сторона дела. Накопленная человеком информация, конечно же, не лежит в его памяти хаотической грудой сведений. Они приведены в согласие с принятыми наукой законами, принципами. Однако в инкубационной стадии факты благодаря предоставленной им свободе от деспотизма «я» оставляют насиженные гнезда, вступая в не предусмотренный парадигмами века «недозволенный» альянс. Иллюстрируя эти процессы, проводят аналогию с тем, как представлял поведение атомов Демокрит.

Он считал, что атомы сладкого имеют круглую форму, поэтому легко катятся по горлу и их приятно глотать. Атомы же горького с крючьями. Оттого их проглатывание вызывает неприятные ощущения. Зато они способны сцепляться друг с другом, образуя самые разнообразные атомарные колонии. Так же ведут себя и идеи, когда им предоставлена полная свобода «поведения». Но вот одно из бесчисленных сочетаний оказывается вдруг удачным. С ним и приходит решение. Бесконтрольностью мысли в инкубационной стадии обусловлена и её внезапность, непреднамеренность. Идеи приходят тогда, когда она этого захотят, а не в то время, когда мы желаем их прихода. Ждать идею, замечает Д. Пойа, всё-равно что ждать выигрыша в лотерею. Добавим, однако, что в лотерею играет тот, кто, по крайней мере, приобрёл лотерейный билет. Иными словами, на успех в науке можно рассчитывать лишь тому, кто обеспечил тылы, располагает обширными знаниями и эффективной программой поиска.

А теперь посмотрим, каким же образом достигается «бесконтролье» мысли, при каких условиях удаётся освободиться от власти сознания. Обратимся к

свидетельствам творцов науки, прошедших долгий путь инкубационных страданий.

Однажды А. Пуанкаре принял приглашение участвовать в геологической конференции. Пришлось ехать в другой город, а это заставило на время забыть о математической работе, которой он тогда занимался (то были фуксовы функции). Но вот участники достигли одного из пунктов путешествия, города Кутанс, и собирались ехать дальше. Им подали карету. «В тот момент, когда я поставил ногу на ступеньку экипажа, — пишет А. Пуанкаре, — мне пришла идея, хотя в предшествующих моих мыслях не было ничего такого, что могло бы подготовить её появление». Это повторилось и в другой раз. Учёный продолжал исследовать те же фуксовские функции. На одной споткнулся и долго не мог справиться. Вскоре пришлось поехать по делам службы в Мопт-Валери, где был занят не относящимися к предмету его внимания заботами. Как-то, переходя улицу, он вдруг понял, что мучившая его задача решается. Между тем до этого момента думал он совсем о другом.

Как видим, идеи являлись А. Пуанкаре действительно неожиданно-негаданно. Во всяком случае, с его стороны не было предпринято каких-либо стараний найти решение именно сейчас. Оно приходило как-то само собой, падая к ногам учёного, подобно созревшему яблоку. А. Пуанкаре называет удобным для открытий время путешествий, деловых поездок, визитов, то есть состояния отвлечённости от мучивших его проблем. Столь же плодотворными почитаются отпуска, туристские походы, а чаще всего — часы прогулки.

3.4 Инкубация продолжается. «Ноги — колёса мысли»

Казалось бы, прогулки и прочее — не для научных изысканий. Это не время творить. Между тем имеется слишком много «показаний» учёных в пользу именно такой «организации» условий для поиска. Так, на прогулке по окраинам Глазго пришла Д. Уатту в 1765 году идея паровой машины. И именно когда он подошёл к дому пастуха. Здесь же у него сложилось полное представление о том, что надо сделать. А до этого Д. Уатт основательно повозился с ремонтом несовершенной паровой установки соотечественника Т. Ньюкомена. Он видел её изъяны, но не знал, как их преодолеть. На прогулке же явилась «отцу русской авиации» Н. Жуковскому знаменитая формула подъёмной силы крыла, а В. Гамильтону — решение проблемы гиперкомплексных чисел. Эта история вообще интересна.

Известному английскому физику и математику В. Гамильтону долго не давало покоя одно семейство им же введённых в научный обиход новых чисел-триплетов. Он представлял их в виде точек трёхмерного пространства и мучился над тем, каким образом достичь, чтобы поворот в этом пространстве определял способ умножения названных чисел. Аналогично тому же проводилось умножение комплексных чисел, которое отображалось в виде поворота, но только на плоскости, то есть в двухмерном пространстве.

Задача поглотила учёного сполна, но, увы, не поддавалась решению. Родные участливо следили за развитием сюжета, разделяя огорчения главы семьи. Его появление за общим столом обычно вызывало один и тот же вопрос: «А что, папа, можешь ты уже умножать триплеты?» Смущаясь, папа отвечал, что умеет пока только складывать и вычитать.

И всё же он нашёл то, что искал. Это произошло во время прогулки с женой вдоль канала в Дублине, где он жил. Здесь же, на месте «преступления», В. Гамильтон достал нож и вырезал на перилах моста формулу ответа. Прохожие, верно, немало удивлялись столь несерьёзному поведению учёного.

А для некоторых исследователей прогулки стали своего рода неотъемлемым сопровождением поиска. Академик А. Александров рассказывает об одном из крупнейших геометров мира, А. Погорелове, что свои лучшие работы он сделал, когда шёл пешком из дома до института и обратно. Ежедневно 15 километров... Так же и Ж. Адамар считает, что, за исключением ночей, когда он не мог уснуть, всё, что он нашёл, он нашёл, расхаживая по комнате. Наверное, не случайно родилось выражение: «Ноги — колеса мысли».

Конечно, в часы прогулок, во время расхаживания по комнате и т. п. работа мозга характеризуется и периодами (притом, очевидно, немалыми) сознательного обдумывания проблемы. И всё же основная нагрузка ложится на интуитивные процессы, на те счастливые мгновения, когда исследователь «отпускал» проблему и был занят другим. Да и, кроме того, в пути какие уж систематические исследования. Тут и думается-то по-другому, не так, как за рабочим столом, а скорее как-то клочками, зигзагообразно.

Об этом мы ещё скажем. Здесь же важно отметить другое: открытие приходит, так сказать, в «нейтральное» время, в часы, не посвящённые специально открытиям, и в этом, по-видимому, скрыт секрет творчества. Подоплёка такова, что все попытки сознательного решения, решения под контролем «я», обязательно поведут исследователя дорогой испытанных методов и концепций, то есть туда, где открытий быть не может. Тем и хороши прогулки и другие подобные занятия, что сознание отключено от активного вмешательства в процесс, а поиск отдан на волю непреднамеренных, отходящих от норм науки сцеплений идей. Это минуты, когда исследователь как будто и не помышлял о задаче, то есть сознательно не думал, казалось, не думал, но работа продолжалась, только шла она по нешаблонному пути.

Есть факты, которые ещё более выпукло оттеняют неосознанность этой промежуточной (между постановкой проблемы и её решением) деятельности мысли. Так, истории научного творчества известны открытия, которые удались даже и не на прогулке, а, скажем, во время чтения, то есть тогда, когда мозг явно занят другим.

Вот что рассказал, например, изобретатель биноклярного микроскопа С. Венгам. Он тщетно пытался превратить обычный микроскоп в двойной. Искал форму призмы, которая бы делила пучок света в окуляре на два пучка. Однажды ему пришлось отложить работу и заняться в течение двух недель инженерными делами. Как-то вечером, покончив с дневными трудами, он читал пустой детективный роман, совсем не думая о своём микроскопе. И вдруг ему

совершенно отчётливо явилась форма призмы, отвечавшая задуманной цели. Он достал чертёжные инструменты, вынул диаграмму и внёс требуемые расчёты. А на другой день была изготовлена призма, которая вполне удовлетворяла проекту.

По той же причине плодотворными для творчества оказываются состояния перехода от глубокого отдыха, каким является сон, к бодрствованию. По видимому, расторможенные сном структуры мозга, не успев ещё обрести привычные состояния и нормы «поведения», наиболее открыты для неожиданных посетителей. В такие мгновения скорее всего и происходят невероятные сцепления идей, могущие оказаться плодотворными. Так, Р. Декарт писал, что «творческое настроение» посещает его, когда он бывает в расслабленном состоянии от сна. По собственному признанию К. Гаусса, перспективные догадки приходили ему в минуты пробуждения. Есть аналогичные свидетельства и многих других учёных.

В один из таких моментов явилась, например, А. Эйнштейну решающая идея теории относительности. Его сокурсник Я — Эрат передаёт рассказ самого учёного, будто однажды утром, хорошо выспавшись, А. Эйнштейн сел в постели и вдруг понял, что время зависит от состояния системы отсчёта. Два события, которые для наблюдателя одной системы отсчёта происходят одновременно, могут быть неодновременными для наблюдателя другой системы. Поясним это следующим примером. Положим, на Солнце и на Земле произошли, будем говорить, «одновременно» газовые вспышки. Однако мы можем утверждать одновременность событий лишь для наблюдателя, находящегося на одинаковом расстоянии от Солнца и от Земли. Если же наблюдатель находится, к примеру, вблизи Земли, вспышку на ней он зафиксирует на 8 минут раньше, чем вспышку на Солнце, поскольку световому сигналу потребуется время (равное 8 минутам), чтобы пройти расстояние от Солнца до Земли.

Изобретатель центробежного насоса Н. Аппольде отработал такую процедуру поиска. Когда возникали трудности в решении задачи, он дотошно её «обсуждал» сам с собой, вызывая в уме все факты и принципы, относящиеся к интересующему случаю. Одним словом, формулировал программу исследования, загружая мозг работой. Обыкновенно решение приходило ему рано утром, когда он просыпался.

Как видим, свидетельств о неосознаваемой, бессознательно-интуитивной мысленной деятельности достаточно много, чтобы исключить случайность совпадений. Очевидно, надо признать, что мозг учёного, обеспокоенного проблемой, никогда полностью не отключается от неё. Как считает советский физиолог Н. Бехтерева, когда исследователь отвлекается от своей основной работы, «ответственные» за неё клетки мозга не просто отдыхают. Происходит пока необъяснённое: мысли в это время словно «дозревают», чем и объясняются внезапно пришедшие решения, над которыми учёный бился как будто безуспешно. Таким образом, идёт подспудная, отмеченная глубинными течениями деятельность бессознательных поисков.

Надо сказать, что и сами условия творчества во время инкубационного вызревания новой идеи способствуют успеху. Ведь учёный решает свою задачу

не в кабинете. Там, за письменным столом, он находится как бы в официальной обстановке и подходит к проблеме с полным сознанием ответственности.

А на прогулке или в кровати после сна и т. п. что же? Здесь не обязательно думать о задаче, а если думается, то не по принуждению, но скорее мимоходом, вскользь. Здесь испытываются самые разные, в том числе невероятные, «несерьёзные» пробы, такие, которые неуместны в рабочей обстановке: они слишком необычны, даже смехотворны. За письменным столом так «безответственно» не принято рассуждать.

Как видим, свобода от власти «я» создаёт особый настрой. Сознание, управляя мыслью, ведёт её по заранее проложенным маршрутам, не позволяет уйти в сторону, сбиться с пути. А сбиться-то как раз и надо! Надо свернуть с проторенных дорог, испытать нехоженые направления. Открытие — это необычное соединение уже известных элементов. Но чтобы получить его, полезно отдать себя на волю свободной ассоциации понятий и идей в условиях ослабленной внутренней «цензуры», спонтанных движений.

Считают даже полезным не торопиться с оформлением произвольно рождающихся комбинаций в чётко выраженные мысли, не спешить полностью осознать их. Ибо, не дав возможности развиться случайным и нестандартным идеям, мы рискуем пресечь их свободный полет. Зафиксировать идею сразу же после её появления — значит убить её либо влить в старую форму. Не напрасно же говорят, что мысли умирают в тот момент, когда они воплощаются в слова. А поэт Ф. Тютчев выразил это в ещё более парадоксальном заявлении: «Мысль изречённая есть ложь»!

На этапе инкубации большая роль принадлежит фантазии, воображению — единственным, можно сказать, опорам интуитивной мысли. Фантазия есть способность на основе имеющихся чувственных образов создавать новые, необычные — такие, каких ещё не было. Но ведь научное открытие и представляет собой нечто такое, чего не содержится в нашем знании.

Это как рождение новой мелодии. Композитор В. Соловьёв-Седой, рассуждая на тему, как можно написать песню, выразил недоумение: «Откуда всё берётся — непонятно». Непонятно в том смысле, что до появления песни её мелодии нет. Вот оно и берётся из прежнего опыта как новое, необычное, как перекомпоновка уже имеющихся элементов, как порождаемая фантазией продукция из исходного «сырья».

Понятно, что в подобных случаях эффективнее не строгое дисциплинарное, связанное с логическим продумыванием мышление, мышление под контролем сознания, а, напротив, рассуждения на грани дозволенного, уводящие в сторону, фантастические. Характерны творческие приёмы Н. Бора. По словам его биографов, учёный нередко черпал силы «не в математическом анализе, а в удивительной мощи фантазии, видящей физическую реальность конкретно, образно и открывающей в ней новые, никем не предугаданные связи».

Многие естествоиспытатели отмечают также, что большие возможности открывает перед исследователем так называемое «боковое», или «периферическое» видение предмета. Поэтому не следует ограничиваться услугами одного лишь «центрального зрения», иначе можно лишиться себя шансов случайно об-

наружить более важные стороны, которые даются при рассмотрении объекта сбоку, с необычной позиции.

Отважмся на ещё более парадоксальные рекомендации.

Взгляд исследователя должен оставаться в известные моменты научного поиска схематичным, скользящим по поверхности и ощупывающим предмет в целом.

Бывает полезно «мыслить около». В немецкой литературе для обозначения такого мышления используют термин «Nebendenken», а французские науковеды — выражение «repens'ee o cote». Творческому успеху хорошо служат в эти часы так называемые «размытые» понятия, то есть понятия со смутными границами. Их преимущество в том, что они содержат массу оттенков и значений, потому применимы к многочисленным ситуациям. В. Гейзенберг называет такие понятия неопределёнными и подчёркивает их роль в физическом познании.

Здесь обратим внимание на силу философских категорий, как раз обладающих широким и потому жёстко не обозначенным содержанием, что и позволяет с успехом применять их в поиске, нацеленном на получение принципиально новых идей.

3.5 И ещё инкубация. «Учитесь видеть сны, господа!»

Особое внимание привлекает творчество во сне — видимо, самое парадоксальное во всем парадоксе, зато и наиболее сильно заявляющее о скрытой инкубационной работе мозга.

Соотнося факты творческих сновидений с только что рассмотренными, имеем полное основание считать, что как раз во сне мысль обретает наиболее расслабленные, наиболее освобождённые от надзора сознания состояния. Ввиду необычности, даже сенсационности сообщаемого остановимся на этом подробнее. Вообще, как видит читатель, описание инкубационного этапа поиска потребовало большого внимания.

Наше повествование начнём с математики. Наука наиболее строгих, насквозь логических рассуждений, которую меньше всего можно было бы «обвинить» в легковесности, математика, однако, содержит немало свидетельств открытий во сне, например, Р. Декартом, К. Гауссом, Ж. Кондорсэ. Немного о них уже сообщалось, когда шла речь о появлении новых идей в моменты пробуждения.

Интересный случай описан А. Пуанкаре. После нескольких неудачных попыток проинтегрировать уравнение, полученное в одном из исследований, он решил вечером лечь пораньше спать. Сделал это намеренно, чтобы и встать пораньше, зная, насколько успешнее идёт работа по утрам. Но вот уже на исходе ночи ему снится, что он читает студентам лекцию. И как раз по теме, которой занимался накануне. Более того, снилось, что он на доске интегрирует именно то уравнение, которое ему никак не давалось. Проснулся. Понял, что

это только сон. Но, припомнив его содержание и записав на бумаге ход рассуждений, обнаружил, что решение верно И это у А. Пуанкаре не единственный случай.

А вот свидетельства нашего современника, советского математика, академика Л. Фадеева. В недавнем интервью для молодёжи он, указывая на то, что порой над проблемой приходится много работать, заметил: «Подчас я даже вижу «математические сны»».

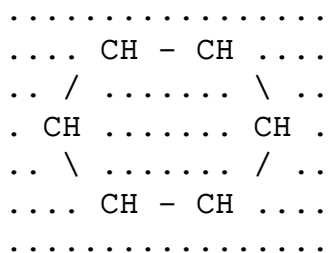
Верно, среди упомянутых примеров, мы не находим выдающихся открытий, хотя и то, о чём было рассказано, даёт представление о возможностях творческой деятельности во сне. Вместе с тем известны факты значительно более впечатляющих результатов.

За установление химического способа передачи нервных импульсов австрийский учёный О. Леви был удостоен Нобелевской премии. И интереснее всего то, что мысль о наиболее важном эксперименте, определившем успех всего дела, пришла исследователю во сне. Со слов Г. Селье, которому об этом поведал сам автор открытия, события развёртывались таким образом. Однажды ночью О. Леви почувствовал, что занимавшая его тема, кажется, обретает ясность. Проснувшись, он тут же, не успев как следует прийти в себя, набросал идею эксперимента, которая пришла ему во сне. Тем не менее когда утром стал разбирать свои ночные записи, обнаружил, что не понимает их, а содержание сна стёрлось. Но мысль эта теперь уже не давала ему покоя... В следующую ночь он вновь проснулся с тем же озарением. На этот раз, пересилив себя, записал всё подробно, а днем провёл эксперимент, подтвердивший его идею.

О. Леви погружал два сердца лягушек в один и тот же раствор и перфузировал их (пропускал жидкость через полости органов). При этом было обнаружено, что раздражение одного сердца вызывает определённые изменения ритмов его сокращений, которые передаются другому сердцу, провоцируя соответствующие сдвиги и в его деятельности. Так был доказан факт передачи нервного импульса посредством «языка» химических соединений.

Не менее выдающимся стало открытие А. Кекуле в 1865 году формулы бензольного кольца. До сих пор признавались только линейные, разомкнутые схемы химических связей. Однако, опираясь на эту посылку, не могли объяснить свойства большой группы химических соединений. Явно напрашивался принципиально новый ход совсем в ином направлении. Над этим и бился А. Кекуле. Раз вечером, сидя у камина, он описывал проведённые накануне исследования. Но работа не шла. Мысли крутились где-то вдали... Тогда он подвинулся ближе к огню и задремал. Ему снился бал, кружились пары. И вот уже не пары, а целые группы атомов. Одна из них как-то незаметно держалась в стороне и этим привлекала внимание. А далее... Впрочем, предоставим слово самому А. Кекуле: «Мой умственный взгляд мог теперь различать длинные ряды, извивающиеся подобно змеям. Но смотрите! Одна из змей схватила свой хвост и в таком виде, как бы дразня, завертелась перед моими глазами... Словно вспышка молнии разбудила меня... Я провёл остаток ночи, разрабатывая следствия и гипотезы». Образ змеи, схватившей себя за хвост, и навлёк идею замкнутой цепи атомных соединений, идею кольца. Бензол имеет не линейную СН-СН-СН-СН-СН-СН,

а циклическую форму строения.



Вот где отгадка непонятных свойств бензола! Недаром же А. Кекуле и произнёс свои ставшие знаменитыми слова: «Учитесь видеть сны, господа!».

Мы могли бы продолжить список открытий, сделанных во сне. И если уж вести рассказ о знаменитых химиках, то надо упомянуть имя нашего замечательного соотечественника Д. Менделеева. Идея периодического закона явилась ему во сне после серии утомительных, изо дня в день продолжавшихся занятий по классификации химических элементов. О знаменитом химике Ю. Либихе химик же В. Оствальд в книге «Великие люди» пишет, что он часто находил решение ночью, будучи как бы в заколдованном состоянии дремоты и грёз.

Среди физиологов обращают на себя внимание К. Бурдах и И. Павлов. Немецкий учёный начала XIX века К. Бурдах, прославившийся работами в области изучения эволюции мозга и нервной системы, пишет о себе, что нередко во сне ему приходили в голову научные идеи. «Они представлялись мне столь важными, — замечает он, — что я пробуждался». Как рассказывают близко знавшие И. Павлова, он часто думал над захватившими его проблемами и во сне.

Немало фактов творчества во сне собрано о художниках, композиторах, поэтах, писателях. Это образ знаменитой мадонны Рафаэля и ряд созданий Ф. Гойи, мелодия Первого концерта для фортепьяно с оркестром П. Чайковского и мотив «Дьявольской» сонаты Д. Тартини, это план и несколько сцен 1-го акта «Горя от ума» А. Грибоедова и т. д. А. Смирнова со слов А. Пушкина записывает: «Раз я разбудил бедную Наташу и продекламировал ей стихи, которые только что видел во сне... Два хороших стихотворения, лучших, какие я написал, я написал во сне». Читатель найдёт массу других иллюстраций сказанному в книге А. Вейна «Бодрствование и сон», изданной в 1970 году.

Учитывая это обстоятельство, некоторые исследователи, чтобы не забыть мысли, пришедшие им во сне, стараются сразу же ночью их записать. Бывало, что столь важные сновидения бесследно улетучивались. Поэтому многие взяли себе за правило иметь под рукой всё необходимое, чтобы закрепить мысли. Профессор-литературовед П. Сакулин, например, на своём ночном столике имел бумагу и карандаш. Объяснял это тем, что если проснётся ночью, обеспокоенный стоящей идеей, то мог бы её записать. Это успокаивало: по утрам не приходилось долго мучиться, записывая сны. Известный советский инженер Л. Юткин говорил о себе, что с ним всегда блокнот, куда вносит зародившиеся в голове проекты. «А ночью, — пишет он, — я клал его, заложив чистую

страницу карандашом, рядом с изголовьем, так как многое интересное приходит на ум именно, когда дремлешь... Если не заставить себя встать и записать это на бумаге, часто утром невозможно вспомнить решение, пришедшее во сне». То же рассказывают о себе известный филолог-пушкиновед Д. Благой и профессор-палеонтолог Л. Агассис.

Более того, разработана даже специальная концепция, в которой все эти факты находят теоретическое объяснение.

Вообще насчитывают до 60 теорий сна. Одни считают, что он необходим для пополнения мозга веществами, израсходованными во время работы нейронов (нервных клеток мозга). Другое объяснение построено на предположении, что в периоды сна выбрасываются шлаки, накопившиеся в мозгу. Нас интересует здесь идея, развиваемая Д. Шапиро и другими исследователями. Её суть в следующем.

В часы бодрствования на мозг обрушивается лавина информации. Чтобы её переработать (систематизировать, соотнести с уже имеющейся информацией, обобщить и уложить в памяти), необходимы время и подходящие условия. Получив дозу сведений за день, мозг прекращает это занятие и переключается на другое: он подводит во сне итоги. В рамках этого понимания и появились рекомендации загружать мозг на ночь. Начинив его перед сном фактами и задав программу поиска, надо ждать решения. Так делал, например, известный французский просветитель и философ Э. Кондильяк. Часто он ложился спать, подготовив мысленно свою работу, но не завершив её, а утром после пробуждения обнаруживал, что она получила в голове законченную форму.

Надеемся, что все перечисленные факты достаточно убедительны, чтобы считать творчество во сне реальностью. И тем не менее этот вывод, что и говорить, необычен, отдаёт фантастикой. Одним словом, стопроцентный парадокс. Потому-то мы так подробно (быть может, слишком подробно) остановились на творческих сновидениях. Но сколь бы ни казалось это странным, попытаемся подвести под сказанное рациональное объяснение.

Творение во сне — загадочный феномен того же ранга, что и открытия в часы прогулок, отдыха, чтения не относящейся к делу литературы и других посторонних занятий.

Безусловно, сон освежает. Не случайно многие решения проблем найдены под утро, то есть после глубокого отдыха. С другой стороны, подмечено, что оригинальные идеи обычно не рождаются в усталом мозгу, потому они и приходят во время прогулок, отпусков и т. п.

Однако не это, видимо, главное. Это только необходимые, но ещё недостаточные условия. Важнее другое. Во сне мозг отключён от внешних каналов поступления информации. Между тем его деятельность продолжается.

Структуры мозга не могут не функционировать. Как полагали уже древние (Аристотель, Гиппократ), сновидения — это проявления мышления, продолженного во сне. Но в изоляции от внешних, рассеивающих внимание факторов мысль способна извлечь из запасов памяти такие знания, которые в состоянии бодрствования остаются в тени, затушёваны наплывом «текущей» информации.

Поучителен случай, рассказанный американским палеонтологом Ч. Штерн-

бергом. Однажды он получил от музея заказ на древние листья папоротника. Долго обдумывал, где же найти эти листья. Так ничего и не придумав, лёг спать... Ночью приснилось, что он стоит у подножия горы, что в нескольких километрах от города, и там видит как раз заказанный ему папоротник. Учёный хотя и с недоверием, но отправился утром к месту, которое приснилось. На удивление, там действительно был папоротник, нужный . музею. На первый взгляд какая-то мистика. Но вот узнаем, что когда-то профессор охотился в этой части горы на диких коз и машинально отметил папоротник (растение своеобразное, древнее), который там рос. Наяву он не мог об этом вспомнить: сознание рассеивалось под напором массы информации, в которой терялся нужный едва уловимый след. Во сне же мозг явственнее улавливает импульсы, идущие из глубин памяти.

На этой посылке строится и концепция ленинградского врача профессора В. Касаткина «сон-диагност». Когда болезнь только разгорается, сигналы её очень слабы, и бодрствующее сознание не может их выделить в потоке информации. Зато во сне они проявляются чётче. Одному больному, например, приснилось, что он глотал металлические крючья... А через 1,5 года у него развился рак гортани. Так возникла идея: использовать сновидения в диагностике. В. Касаткин составил каталог около 300 болезней, распознаваемых с помощью снов. К примеру, если снится, что вы с трудом пробираетесь через узкую щель, грудь сдавлена, или если вы задыхаетесь под тяжестью, есть основания подозревать сердечную недостаточность. Диагностируется стенокардия.

И, наконец, самое важное. В бодрствующем состоянии мысль исследователя не выплывает из берегов традиционных течений, она ищет готовые методы, привлекает сложившиеся объяснения. Во сне иная ситуация. И если исходные элементы для решения проблемы (необходимые знания, информация) налицо, а не хватает лишь способа по-особому, необычно их соединить, то состояние сна, согласитесь, подходящая для этих целей «обстановка». Сны и грёзы ведут к тому счастливому синтезу, который не даётся при методическом обдумывании. Здесь выявляется ещё одно обстоятельство, раскрывающее преимущество сновидений.

Не будем забывать, что успех рассматриваемого здесь инкубационного этапа научного творчества покоится на доверии интуиции. А это разгул образного, бессловесного мышления. Сны же, как правило, протекают в образном исполнении. Не зря говорят: «видел сон». Этому тоже есть объяснение.

Дело в том, что чувствительность у нервных клеток глаза и зрительно-го анализатора много выше, чем у других органов и центров. Кроме того, и глубина торможения зрительных анализаторов во время сна меньше в сравнении с другими анализаторами. Поэтому все не превышающие средней степени раздражения преобразуются в зрительные ситуации. К примеру, спящему в накуренной комнате могут сниться пожары. Если близко хлопают дверью, может присниться стрельба. Даже потерявшие зрение в зрелом возрасте продолжают «видеть» во сне.

Закljučая разговор о месте сновидений в поиске учёного, хотели бы особо подчеркнуть следующее. Творчество во сне не стóбит рассматривать как изоли-

рованный факт. Тогда это действительно воспринимается как сенсация. Однако в системе творческих усилий учёного, как продолжение мыслительной деятельности по программе, заявленной наяву, в системе таких отношений этот факт понятнее а ближе. Конечно, с трудом верится, что открытия делают во сне, особенно если не испытал этого сам. А многие ли это испытали?..

3.6 Вспышка гения (озарение)

Инкубационные волнения завершаются, если поиск удачен, результатом, который приходит внезапно, как плод свободного соединения идей. По этой внезапности он и назван озарением. Так мы вступаем в третий этап научного творчества. Скорее даже не этап, а акт, который характеризуется мгновенностью протекания. Его сравнивают с бурно хлынувшим потоком света, с неожиданно засиявшим ярким свечением. А вот как описал его А. Данте:

*И тут в мой разум грянул блеск с высот,
Неся свершенья всех его усилий.*

М. Планк следующим образом характеризовал своё состояние в момент создания теории квантов: «После нескольких недель самой напряжённой работы в моей жизни тьма, в которой я барахтался, озарилась молнией, и передо мной открылись неожиданные перспективы».

Суть озарения в том, что элементы проблемной ситуации, то есть знания, непосредственно участвующие в решении проблемы и находившиеся до сих пор в разрозненном состоянии, замыкаются в единую целостную структуру. Именно потому, что происходит замыкание и рождается новое знание, озарение не может состояться по частям. Решение возникает сразу полностью и завершается быстро и во много крат короче, чем длится инкубация.

В результате казавшееся запутанным, неуловимым и смутным вдруг проясняется, хаос и беспорядок неожиданно обретают смысл, разбросанные детали складываются в общую картину. Д. Пойа привлекает для выразительности такое описание. Представьте, что поздней ночью вы входите в гостиничный номер. Отыскивая в темноте выключатель, натываетесь на какие-то непонятные предметы, ощущаете острые углы, упираетесь в преграды. Но вот нашёлся выключатель, свет загорелся, и всё сразу стало ясно. Вещи оказались там, где им и предписано быть, они на местах и хорошо приспособлены выполнять своё назначение. А бесформенные предметы — не что иное, как обыкновенные вещи жилого помещения.

Для озарения всегда недостаёт самой «малости», какой-то перемычки, соединяющей в одно наличные фрагменты. Как для замыкания электрической цепи, несущей движение целому парку машин, электропоездов, порой не хватает всего лишь жилки, так и здесь появление грандиозной теории зависит от пустяка. И он вдруг находится, доставляя радость открытия и воспринимаясь как озарение, вспышка гения! И всё оттого, что сам по себе незначительный

факт провоцирует выдающееся открытие, то есть приносит информацию, неизмеримо бóльшую, чем та, что заключена непосредственно в нем самом.

Зависимый от пустяка, можно сказать, капризный нрав озарения по праву характеризуется как случайность. Действительно, нет, наверное, такого открытия, которое не вершилось бы случайно. «Биографии» научных событий полны таких описаний. Обратимся к некоторым иллюстрациям.

В начале XIX века французский врач Р. Лаэннек изобрёл чудесный медицинский прибор для выслушивания больных — стетоскоп. Напомним читателю, что это полая трубка, сходная с деревяшкой, на которую наматываются нитки, только раза в три побольше да с одной стороны (той, что прикладывается к уху) сильнее расширена. Вот и вся премудрость, но какое облегчение врачу!

Р. Лаэннек пришёл к своему открытию так. Он знал, что ещё древние, Гиппократ например, умели выслушивать ухом некоторые болезненные проявления в организме человека. Конечно, слушать ухом во многих отношениях неудобно, но без этого врач лишался важного источника сведений о больном.

...Как-то Р. Лаэннек проходил двор Лувра и обратил внимание на игру, которая занимала ребятишек. Один мальчуган царапал булавкой по торцу бревна, а другой, приложив ухо к противоположному торцу, слушал. Здесь и родилась мысль о стетоскопе, описание которого было дано в 1819 году в «Трактате о косвенной аускультации» (выслушивании). В нем описывались методы диагностирования лёгочных заболеваний с помощью нового прибора. Он работает и поныне. Правда, в последние десятилетия его потеснил (но не вытеснил) мягкий стетоскоп, однако старое изобретение исправно служит людям.

А что же случайность?.. Не попадись на глаза играющие дети, кто знает, какое другое событие замкнуло бы цепь размышлений Р. Лаэннека или другого врача.

Расскажем ещё об одном, тоже медицинском, озарении, осветившем современную науку.

Читатель, вероятно, слышал об аппарате курганского врача Г. Илизарова для сращивания переломов. Вместо гипса, который сковывает движения, нарушает кровообращение, вообще очень неудобен, используется особый прибор. Он крепит с обеих сторон сломанную кость, не давая обломкам смещаться. Это позволяет двигать больной конечностью (при переломах ноги, например, ходить). Оттого срастание идёт много быстрее, чем с применением гипса. Сейчас на основе идей Г. Илизарова в Кургане создан институт, разрабатывающий новый метод лечения.

Открытие же состоялось так. Изобретатель, молодой сельский врач, мучительно переживал несовершенства традиционного способа лечения переломов и пытался внести в него новое. Думал об этом постоянно: у постели больного, в поездках по окрестным сёлам, ночью. Провел сотни экспериментов. А решение пришло совершенно неожиданно.

Г. Илизаров ехал в телеге к больному. В пути он обратил внимание на то, как крепится к оглоблям хомут, обнимающий шею лошади. Вдруг осенило! Хомут — оглобли — стержни... Как просто! Это именно то, чего ему недоставало в поисках аппарата. Вместо гипса два кольца, стержни (идушие параллельно

сломанной кости) и спицы. Стержни крепятся к кольцам, а спицы прошивают обломки кости крестообразно от одного кольца к другому. Всё это вместе надёжно соединяет сломанную кость, беря на себя большую нагрузку, которую она обычно выдерживает. Приехав домой, Г. Илизаров тут же помчался в сарай, сломал черенок лопаты и скрепил обломки спицами, которые соединил дугами для скелетного вытяжения. Черенок держался прочно, как будто и не был сломан.

Так завершилась многоходовая погоня за ускользающей удачей. И здесь исследователя подстерёг случай. Но вот что сосредоточивает на себе внимание. Г. Илизаров и до этого тысячи раз наблюдал хомут и оглобли, однако раньше его не осенило. Так в чём же дело?

Б. Мариотт сравнивает человеческий разум со шкатулкой. Во время напряжённых раздумий человек как бы раскачивает её, пока что-нибудь оттуда не выпадет. И если выпадет подходящее, цепь замкнётся, открытие состоится. А Д. Пойа проводит аналогию с ситом. Оно наполнено огромным количеством информации, перебрать её всю невозможно. Но когда вы размышляете, то словно бы трясёте сито, а сквозь него сыплются разные «предметы». В тот момент, когда они проходят мимо вашего настороженного внимания, мозг «подхватывает» те из них, которые кажутся относящимися к делу.

Можно привлечь и другие примеры неожиданных, случайных озарений.

Изобретатель Б. Егоров рассказывает. Он работал над намоточным станком. Ехал как-то в электричке и увидел бабушку, которая вязала чулок. Это имело решающие последствия. Мысль сразу же ушла с проторенного пути на не замечаемую ранее дорожку. Изобретатель использовал в своём уникальном станке крючок наподобие того, каким вяжут. Конструкция оказалась очень оригинальной, и ряд ведущих станкостроительных фирм мира запросили модель Б. Егорова.

Из всех этих примеров явствует: научное открытие действительно поставлено в зависимость от случайного. И это мы увидим не только здесь.

И всё же случай нуждается в деликатном обслуживании. Конечно, внешне озарение приходит вдруг, как счастливое наитие, внезапное прозрение. Между тем учёный уже давно подготовлен к нему, овладел огромной массой сведений, сжился с проблемой, не однажды подступался к ней с разных сторон. Вспышка и может замыкать цепь раздумий лишь у человека, пострадавшего от открытия. То, что нужно знание, завершающее поиск, оказывается «под рукой», всплывая в критическую минуту из пластов бессознательного, этот факт, можно сказать, закономерен и неумолим. Что именно человек может увидеть в самых порой безобидных ситуациях (бревно, проводящее звук, хомут, стягивающий оглобли), что он может вспомнить, какие ассоциации пробудить — всё это зависит от его эрудиции, опыта. И вот, как пишет математик П. Александров, некая «случайная зацепка» даёт толчок движению всей толщи освоенных учёным знаний. Эта «лента», скрытая где-то в недрах мозга, разворачивается как тугая спираль, и то, что ранее смутно улавливалось, немедленно обретает ясность.

Мы хотим сказать, что случай (как однажды выразился Ф. Энгельс, «его величество случай») обслуживает лишь умы, к его приёму расположенные. Ко-

гда французский биолог Ш. Николь, открывший пути передачи сыпного тифа, заявил однажды, что озарение обязано только игре случая, Ж. Адамар совершенно резонно прокомментировал: если бы не предварительная работа, идущая нередко годами, то не было бы и открытий. Тогда причины тифа обнаружил бы не Ш. Николь, а кто-либо из его санитарок. Поэтому столь долго и не даётся порой решение, что оно замыкается случаем, шанс уловить который тем ниже, чем менее подготовлен к этому исследователь.

Естественно поэтому, что инкубационные циклы длятся целые годы, иногда десятилетия. В течение 13 лет академик В. Филатов сосредоточенно и углублённо искал пути пересадки роговой оболочки. И нашёл. Закон тяготения вынашивался И. Ньютоном более 20 лет. Столько же вызревала у его соотечественника В. Гарвея мысль о кругах кровообращения. Два десятилетия понадобилось также и французам А. Амперу, чтобы затем в один миг (под влиянием опытов датского исследователя Х. Эрстеда) всё понять и в течение буквально двух недель разработать теорию электродинамики.

Говорят, что А. Ампер создал свою теорию, потратив на это две недели и всю сознательную жизнь. Он шёл к открытию целеустремлённый. Его покорила идея связи электрических и магнитных сил. Ещё В. Франклин выявил электрическую природу молний. Затем французский учёный Д. Араго доказал её связь с магнетизмом, обнаружив влияние электрических явлений на магнитные, например, приход в негодность компаса после грозы (он северным концом показывает на юг). Х. Эрстед же углубляет задачу, пытаясь разыскать более тонкие эффекты воздействия электричества на магнит. Он обнаружил их случайно. Около проводника, по которому шёл электрический ток, оказался забытый кем-то компас. По отклонению его стрелки учёный и догадался о существовании магнитных сил электричества.

Эксперимент, сопровождающий этот вывод, выглядел эффектно, и Х. Эрстед, счастливый, разъезжал по Европе, рассказывая о своей удаче. Появился он и в Париже. А здесь на одной из лекций его нашёл А. Ампер. Но А. Ампер не просто показал связь магнитных и электрических сил, он описал те явления магнетизма, которые вызваны движением электрического тока. Потому он и явился творцом новой науки — электродинамики.

3.7 Доведение результата (логическая подборка)

Итак, состоялся третий, решающий акт научного поиска. Он увенчал усилия рождением новой идеи. Но мы обязаны её появлению на свет интуиции. Оттого учёный, испытав озарение, не знает, как он к нему пришёл. Ибо его мозг занят другим, он создаёт и, конечно, не в силах в это же самое время ещё и объяснять свои «поступки», следить, посредством каких именно операций добывается истина. Иначе ему надо было бы перестать творить и сосредоточиться на анализе процедур мышления.

Но хотя исследователь не знает, как он пришёл к результату, не умеет тут же его обосновать, сам он тем не менее уверен в истинности полученного

Для него правота добытой идеи вне всякого сомнения, и решение кажется самоочевидным уже в момент догадки. А. Эйнштейн, например, рассказывая о найденных им методах вычисления орбиты Меркурия, вспоминал, что он был совершенно убеждён в очевидности результата ещё до вычисления.

По этой причине некоторые вообще с полным пренебрежением относились к дальнейшей судьбе своего открытия. Их не заботило, как они будут приняты «У меня много таких пустяков», — заявил, например, Г. Лейбниц, когда друзья настояли на публикации метода дифференциального исчисления. О Ж. Фурье говорят, что он во многих выводах полагался на свою мощную интуицию и его мало смущала строгость найденного результата. Оттого в ряде случаев добытое им было впоследствии развито и обосновано другими математиками: П. Дирихле, Г. Риманом, Г. Кантором, К. Вейерштрассом.

Но, как бы то ни было, поскольку открытие приносит новое, необычное знание, оно требует доказательств. Пусть не для самого автора, для других. Тем более что любые глубокие перемены в науке чаще всего встречаются в штыхы.

Фактически новая идея вначале не более чем гипотеза, которую ещё надо отстоять, обосновать. И, лишь пройдя «чистку» через доказательство, она получает «прописку» в науке. Эта процедура и называется доведением результата, или «логической подборкой» — заключительный аккорд на пути научного открытия. Здесь снова вступает в силу логика.

Доказательство представляет совокупность логических действий, призванных убедить в истинности родившейся идеи. Вначале формулируется тезис, то есть утверждение, которое хотят доказать. Затем выстраивается цепь аргументов — фактов, определений, законов или аксиом и теорем (в математике), истинность которых не вызывает сомнений. Опираясь на всё это, последовательно, строго соблюдая правила логики, идут от одного утверждения к следующему (демонстрация), пока не будет получен вывод, составляющий суть открытия (тезис доказательства).

Важно установить, что получаемые из новой теории следствия не расходятся с имеющимися опытными данными, что нет буквально ни одного «порочащего» теорию факта. И здесь, вообще говоря, существует определённая несправедливость, так сказать, «неравноправие». Пусть имеется тьма фактов, которые подтверждают вывод, но достаточно одного, что голосует против, как теория будет объявлена ошибочной. Впрочем, не всегда заслуженно, поскольку добытые наукой данные не безгрешны; ведь возможны ошибки измерения, неточность эксперимента и даже подтасовка данных.

Одним словом, доказательство проводится как система отчётливо осознаваемых логических операций, в которых исследователь вполне контролирует свои действия. Тут придётся сделать небольшое отступление.

Научное открытие представляет, как уже мы отмечали, «логическое преступление», которое тем «возмутительнее», чем оно крупнее. Но тогда почему этот алогичный результат поверяется логикой?

Дело вот в чём. Когда мы говорим об отступлениях от логики, то имеем в виду логическую невыводимость новой идеи из старых законов науки, против

которых и совершается «преступление». Однако открытие несёт новые законы и положения. Если теперь эти положения принимаются в качестве истинных, налицо все основания оперировать с ними по правилам логики, проводить такие же логические действия, как и действия, осуществлявшиеся с ниспровергнутыми парадигмами. Короче, новая теория даёт новые следствия, и никакого преступления в том, что мы выводим их, нет. «Преступление» же совершается в том смысле, что научное открытие отменяет прежние положения либо уточняет границы их применимости.

Чтобы усилить доказательность новой теории, полезно иногда попытаться её... опровергнуть. Что представляет собой этот приём?

Вообще, опровержение — это логическая процедура доказательства ложности какого-либо рассуждения в целом (вместе с его тезисом, аргументами и демонстрацией). Но в логике разработано учение и о так называемом косвенном доказательстве. Оно, как и опровержение, предполагает те же логические операции, что проводятся в случае уже рассмотренного, прямого доказательства, только вместо отстаиваемого положения строится и доказывается его отрицание (вместо тезиса — антитезис). Смысл такого приёма заключается в том, чтобы косвенным путём, то есть через попытку опровержения, подтвердить интересующую нас идею. Если допущение антитезиса приводит к ложному выводу, то есть к выводу, который противоречит опыту, следовательно, отстаиваемое нами положение (тезис) истинно, и наша идея верна. Этот метод часто используется в математике и известен как доказательство от противного. Его применяют, когда прямое доказательство провести невозможно.

Ещё один подход к опровержению как способу доказательства проводит австрийский методолог К. Поппер. Он исходит из того, что любая научная теория имеет границы применимости, за которыми она перестаёт «работать». Нет таких теорий, которые объясняли бы всё. Так вот, доказательство мощи какой-либо концепции и состоит в том, чтобы прочертить линию, чётко разделяющую области, где наша идея эффективна и где она оказывается ошибочной. К. Поппер в связи с этим заявляет: теория доказывается не столько тем, что подтверждается, сколько тем, что она опровергается (фальсифицируется).

Таким образом, доказательство и опровержение — два логических приёма, которые в самых добросовестных случаях не лежат каждый на отдельной полочке, а вместе служат утверждению новых истин. Во всяком случае, такое совместное использование их усиливает логическую оснащённость рассматриваемого этапа научного поиска. Впрочем, иногда проводят ещё и анализ доказательства, выясняя, что именно оно доказывает.

Обычно доказательство стремятся осуществить сразу же, как только найдено решение проблемы. Но это не всегда удаётся. Поэтому порой такая процедура растягивается надолго. Академик В. Глушков отмечал, например, что доказательство одной теоремы длилось у него три года, день за днем, буквально без передышки. А над задачами посложнее, говорит В. Глушков, бьются и по 20, а то и по 30 лет. Как видим, на этом заключительном этапе творчества снова царствует логика. Всматриваясь в характер осуществляемых здесь операций мысли, убеждаемся, что собственно поисковые действия на этапе «подборки»

не проводятся. Ведь доказательство не может принести новых истин, оно лишь обосновывает добытое.

И вообще, логика не ставит перед собой иных целей, чем выполнять контрольные функции, служить аппаратом преобразования имеющегося знания из одних форм в другие. Поэтому к ней вполне применимо замечание, направленное известным немецким учёным Г. Вейлем по адресу математики, средствами которой производится количественная переработка любой по содержанию информации. Математика, говорит Г. Вейль, — это мясорубка. И если вы засыпаете в неё лебеду, то и на выходе увидите тоже только лебеду.

Тут парадокс снова заявляет о себе. То, что подвластно логике и протекает под присмотром сознания, лишено творческой струи, сведено до уровня, можно сказать, технологии, когда требуется лишь проверять и вычислять.

Это обстоятельство приводит иных исследователей к недооценке логически-сознательной деятельности в работе учёного. А. Пуанкаре, например заявлял, что в логистике (одно из определений логического) он видит одни пути для творчества. Профессор Нью-Йоркского университета М. Клайн уже в наши дни выразился так:

«Логика — последний акт в становлении какой-либо математической теории, и когда этот акт выполнен, теория подготовлена к похоронам». И А. Пуанкаре и М. Клайн все надежды возлагают на интуицию.

Очевидно, эти исследователи сгущают тона. Но крайности нам не подмога. Тем более что есть другие оценки. В их числе, кстати, и такие, что начисто отрицают роль интуиции. Например, Ф. Дайсон считает, что ошибочная математическая интуиция Аристотеля сковывала развитие науки в течение целых веков. Речь идёт (мы уже отмечали это) об установке древних, согласно которой совершенными фигурами являются окружность и шар. Соответственно этому небесные тела, в частности планеты, должны двигаться по кругу. И эта традиция держала в плену учёных, пока наконец её не разрушил И. Кеплер. Что же? Факт сам по себе верный. Но верно ли обобщать, как это делает Ф. Дайсон?

3.8 Подводя баланс

Мы прошли маршрутом познания весь путь, и теперь настала пора подытожить увиденное. Ранее были предприняты усилия показать, что важны и нужны как логическая, так и интуитивная формы поисковой деятельности, но каждая на своей позиции. А сейчас несколько усложним задачу и попытаемся обнаружить на отрезках интуитивного пути проявления логического начала и, наоборот, внедрение интуиции в сугубо логические участки движения мысли.

На этапах задания программы и доведения результата ведущими являются, безусловно, логические операции мысли. Вместе с тем им характерны и интуи-

тивные искания, хотя, конечно, не в той дозе, что ведётся во время инкубации, завершающейся озарением.

Возьмём период подготовки. Сколь ни подчинено здесь мышление учёного правилам логики, без интуиции не обойтись. Тут важен общий, синтетический подход. Охватить предмет в целом, понять его как единое, быть может, не зная деталей, — это умение идёт от интуиции. Надо учесть и другое. Сама постановка проблемы также сопровождается догадкой. Бывает и так, что постановка проблемы и её решение даются одновременно, как это имело случай, например, у Э. Шрёдингера, когда он записал своё знаменитое волновое уравнение.

Интуитивное сопровождение характерно и для этапа доведения результата. Конечно, доказательство развёртывается по правилам логики, которые ни в одном пункте не могут быть нарушены. Но и здесь учёный, проводя доказательство, творит, иначе ему трудно найти веские обоснования. Даже в математике, где этот процесс особенно формализован, трудно обойтись без интуитивных скачков. Ибо прежде чем доказать какую-либо теорему, надо, как мы уже отмечали, догадаться не только о её существовании, но и о путях и средствах доказательства.

Кроме того, есть обстоятельства, особенно осеменяющие неотвратимость дополнения логических операций интуитивными.

Казалось бы, нас не должен смущать вопрос, что такое доказательство и как его проводить. Известно, из каких частей оно состоит, разработаны чёткие правила действий с ними, указаны типичные ошибки. Но вот что пишет известный современный математик и логик И. Лакатос.

Математики прикладных направлений считают, что доказательство — дело «чистых» математиков, теоретиков математической мысли, которые умеют проводить «полные» доказательства и знают в них толк. Увы! «Чистые», в свою очередь, принимают только те «полные» доказательства, которые строятся логиками. Что же касается собственно математических, то есть «неполных» доказательств, то, по убеждению ряда учёных, таких, как, например, Г. Харди, Д. Литтлвуд и сам И. Лакатос, это достаточно неопределённая вещь, чтобы можно было говорить о её существовании.

Иными словами, доказательство протекает как импровизация, призывающая на помощь не только строгие логические методы, но и воображение, интуицию.

Конечно, здесь тоже не обошлось без преувеличений, но посевы истины в этом есть.

С другой стороны, на этапах интуитивного искания проявляет свою власть и сознательно-логическое. Это выражается прежде всего в том, что сознательное определяет, так сказать, стратегию поиска, формирует её цели, задаёт программу. Поэтому в стадии инкубационного вызревания идеи исследователь, конечно, периодически возвращается к условиям задачи, варьирует и уточняет их, шлифует смысл проблемы. Короче, держит её под неослабным прицелом, подталкивая интуицию к заданной цели. Когда И. Ньютона однажды спросили, как он пришёл к своим открытиям, великий физик ответил: «Я постоянно думал о них... Я постоянно держу в уме предмет своего исследования...». Ещё более характерно признание А. Эйнштейна. В одном из многочисленных интер-

вью он следующим образом описал десятилетний период вынашивания теории относительности. В течение этих лет, отмечал он, имелось чувство движения вперёд по направлению к чему-то конкретному, хотя это чувство трудно выразить в словах. Позади этого направления стояло нечто логическое, «но я имел его, — заключает учёный, — в виде обзора в зрительной форме».

Избрав тему, исследователь постоянно нагнетает проблемную ситуацию, пополняет её новыми деталями, пробуждает психологические ассоциации. Говорят даже о сознательном развитии интуиции, её воспитании. Поэтому хотя само открытие ускользает из-под логического надзора, вершится вне контроля сознания, вопрос о контроле вообще, конечно, не снимается. Ибо учёный решает определённую познавательную задачу, «запрограммирован» на известную цель.

Но логическое проявляется в период инкубации не только в этом. Оно даёт о себе знать даже в операциях при решении задач, то есть в типично, казалось бы, интуитивном процессе.

Выделяют два способа решения задач: систематический и эвристический. Первый — метод проб и ошибок. Он по праву считается логическим, ибо предполагает построение алгоритма, рассчитанного на систематический анализ ситуации. К примеру, так, как рекомендуется в известном анекдоте: чтобы найти льва в пустыне, надо разбить её на клетки и затем просматривать одну за другой. Метод этот широко используется при задании ЭВМ программ поиска на основе перебора вариантов.

Эвристический путь, то есть путь, использующий вспомогательные приёмы, окольные, обходные движения к цели, строится на догадке и потому связан с интуицией. Однако и на этом пути при решении некоторых типов задач обращаются к лотке.

Возьмём, к примеру, метод «последовательных приближений». В нём явно просматривается логическое начало.

Положим, поставлена сложная задача. Эвристика — наука о наводящих, дополнительных средствах поиска истины — рекомендует попытаться превратить условие задачи в решение. Иногда это удаётся. Если же не удаётся, тогда надо поискать пути, как уменьшить между ними (между условием и решением) разрыв. Собственно, здесь имеется единственная возможность — изменить условие задачи. Делаем первый шаг. Проверяем. Если изменённый вариант условия не переводится в решение, нужно испытать новую комбинацию. Так постепенно, уменьшая различие, можно сблизить условие и решение задачи. Поясним наши рассуждения следующей иллюстрацией.

Пусть вам предстоит попасть из одного пункта (А) в другой пункт (Б). Но мы не знаем, как это сделать. Между тем знанием, которое имеется, и тем, которое необходимо, чтобы достичь желаемого, информационный разрыв. Вдумываясь в обстановку, находим способ, который мог бы уменьшить информационный голод, но мы не знаем, как этот способ применить. Здесь и полезно изменить начальные условия задачи так, чтобы найденный способ можно было использовать в движении к цели. Если это удаётся, тогда задача становится иной: попасть в пункт Б уже не из пункта А, но из другого пункта, который ближе к цели. Допустим, и на этот раз мы всё же не достигаем пункта Б.

Значит, надо снова видоизменить условие, чтобы ещё более сократить разрыв, и так далее.

Более того, некоторые исследователи (Л. де Бройль, Г. Селье) выделяют два типа учёных. Их называют «интуитивисты» и «логисты»; имеется в виду преимущественное использование ими методов либо интуитивного, либо логического поиска.

Так, «интуитивисты» скорее апеллируют к догадке, любят привлекать образы. Несклонные к длительной осаде позиции, они пытаются решать проблемы с ходу, нередко с первого же удара добиваются успеха. Наиболее яркие фигуры среди них — Г. Лейбниц, Э. Торричелли, Ж. Фурье да и многие другие.

Напротив, «логисты» любят систематические исследования. Они продвигаются вперёд шаг за шагом с последовательностью того полководца, который готовит штурм крепости, ничего не оставляя на волю случая. Следуя строгой аналитической выучке, учёные этого типа склонны обходиться без образов, избегают полагаться на догадки и строят новые теории преимущественно логическими средствами. Так, к примеру, проводил своё исследование великий шведский систематик К. Линней. Костяк его теории — классификация. Столь же методически рассудочно, способом проб и ошибок, шёл обычно к открытию Т. Эдисон.

Конечно, это деление в известной степени условно. Большинству учёных подходят, по-видимому, промежуточные характеристики с той или иной мерой склонности к «логическому», а в основной массе к «интуитивистскому» типу. Нам важно подчеркнуть, что в практике научного творчества мы встречаемся не просто с отдельными приёмами логического поиска решения там, где, казалось бы, безраздельно властвует интуиция, но и, как видим, с особым строем мышления исследователя, называемым логическим. Это заставляет признать немалые творческие возможности логики, хотя она и не ставит целью быть инструментом открытия.

Но как бы нам не угодить в другую крайность. Дело в том, что распространено мнение, будто интуиция — всего лишь замаскированное логическое. Дескать, в основе интуитивной догадки лежат те же чёткие алгоритмы мыслительной деятельности, только мы их не осознаем; они свёрнуты, и потому целые звенья рассуждений выпадают. Так интуиция объявляется сокращённым вариантом логики.

Применительно к врачебной диагностике, например, такое истолкование интуитивного предлагает Г. Шингарев, один из советских исследователей. Едва больной входит в кабинет, пишет Г. Шингарев, как опытный врач уже по первым признакам, не успев собрать и десятой доли необходимых фактов, ставит диагноз. Он делает это, мгновенно пробежав по цепи умозаключений, которая в других случаях, у другого врача развёртывается значительно медленнее, основательнее, последовательно переходя от этапа к этапу. Любая интуитивная догадка, полагают сторонники приведённой точки зрения, может быть описана логическими средствами более мощной системы знания.

Может быть, в этом и есть своя правда. Однако на обозрение не представлено ни одного подобного отчёта, где была бы логически описана, пусть с

пропусками, процедура интуитивно найденного решения.

Мы можем подвести итог. Есть интуитивные, неосознаваемые процессы и есть процессы логические — такие, в которых мы отдаём отчёт. В научном поиске они не вступают в противоречия, но и не подменяют друг друга, а вместе, дополняя один другого, ведут учёного дорогой открытия. Как полагает большинство исследователей (хотя в науке вопросы не решаются большинством), интуитивное и логическое не разделены непроницаемой переборкой. Поисковый процесс, беря истоки в сознательном, уходит затем в сферу неосознаваемого, потом возвращается и снова уходит. Между ними постоянно общение, и лишь благодаря этому рождается открытие.

Конечно, их характеризует известное «разделение труда». Если целью научного поиска является строгая логическая завершённость, то ведёт к этому не столько логика, сколько интуиция. С другой стороны, логическое призвано узаконить и санкционировать завоевания интуиции. Логика — это своего рода гигиена, которую соблюдает наука, чтобы вынашиваемые идеи оставались жизнеспособными. То есть логика несёт функции контроля, обязывая отвергнуть некоторые доводы, но и не претендуя на то, чтобы заставить принять любое доказательство, поскольку оно логично.

Искусство учёного — в способности сочетать оба эти начала: свободу воображения, питаемого интуицией, и холодный расчёт; умение строить воздушные замки, но и умение обосновать их совсем не призрачную реальность.

Эта обособленность интуитивного и логического в рамках их союза находит подтверждение с неожиданной стороны. Современная нейрофизиология достаточно убедительно показала наличие в работе полушарий мозга функциональной асимметрии. Левое сосредоточилось на абстрактном, логико-аналитическом мышлении, правое же ответственно за интуицию и образность, за художественное творчество.

Вместе с тем в процессах деятельности полушария не изолированы, ибо «обслуживают одного хозяина». Может быть, как считает советский исследователь В. Смирнов, эта специализация — подарок, преподнесённый человеку эволюцией? Правая половина мозга оставила за собой «сторожевые функции», слежение за внешней средой. Поэтому она всё «видит» конкретно, эмоционально окрашено, работая на уровне чувств. Это позволило частично высвободить левое полушарие для анализирующей, обобщающей деятельности. В результате, помогая друг другу, полушария и разрешают жизненные задачи.

Так и в процессах научного творчества. Они трудятся сообща — чувства и разум — великое содружество по существу противоположных начал! Как был прав Г. Лейбниц, который однажды заметил: «Чувства нам необходимы для того, чтобы мыслить. Если бы у нас не было чувств, мы не могли бы думать». Примечательно, что сам-то Г. Лейбниц — убеждённый рационалист. Он разделял доктрину, согласно которой разум (рацио) составляет основу бытия, познания, морали, а потому противостоит чувственному началу и, только преодолевая его, способен постигать сущность вещей.

Союз чувства и разума проявляется и в других моментах научной деятельности.

Не будем забывать, что творческий поиск сопровождается эстетическими переживаниями, которые не только эмоционально поддерживают работу учёного, но и помогают ему в собственно созидательных действиях.

А. Пуанкаре отмечает, например, следующее. Открытие в математике состоит, по его мнению, не просто в конструировании всевозможных комбинаций, а в отборе того меньшинства из них, которое приносит пользу. То есть открытие в значительной мере есть отбор. Но отбор, меньше всего представляющий перебор вариантов, наподобие того, как покупатель выбирает товар. Иначе операция затянулась бы до бесконечности.

Дело в том, что в сфере внимания учёного попадают обычно лишь плодотворные сочетания, а остальные сразу же отпадают. Получается так, словно исследователь держит в уме некое предварительное экзаменаторское допущение к окончательным испытаниям только тех кандидатов, которые удовлетворяют определённым требованиям. Как считает А. Пуанкаре, роль этого предварительного экзаменатора и выполняют эстетические идеалы красоты, изящества, элегантности. Они направляют мысль учёного по нужному руслу, служат ориентиром в его исканиях, хотя и идут, как видим, не от разума, а от чувств.

И наконец, чувства и эмоции питают творцов науки нравственно, ибо несут с собой большую этическую нагрузку. Учёный не отгорожен от моральных проблем эпохи, ему небезразлично, в частности, как могут быть использованы его открытия: послужат ли они прогрессу человечества, или обрекут его на гибель.

Подытоживая сказанное в этой затянувшейся главе, отметим, что интуиция отнюдь не работает против логики. Наоборот, лишь соединившись, они способны привести учёного к цели, лишь используя преимущества той и другой, можно достичь наивысшей пользы. Не разделять и не противопоставлять, а выработать исследовательский настрой, опирающийся на методы единого абстрактно-эмоционального, логико-интуитивного мышления.

Глава 4

Парадокс изобретателя

4.1 Всё наоборот

Что таится под названием этого парадокса? «Изобретатели велосипедов», опоздавшие родиться, или, наоборот, «чудаки», бросающие вызов здравому смыслу преждевременными открытиями?..

Ни то, ни другое; за этим именем скрывается столь же эффективный, сколь и интригующий обозначением исследовательский приём, эвристический (содействующий открытию) помощник в исканиях учёного.

Замечено, что научная проблема решается успешнее, если она осознана как общая и соответственно найден общий метод — такой, по отношению к которому метод решения исходной задачи оказывается лишь частным случаем. Этот приём и получил наименование «парадокса изобретателя».

Венгерский математик Д. Пойа, к авторитету которого мы обращаемся не только здесь, говорит о парадоксе в следующих выражениях: «Легче доказать более сильную теорему, чем более слабую». Напомним, что «слабым» принимается положение, логически выводимое из другого — «сильного». По-видимому, само название «парадокс изобретателя» изобрёл где-то в начале нынешнего века также Д. Пойа. Во всяком случае, исследователи (И. Лакатос, например, тоже венгр) за разъяснениями отсылают к нему.

Чуть ранее немецкие математики П. Дирихле и Р. Дедекинд делятся наблюдением: «Как часто случается, общая задача оказывается легче, чем была бы частная, если бы мы пытались решить её непосредственно в лоб».

Ситуация, что и говорить, необычная. Кажется естественным, что частная, близкая к повседневности, жизненным наблюдениям задача должна скорее поддаваться решению, нежели общая, «сильная», то есть, надо полагать, более глубокая. А получается наоборот. Получается, что к абстрактной, отрешённой от практики проблеме можно подобрать ключи быстрее, чем к проблеме, насыщенной конкретным, опытным содержанием.

И всё же, сколь ни парадоксально положение, ему находят удовлетворительные, можно сказать, вполне беспарадоксальные объяснения. По прежде чем рассказать о них, обратимся к свидетельствам истории науки.

Уже древним мыслителям означенный поворот мысли был ведом. Упомяну-

тый приём лежит, в частности, в основе изобретённого ещё на рубеже V — IV веков до нашей эры древнегреческим математиком Евдоксом метода «исчерпывания». Он применялся для измерения площадей конкретных фигур или объёмов определённых тел и других частных задач, но был найден как общий метод и представлял собой достаточно эффективный способ, явившийся предтечей интегрального исчисления.

И конечно же, мы не можем пройти мимо факта, хотя и снискавшего хрестоматийную известность, но очень убедительно демонстрирующего наш парадокс.

В III веке до н. э. тиран города Сиракузы Гиерон поручил однажды своему подданному Архимеду (находившемуся, кстати сказать, в близком родстве с Гиероном) определить, не подмешано ли к его золотой царской короне, изготовленной ювелирами, менее благородное серебро. Эту сугубо частную задачу Архимед смог решить лишь как общую, выявив знаменитый закон «подъёмной силы», действующей на погруженное в жидкость тело.

...Долго бился Г. Лейбниц над задачей проведения касательной к кривой в заданной точке. Задача пришла из области строительной архитектуры и представлялась достаточно частной, но никак не давалась. А не пойти ли в обход, подумал учёный? То есть не решать ли не эту, а другую задачу, более общую, которая включала бы исходную в качестве одного из вариантов, но была значительно легче? Конкретно дело обстояло так. Г. Лейбниц представил, что разыскивает не касательную, а прямую, пересекающую нашу кривую в данной точке (точке касания) и в некоторой другой, удалённой от первой известным расстоянием. В результате речь шла уже о проведении секущей. А это не составляло особого труда и осуществлялось благодаря уже разработанным приёмам; скажем сильнее: с этой задачей мог справиться и школьник, знающий уравнение прямой. Но, решив это, находим касательную уже как частный случай, именно путём сближения точек, когда расстояние между ними по дуге оказывается минимальным и в точке касания сводится к нулю, исчезает.

Так было изобретено дифференциальное исчисление — мощный, применимый во всех науках метод. Определение же касательной — лишь эпизод в обширном классе проблем, которые могут быть решены с помощью этого всемогущего математического аппарата.

Будучи не только математиком, но и философом, Г. Лейбниц не преминул выступить с методологическим наставлением. Он записывает: решая познавательную задачу, полезно «придумать какую-нибудь другую, общую задачу, которая содержит первоначальную и легче поддаётся решению». Как видим, это одно из первых осознаний (или, как нынче стало модным говорить, одна из рефлексий) «парадокса изобретателя». Затем последовало его использование в качестве инструмента эвристики.

Аналогичный приём, то есть поиск общего решения частной проблемы, лежал и у истоков интегрального исчисления.

Об И. Кеплере в ту пору, когда он стал знаменитым астрономом, императорским математиком и математиком провинции Верхняя Австрия (других титулов за неимением места не приводим), рассказывают. В 1613 году 42-летний учёный только что начал новую жизнь со второй женой Сусанной. Как заботливый

муж, он решил запастись вином, благо был небывалый урожай винограда и вино стоило дешево. Когда бочки доставили во двор, появился купец, который, пользуясь лишь мерной линейкой, уверенно определял количество вина. Он опускал линейку в отверстие сосуда до упора в угол днища и после этого объявлял число амфор (тогдашняя мера ёмкости).

И. Кеплер был поражён простотой операции и даже усомнился в её надёжности. Ведь бочки не имели правильной цилиндрической формы. Как же наклонный отрезок между двумя определёнными точками мог служить мерой вместимости? Тем более что, как знал И. Кеплер, в других местах, на Рейне например, те же операции вычисления были громоздкими.

Сомнения побудили учёного исследовать, как он пишет, «геометрические законы такого удобного и крайне необходимого в хозяйстве измерения, а также выяснить его основания, если таковые имеются». Основания действительно нашлись. Да ещё какие!

Так частная задача выросла до масштабов общей и решена в качестве общей: измерение объёмов, очерченных кривыми поверхностями. Интересно, что книгу, в которой излагался новый метод, И. Кеплер назвал «Стереометрия винных бочек». Таким образом, он сохранил указание на то, чему обязано своим рождением интегральное исчисление.

Стоит заметить, что исходная задача была здесь особенно узкой, она оказалась даже не научной, а хозяйственной. То есть столь прозаической, что, по-видимому, только гений, подобный И. Кеплеру, мог, не смущаясь, заняться ею и поднять до теоретического понимания.

Математика не исключение. Выбор математического материала лишь выдаёт желание более выпукло оттенить эффективность метода, затаившегося под сенью «парадокса изобретателя». Ибо математика — наука наиболее глубоких возможностей.

Приём оправдал себя и в других обстоятельствах. Позволим ещё одно пояснение.

В 1854 году к знаменитому Л. Пастеру обратились виноделы города Лилля (Франция). Очевидно, они имели на это право: несколько лет назад именно в их городе Л. Пастер получил звание профессора химии. Причиной беспокойства явились... болезни вин, от которых винопромышленники терпели немалые убытки. В течение нескольких лет учёный исследовал, конечно, не оставляя других занятий, предложенную тему и наконец решил её, создав теорию брожения. Он показал, что болезнь вина — лишь одно из проявлений общего свойства. Это не что иное, как способ жизнедеятельности микробов. Л. Пастер не только выявил виновников процесса, но и «наказал» их, предложив метод обезвреживания микроорганизмов, названный в его честь пастеризацией.

Учёный писал тогда: «Роль бесконечно малых казалась мне бесконечно большой как в качестве причины различных болезней, так и благодаря участию их в разложении и возвращении в воздух всего, что жило». Таким образом, Л. Пастер сознавал, хотя, может быть, и не сразу во всем значении, что за внешне частными связями — болезни вин — скрыты глубинные, где малое вызывает большое.

Можно ещё и ещё нанизывать свидетельства эффективности рассматриваемого метода. Пароатмосферная машина, созданная в самом начале XVIII века английским изобретателем Т. Ньюкоменом, предназначалась для откачки воды из шахт. Но техника воспользовалась его изобретением более широко и повсеместно. Решая проблему передачи сообщений по каналам связи, К. Шеннон приходит к идеям теории информации, науки, применяемой не только в теории связи, но и в психологии, лингвистике, биологии. В стремлении выявить всего лишь особенности вращения волчка Софья Ковалевская строит теорию вращения твёрдого тела...

Резюмируем. Обстоятельства, по существу, складываются так, что начинание в науке (и, по-видимому, не только здесь) сулит успех, если его осмыслить как некую общую задачу, и мы сумеем взглянуть на наше конкретное дело с позиций общих перспектив.

4.2 Отмечено «грязной» работой

Время обратиться к истокам эффективности нашего метода, предлагающего решать конкретную задачу как общую. Фактически надо осветить две позиции: отчего общий подход к частному есть преддверие успеха и почему на этом пути легче (требуется меньше умственных затрат)?

Вначале о том, какое знание считается общим. Принято теорию называть общей, если она, возникнув для объяснения некоторой совокупности явлений, обнаруживает «желание» выйти за границы этой совокупности и описывать область, относительно которой исходные явления оказываются лишь частью последней. Иными словами, общая теория объясняет более широкий круг предметов, нежели тот, для понимания которого она создавалась.

Здесь чуть приоткрылась тайна парадокса. Чтобы быть решённой, частная проблема нуждается в общем методе. А он обладает гораздо большими полномочиями и большей эвристической силой, чем любой другой, придуманный для решения проблемы в её первоначальном виде.

Прежде чем искать ответ на какой-либо вопрос, надо сформулировать задание. Уже на этом, самом начальном этапе поиска обнаруживается значение общего подхода. Ведь от того, как истолковано задание, зависит многое. Не зря же говорят, что правильно понять проблему — значит наполовину (если не больше) её решить. Попытаемся раскрыть преимущества, которые даёт общая постановка в сравнении с частными определениями.

Конкретное, в форме которого обычно предстаёт исходная проблема, изменчиво, подвержено капризу трудно учитываемых воздействий. Отвлечение от последних обнажает условие, позволяя «прочитать» задачу в такой редакции, которая очищена от побочных влияний, от случайного, нетипичного. Снова обратимся за иллюстрациями к истории познания.

Отец второго начала термодинамики — закона перехода теплоты от более нагретого тела к менее нагретому — французский учёный начала XIX века С. Карно так характеризует состояние науки, предшествующее его открытию. В

книге «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу» (такие длинные названия были у книг той эпохи) он пишет следующее. Обнаружению закона мешало именно то, что взгляд исследователей на возможность извлекать движение из тепла был уж очень узким. Учёные присматривались к этой возможности, но лишь с точки зрения тех принципов, которые проявлялись в паровых машинах, а проявлялись они здесь в искажённой форме. Мысль топталась на месте. Чтобы вывести её на простор, нужен был решительный поворот, взгляд с иной позиции. И С. Карно отваживается на это. Чтобы понять основы процесса, говорит он, надо взять процесс независимо от какого-либо определённого механизма и от любого конкретного вида тепловой энергии. Значит, и рассуждение надо провести не конкретно, а, так сказать, вообще, то есть относительно всех мыслимых тепловых машин, «каково бы ни было рабочее вещество и каким бы образом на него ни производилось действие».

Но ведь в исходном пункте всех построений, своего рода толчком, побудившим к размышлениям, были именно паровые машины; иных тогда и не знали! Отсюда следует, что для С. Карно ключ к разгадке принципов работы паровой машины состоял в том, чтобы отвлечься от... паровой машины — шаг, на который никто не решался ввиду его очевидной парадоксальности. Правда, учёный ошибался относительно природы теплоты. Он приписывал её особому веществу — теплороду. Тем не менее не только конечный вывод, но и методология исследования — взять процесс вне его конкретных проявлений — глубоко научны.

В позиции обобщённого подхода то преимущество, что она не связана специальными решениями. Наоборот, она выводит к иному уровню понимания, который характеризуется широким «пространственным» обзором. Выход к общему позволяет увидеть решаемую задачу в цепи проблем, в контексте всей эволюции науки. Открывается возможность исторически подойти также и к самому предмету исследования, увидеть его как нечто целостное.

Характерна история изобретения пенициллина. С первого взгляда открытие А. Флеминга обязано случайности, даже небрежности, по которой в чашку с патогенными микробами попали из воздуха споры грибковой плесени. Они-то и оказались виновниками подавления роста бактерий.

Такова внешняя фабула событий. Но мы знаем, учёный был одержим идеей, что всё живое на всех его уровнях располагает защитными механизмами, иначе ни один организм не мог бы существовать: бактерии беспрепятственно вторгались бы в него и убивали. Как отмечает доктор Ф. Ридли, долго работавший с А. Флемингом, поиски этих механизмов были той путеводной звездой, которая вела его чуть ли не с первых шагов научной карьеры. Сначала исследователь выделяет лизоцим (вещество в слизистых глаз и носа). Он полагает, что с точки зрения эволюционного подхода лизоцим был в своё время оружием против всех микробов. Однако они приспособились, стали устойчивее. Соответственно должны эволюционировать и защитные силы организма, рассуждает учёный. Значит, надо продолжать поиски. На этом пути и состоялась встреча с пенициллином, хотя он специально не искал её. Его занимали то-

гда проблемы гриппа. Окончательную ясность вносит сам А. Флеминг. «Меня обвиняют в том, что я изобрёл пенициллин, — пишет он. — Ни один человек не мог изобрести пенициллин, потому что ещё в незапамятные времена это вещество выделено природой. Нет, я не изобрёл пенициллинное вещество, но я обратил на него внимание людей и дал ему название».

Широкий эволюционный фон, на котором увидел свою тему А. Флеминг, позволил найти решение там, где другие проходили мимо и замечали только гниль, способную лишь на то, чтобы замутить чистоту эксперимента.

Обнаруженное А. Флемингом наблюдали и до нею (плесень и различные микробы, ею убитые). Но никто не подумал использовать это в борьбе с болезнями. Плесень кажется очень грязной. Трудно даже представить, что её можно приложить к ране или ввести в организм больного. Обычно она растёт на испорченных продуктах, потому на неё привыкли смотреть как на что-то вредное. Микробиологи же, наблюдая погибшие от плесени колонии микробов, полагали лишь одно: её не следует допускать в культуру. И только ум, не скованный предрассудками традиций, свободно мыслящий, открыл здесь средство против инфекции. Именно, увидев разрушенные плесенью микробы, А. Флеминг заявил: «Вижу странное!».

Характерны замечания Г. Селье, столь же приверженного идее широкого взгляда на предмет исследования. «Если бы не глубокое уважение к «отцу антибиотиков», у меня, — пишет Г. Селье, — было бы искушение сказать, что он просто грязно работал. Безусловно, ни один уважающий себя микробиолог не допустил бы, чтобы плесень попала в его культуру». Но «грязь» привела к торжеству открытия. И Г. Селье видит здесь не оплошность, а величие исследователя, включившего аномальность в цепь более глубоких зависимостей, нежели те, что заявляли о себе на поверхности событий. Им владела гипотеза универсальной защиты живого, идущей из глубин эволюции.

Не упустим сообщить почти невероятное совпадение. Когда Г. Селье работал в лаборатории, которая охотилась за гормонами, он обнаружил одно странное обстоятельство. Его наименее очищенные препараты вызывали весьма бурную реакцию организма, зато более чистые — их готовил сам шеф — были совсем неактивны. Поначалу Г. Селье даже упрекал себя за то, что плохой химик. Но затем что-то подтолкнуло его ввести крысе даже не гормон вовсе, а... крайне токсичный формалин. И оказалось, что он подействовал сильнее любого гормонального соединения. И вот здесь-то Г. Селье вспомнил...

Ещё студентом, слушая лекции в Пражском университете, он обратил внимание на следующее. Показывая больных, профессор всегда сосредоточивался на специфических признаках болезни, по которым её можно было диагностировать и лечить. Постоянные же, общие симптомы, сопровождающие любую болезнь (слабость, обложенный язык, отсутствие аппетита и т. п.), профессора не интересовали. Г. Селье понимал стратегию такого преподнесения материала будущим врачам. Их надо было обучить знанию специфических проявлений болезни, чтобы лечить специфическими же лекарствами. Но Г. Селье гораздо больше поразило то, что имеется так мало признаков, действительно характерных для какой-то определённой болезни. Зато как много общих проявлений

у разных, совсем как будто не связанных между собой заболеваний. А некоторые признаки характерны вообще для всех болезней. Его смущало, отчего исследователи, а за ними и практические врачи, упорно выискивая при недомоганиях их конкретные характеристики, обходят вниманием «болезнь вообще», «просто болезнь». Очевидно, бы то бы важно найти средства лечения не только конкретных заболеваний, но и общего явления «болезнь».

И ещё одно не давало тогда ему покоя. Почему совсем далёкие факторы, как, скажем, корь, скарлатина, грипп и наряду с этим некоторые вещества (например, отравляющие), вызывают одинаковую реакцию организма? Тогда он не нашёл ответа. Но вот теперь, спустя 10 лет, введя крысе формалин, Г. Селье понял, что он нащупал существование важного защитного механизма.

У живых тел в случае чрезвычайных обстоятельств проявляется одна особенность, называемая стрессом и состоящая в следующем.

Когда организм подвергается крайней опасности, то мобилизуются все его ткани и системы, чтобы за счёт колоссальных перегрузок справиться с грозящей бедой. При этом, какой бы конкретный характер ни носило раздражение (инфекция, травма или, как это наблюдалось в опытах Г. Селье, отравление), ответ всегда один и тот же — стрессовое состояние. То есть на любой специфический возбудитель тело отвечает неспецифическим, общим раздражением. Стресс-реакция — это обстановка тревоги, общий «призыв к оружию» защитных сил организма.

Выходит, что и открытие самого Г. Селье, поскольку оно началось с применения некачественных препаратов, отмечено «грязной» работой. Учёный вспоминает, как профессор, отговаривая его от занятий стрессом, сказал: «Но, Селье, попытайтесь понять, что вы делаете, пока не поздно! Отныне вы решили посвятить остаток своей жизни фармакологии грязи!».

Совпадение методологий выдающихся натуралистов, сходство способов истолкования фактов, даже совпадение перипетий, сопровождающих опыт, не случайно. Для А. Флеминга и для Г. Селье точкой отсчёта при оценке явлений служили фундаментальные характеристики живого, именно выработанные долгой эволюцией защитные механизмы вида, а также закономерности, действующие на уровне целого организма и подчиняющие себе частные проявления. На этой основе находили понимание все, казалось бы, побочные, внешние отклонения, нарушающие нормальное течение эксперимента. Частности были осознаны исследователями не узкопрофессионально, а крупным планом, поставлены под контроль процессов, совершающихся в глубинах живой материи. Выход А. Флеминга на позиции эволюционного понимания, взгляд Г. Селье на организм как целое позволили им за случайными, порой досадными отклонениями увидеть перспективу открытия.

Интересно, что подобным же образом подходил и академик В. Филатов, решая проблему близорукости. Среди близоруких, говорил он, в десять раз больше людей, страдающих плоскостопием, много худых, высоких, близорукие чаще болеют ревматизмом...

Подбирая эти факты, В. Филатов готовил будущую теорию, которая объяснила бы нарушение зрения общими сдвигами в организме. Следовательно,

и здесь видим попытку осознать частное на уровне закономерностей целого организма.

4.3 «Если задача не решается, придумайте себе другую задачу»

Постановка конкретной проблемы как общей таит преимущества, содействуя успеху научного поиска. Так можно ответить на первую часть вопроса об истоках эффективности нашего приёма. Но парадокс заключён и в том, что на означенном пути меньше трудностей, чем когда задача решается как частная. Отчего это? Почему, как утверждает И. Лакатос, «на много вопросов бывает иногда легче ответить, чем на один» и почему «новая, более претенциозная проблема может оказаться более лёгкой, чем первоначальная»?

Существенно следующее. Обнаруживается, что нередко конкретная, частная задача вообще средствами науки и техники своего времени решена быть не может либо её решение сопряжено с неслыханной тратой сил.

Вспомним Архимеда. Определение сплава короны, конечно, доступно методом химического анализа. Но в его эпоху об этом и не помышляли. О реактивах, химических реакциях и т. п. не имели ни малейшего понятия. К тому же ювелиры могли упрятать менее ценный материал в глубине короны, а разрушать её было нельзя. Таково условие, предъявленное тираном. Сказанное означает, что непосредственно, то есть в том виде, как она была поставлена перед Архимедом, проблема неразрешима. По существу, учёный формулирует другую проблему. Но, решив её, получает тем самым ответ и на свою, частную.

Рассмотрим такую задачу, как определение расстояния от Земли до Луны. Об этом люди мечтали давно. Но как это сделать? Ни один прямой способ измерения из тех, что применялись для вычисления протяжений на Земле, здесь, конечно, не годился. Нужен был какой-то обходный маневр. И он отыскался, когда научились определять расстояния до недоступных предметов. То есть частная задача была понята и решена как общая. Только таким образом и можно было справиться с нею.

Современная наука использует для этой цели технику лазерных установок, то есть также привлекает общий метод для решения конкретного вопроса. С изобретением лазеров открылась возможность посылать световой луч узконаправленно, так, что он практически не рассеивается, даже пробегая большие пространства. Достигнув цели, луч отражается от её поверхности и приходит назад. Время его движения к цели и обратно измерить нетрудно. А зная время и скорость распространения света, легко высчитать пройденный путь.

И так часто. Анализ показывает: результат достигается нередко тем, что одна задача подменяется другой. Исследуют не первоначальную ситуацию, которая возникла, а совсем иную, казалось бы, какое отношение имеет, скажем, подъёмная сила воды к составу короны или плесень грибка — к борьбе с инфекциями? Внешне никакого. Между тем в решениях, которые мы рассмотрели, одно подменяется другим.

В ряде случаев такая подмена вообще кажется парадоксальной. Чтобы понять работу паровой машины, С. Карно вовсе забыл о паровой машине, а Г. Селье взамен препарата, предназначенного помочь организму, впрыскивает отраву, которая, конечно же, ему во вред.

Итак, вместо исходной задачи, не поддающейся решению (по крайней мере в том виде, как она предъявлена), ставят другую. Поскольку с нею справляются, есть основания полагать, что она легче. Одним словом, имеются серьёзные причины принять полусерьёзную рекомендацию: «Если задача не решается, придумайте себе другую задачу».

Налицо обходный путь. Он состоит в том, что проблема осмысливается на иной, более широкой (общей) познавательной платформе, чем та, которую могли бы использовать, решая первоначальный вариант. Это не что иное, как уловка разума. Но она неизбежна, ибо по-настоящему сложные проблемы редко поддаются атакам в лоб. Исследователь, чтобы спасти положение, принуждён расширить исходные посылки, то есть обратиться к точке зрения, которая гораздо продуктивнее.

Её продуктивность проявляется в том, что с построением действительно общей теории одним ударом решается большое число проблем, для каждой из которых пришлось бы — при отсутствии обобщающего знания — искать особые объяснения, строить особую теорию.

Совсем не случайно, что достаточно общие идеи оживляют пауку. Придают ей новые ускорения, вызывая настоящий взрыв новых исследований.

Советский науковед Г. Добров приводит таблицы, показывающие темпы роста открытий химических элементов. Обнаруживается, что кривая роста заметно идёт вверх в 70-е годы прошлого века, а потом снова замедляется. И ещё один подъём наблюдаем уже в 40-х годах нашего столетия. А причины? В 1869 году Д. Менделеев вывел свой периодический закон, который и повлиял на усиление работ в химии, в частности, в области поиска неизвестных элементов. Вторая же волна вызвана успехами в изучении внутриядерных превращений в конце 30-х годов XX века.

Характерно, что науки, вскрывающие наиболее глубинные структуры природы, оказывают особо плодотворное воздействие на другие науки, изучающие более конкретные свойства материи.

О роли математики как родника новых идей хорошо говорит следующий факт. Творец стереохимии, то есть химии, изучающей пространственные расположения атомов и молекул, голландец Вант-Гофф отмечал, что большое влияние оказало на него изучение геометрии. Так, прослушав курс начертательной геометрии, учёный ощутил, насколько она развила его воображение и чувство пространственных форм и отношений. За своё исследование Вант-Гофф получил Нобелевскую премию, кстати сказать, первую премию, присуждённую в области химии.

4.4 «Попасть в дробь»

Плодотворность общей теории, несущей экономию мысленных затрат, обнаруживает себя также и в таких проявлениях. История науки показывает, что со временем многие трудные для своей эпохи задачи на новом витке познания решаются сами собой, без приложения особых к тому усилий. Для этого не надо даже предпринимать каких-то специальных исследований. То есть их решения оказываются всего лишь частными случаями некоей общей темы, успех в изучении которой приносит ответы и на массу других конкретных тем. Иные из них успели порядком помучить науку, а о других она даже и не догадывалась.

Здесь вообще-то протягивается ни точка ещё к одному парадоксу. Он называется «принцип полезности бесполезного знания». Но мы не будем развивать эту линию подробно, отметим лишь некоторые моменты.

Очень часто обстановка в науке требует подняться над конкретными, слишком заземлёнными задачами и испытать силы на более глубоких общих направлениях, хотя они и не сулят немедленных отдач. Пусть они представляются отрешёнными от практики жизни, но нередко на этом пути получают такие результаты, на основе которых можно решать массу частных вопросов.

Типичное положение создалось в современной науке в связи с изучением космоса. Найдётся немало людей, искренне сомневающих в необходимости столь широких космических исследований. Но дело не только в том, что такие исследования раздвигают горизонты наших познавательных возможностей. Есть в этом и большой практический интерес.

Обнаруживается, что решение связанных с освоением космоса задач принесло человеку немало таких знаний, которые могут быть использованы и уже эксплуатируются в производстве и в быту. Скажем, создание искусственных биологических циклов, высокоэкономичных систем жизнеобеспечения или установок, эффективно использующих энергию Солнца. Всё это родилось первоначально не для Земли, а для обслуживания космических полётов. Однако результатами заинтересовались и с целью применения в промышленности.

Велика заслуга космоса в развитии средств связи. Конечно, спутники запустили не ради того, чтобы они послужили каналом передачи сообщений. А они вот исправно несут вахту и здесь. Скажем, при трансляции телевизионных программ на далёкие расстояния, в развитии телефонной связи, радио и т. д. Спутники помогают также и в организации службы погоды, в разведке полезных ископаемых. Да мало ли каких выгод не принесло нам «космическое любопытство». В США создан даже специальный комитет, изучающий, так сказать, «отходы» космических исследований, с намерением извлечь из них пользу для производства.

Одним словом, космонавтика, выдвигаясь в качестве одного из факторов решения абстрактных познавательных проблем, оказалась полна хороших идей, используя которые можно находить ответы на многие наши частные вопросы.

Переход к более общему знанию, к общей теории несёт ещё и то преимущество, что облегчает решение уже решённых задач, поскольку предлагает более эффективный способ получения результата. Это убедительно подтверждается,

например, опытом математического познания. Обнаруживается, что те задачи, которые некогда были сложными и для решения которых использовался громоздкий аппарат вычислений и доказательств, в свете более поздних завоеваний выполняется легче, с гораздо меньшей тратой сил. Мы обязаны этим созданию общих эффективных теорий, методов алгоритмов.

Две небольшие иллюстрации. В согласии с уставом средневековых университетов претендент на звание магистра был обязан доказать теорему Пифагора. То был своего рода кандидатский экзамен (настолько сложным было тогда доказательство этой теоремы). Ныне он заменён испытанием по теоретическому курсу, а с прежним тестом без особого труда справляется ученик шестого класса, потому что в его распоряжении более совершенный алгоритм доказательства, опирающийся на современные математические теории.

Из глубины средневековья пришло такое предание. Немецкий купец спрашивал совета, где учить сына. Ему ответили. Если хотите, чтобы сын знал сложение, вычитание и умножение, этому могут научить и у нас в Германии. Но чтобы он знал также и деление, лучше послать его в Италию. Тамашние профессора хорошо изучили эту операцию.

Как видим, даже простые действия арифметики были достаточно сложными. От тех времён у немцев осталась поговорка «in die Brüche kommen» (буквально: «попасть в дроби»). Это значило оказаться в затруднительном положении, в которое попадали, проводя деление. Ныне такие операции на основе иной, арабской системы обозначения чисел и иных алгоритмов стали значительно легче.

Переход к общей позиции позволяет не только заменить одну задачу другой, более лёгкой. Здесь важно и другое: одновременно с обобщением достигается упрощение в постановке проблемы.

Это происходит потому, что восхождение к абстрактно-общему обязывает расстаться с массой подробностей, способных увлечь мысль в лабиринты тупиковых решений. Можно привлечь такой образ. Мы стартуем с Земли (конкретная задача) и, сбросив балласт излишней информации, устремляемся на крыльях абстракции в заоблачные высоты. А здесь, в разрежённой атмосфере, исследование становится легче. Чем меньше исходных параметров обременяет мысль учёного, тем быстрее он схватит смысл проблемы. Поучительный случай описан известным современным учёным У. Сойером в книге «Прелюдии к математике».

В 1868 году французский исследователь М. Гордан путём громоздких вычислений доказал, что группа многочленов (речь идёт об одном специальном классе многочленов) обладает определённым свойством. Но вот спустя 22 года Д. Гильберт тот же результат получил гораздо проще, по сути не прибегая даже к вычислениям. Более того, новое решение справедливо не только для упомянутого узкого класса, но и для любых многочленов вообще. А самое примечательное, что это удалось Д. Гильберту потому лишь, что он отбросил 90 процентов информации, использованной М. Горданом.

Вывод о плодотворности упрощений подтверждается результатами специальных тестов, проведённых под руководством советских психологов В. Зыковой,

Э. Флешнер и другими. Установлено, что ученики уверенно решают задачи, предъявленные в обобщённых структурах (с помощью абстрактных объектов: треугольников, квадратов, рычагов), чем когда это же содержание задано в конкретных формах (земельными участками, площадями квартир и т. п.). Ученик так объяснил этот маленький парадокс в творчестве изобретателя-школьника: «Здесь трудно. Там один треугольник, а тут крыша и фасад. Вот я и запутался».

Надо полагать, что не без основания подвергнуты критике школьные задачки, в которых традиционные безликие «продавцы», «покупатели», а то и просто «некто» вытеснены персонажами и объектами, наделёнными собственными именами. Уже не пишут: «Из пункта А в пункт Б вышел поезд», но «От железнодорожной станции Борисово в город Борнсполь отошёл туристский поезд «Ёлочка»».

Составители уверены, что так ученику легче. Ведь конкретность приближает к повседневным, привычным отношениям, наполняет сухое условие красками жизни. Между тем всё оборачивается по-иному. Конкретизация разрушает принцип абстрактного рассуждения, который призван прививать навыки логического мышления. Утрачивается умение схватывать структуру текста, упрощать его понимание, а вместе с этим и умение решать познавательные задачи.

Конечно, есть разные люди. У одних больше развито абстрактное мышление, у других — конкретное. Кроме того, определённо сказывается влияние возраста. Здесь не время подробно обсуждать эту тему. Отметим лишь одну странность.

В ряде случаев то, что наукой открыто позднее и является достаточно глубоким, абстрактным, осваивается легче, нежели более ранние, значит, казалось бы, более доступные восприятия завоевания мысли.

В своём историческом развитии геометрия раскрыла вначале сравнительно конкретные, лежащие на виду свойства пространства и лишь позднее наиболее глубокие.

Самыми первыми ещё в античные времена оказались выделенными метрические свойства. Они связаны с измерением и имеют ту особенность, что при движении фигур сохраняются. Стул, например, при любых перемещениях, поворотах остаётся стулом. Или, если станем перемещать отрезок прямой, равный 10 сантиметрам, его длина так и будет 10 сантиметров; сохранятся также расстояния между точками этого отрезка.

Затем были выявлены другие, более глубокие особенности пространства.

Скажем, если тот же отрезок подвергнуть равномерному сжатию или растяжению, то его размеры, расстояния между точками, конечно, изменятся, значит, метрические свойства не сохранятся. Но что-то же остаётся неизменным? Да середина отрезка. К примеру, независимо от того, растягиваем мы его или сжимаем, середина всё-равно остаётся серединой, так же как $1/3$ отрезка будет при этом $1/3$ и т. д. Эти признаки называют афинными. Были обнаружены также проективные и другие особенности фигур. Наконец, уже во второй половине XIX века сумели подойти к таким характеристикам пространства, как топологические, наиболее глубоко «запрятанные» природой и потому потребовавшие особенно сильных отвлечений и абстракций.

Топологические свойства не зависят от размеров (длин, углов, площадей),

от прямолинейности. Допускаются любые преобразования фигур, лишь бы при этом они сохраняли непрерывность. Скажем, окружность можно как угодно искривить, растянуть или, наоборот, «смять» в комок и прочее, но топологически она останется всё той же фигурой. Её нельзя только разрывать. Поэтому топологическую геометрию называют «качественной».

Однако самое удивительное, самое парадоксальное обнаружилось в том, что дети овладевают топологическими признаками легче, чем другими геометрическими свойствами. То есть абстрактное оказывается доступнее пониманию, нежели конкретное.

А не об этом ли говорит и опыт обучения в современной начальной школе? Теперь оно начинается не с конкретного, каким является арифметика, а с абстрактного — с математики вообще. Первыми изучают не числа, а отношения между совокупностями: «больше», «меньше», «равно».

4.5 Электроды, ножи и вилки

А теперь попытаемся осветить наш приём, так сказать, изнутри, поставив себя на место исследователя, который его использует.

Когда конкретная задача осознаётся в качестве общей, это открывает простор для привлечения широкого круга идей, сближения разнообразных точек зрения, для синтеза разнородных концепций и т. д.

Д. Пойа в книге «Как решать задачу» описывает метод видоизменения. Он советует попытаться подойти к задаче под разными углами зрения. Проводится сравнение с полководцем, который, говорит Д. Пойа, приняв решение взять крепость, изучает все позиции, чтобы найти более удобную.

Умение варьировать задачу — показатель возможностей интеллекта. Здесь как в природе: чем выше положение вида в эволюционном ряду, тем сильнее его способность разнообразить своё поведение, что и предопределяет успех в жизненной борьбе. Насекомое, например, попав в комнату, бьётся о стекло в одном и том же месте. Оно даже не пытается вылететь в соседнее окно. Мышь гораздо смыслённее. Она меняет направление действий, стремясь пролезть сквозь прутья клетки то в одном, то в другом месте. Человек поступает в высшей степени разнообразно. Оказавшись в запертом помещении, он испытывает не только дверь, но и окна, дымоход, подполье...

Видоизменение исследовательской задачи и понуждает учёного мобилизовать при её решении всё наличное знание, заглянуть в закоулки памяти, пробудить к активному использованию разнородную информацию. Благодаря этому удаётся извлечь из наличных сведений максимум ассоциаций и привлечь их к решению темы.

Здесь отчётливо проявляется природа творчества, неизменно условиями которого многие исследователи считают два: богатство идей и строгий отсев неудачных попыток. То же самое происходит, кстати, и в природе. В эволюционных процессах наблюдаем вначале также богатство вариантов (изменений в организмах вида), а затем — браковку ситом естественного отбора тех, которые

оказываются плохо приспособленными к внешней среде.

По мнению известного английского кибернетика У. Эшби, творческое мышление есть способность проводить селекцию гипотез. Потому сила гения и состоит в способности не столько создавать новые идеи (на это горазды многие), сколько в том, чтобы определить, какая из них действительно гениальна. Словечные мысли высказывает Ж. Адамар, специально изучавший механизмы научного открытия, или, как он говорил, изобретения. Он утверждал: изобретать — значит выбирать. То, что зовут талантом, заключается главным образом не в конструировании новых теорий, а скорее в способности оценивать произведённую продукцию. Такова, по крайней мере, обстановка в математике.

Понятно, чем разнообразнее число идей, гипотез, чем шире набор вариантов и ассоциаций, которыми располагает исследователь, тем более возможностей для такого отбора и тем вероятнее ожидание удачи. Вот здесь и способен оказать свои услуги метод видоизменения темы. Когда сосредоточивают внимание только на одной проекции предмета, она заслоняет все остальные, и исследователь рискует упустить другие, быть может, более продуктивные стороны. Притом вновь стоит подчеркнуть роль уже упоминавшегося «периферического» зрения, которое позволяет увидеть контуры важных вещей вне той области, где ожидается появление нового. Это существенно, поскольку таит возможность незапланированных результатов, чем фактически и являются в большинстве по-настоящему крупные открытия.

Варьирование продуктивно и с чисто психологической позиции. Даже если видоизменения темы, подхода к явлению и не прибавляют знания, они полезны тем, что поддерживают интерес к проблеме. Сосредоточившись на одном варианте, учёный скорее устаёт, становится безразличным, так как чем однообразнее информация, тем пассивнее её восприятие и тем меньше она вытесняет старую информацию.

Р. Фейнман, получая Нобелевскую премию, отмечал следующее. Описывая неизвестное, мы всегда опираемся на имеющееся знание. И вот здесь важно, чтобы учёный располагал несколькими концепциями по одному и тому же вопросу. В научном отношении они могут быть равноправны, отличаясь лишь тем, что основаны на различных физических представлениях. Но они оказываются неодинаковыми психологически, когда, опираясь на них, исследователь желает шагнуть в неизведанное. Ведь с разных точек зрения открываются разные возможности для модификаций.

Варьирование ценно и ещё в одном значении. Если задача продумана со всех сторон, во всевозможных вариантах, она прочнее входит в сознание учёного, овладевает всеми его помыслами. А в этом, как мы помним по предыдущей главе, залог успеха, поскольку решение может прийти лишь к тому, кто неотступно об этом думает, сживается с проблемой, «заболевает» ею.

Приём видоизменения широко используется в практике научных открытий.

Изобретатель «электрической свечи» (прозванной парижскими газетами «русским светом») П. Яблочков долго не мог найти способа упростить её с тем, чтобы удешевить производство. Дело заключалось в том, что угли располагались в свече наклонно друг к другу. Поэтому в процессе их сгорания вольтова дуга

растягивалась и лампочка гасла. Для их сближения необходимо было вмонтировать сложное, стоящее немалых денег устройство.

...Как-то в ресторане П. Яблочков в ожидании гарсона машинально переключал с места на место нож и вилку. Но вот он положил их строго параллельно. Положил и не поверил — это же решение! Угли надо ставить не под углом, как обычно делали, собирая вольтову дугу, а параллельно. И чтобы они не расплавились, можно проложить между ними изолирующее вещество, способное выгорать при расходе электродов. В этом случае их не надо сближать по мере сгорания. Значит, отпадает и необходимость в дорогостоящем приспособлении.

Трудность решения была сосредоточена как раз в том, что задача осознавалась узко, в рамках лишь заданного условия. А оно диктовало наклонное положение углей. Почему именно наклонное, над этим как-то не задумывались. Привыкли. Возможно, это узаконил сам А. Вольта, который действительно располагал их под углом, а возможно, и кто-то другой, уже позднее. Стоило видоизменить условие и подойти к задаче с точки зрения более широкой, общей, как обнаружилась перспектива для неожиданных решений.

И тут открытию сопутствует счастливое стечение обстоятельств. Столовый прибор подан, но обед задержался. В этой ситуации, читатель, вы делали бы, верно, то же самое, что П. Яблочков (и что проделывают тысячи посетителей): переключали ножи и вилки. Однако случай характеризует лишь внешние отношения. Изобретатель постоянно искал. Очевидно, искал и в этот раз, бессознательно переключая столовый набор. Случайная комбинация только выявила давно зревшее решение.

Приём варьирования условий задачи оказал услугу и в открытии иммунитета к оспе. Английский врач Э. Дженнер обратил внимание на то, что доярки в отличие от других людей не подвержены заболеванию оспой. Задумался над этим и в конце XIX века пришёл к важному выводу: доильщицы, переболев безвредной коровьей оспой, приобретают устойчивость к опасному для жизни заболеванию, то есть приобретают иммунитет. А затем был сделан шаг уже к введению противооспенных прививок. Как видим, Э. Дженнер смещает направление поиска, видоизменяя подход. Вместо вопроса, почему люди болеют оспой, он ставит задачу по-иному: почему некоторые люди, в частности доярки, не заболевают ею.

В ряду приёмов варьирования используется и такой, можно сказать, экстремальный (предельный) случай, как переворачивание задачи с ног на голову, сознательное изменение некоторых соотношений на противоположные. Это наиболее радикальное применение метода варьирования, зато он и приносит радикальный успех. По существу, самое крупное достижение в науке получено именно путём переворачивания. Так поступил, например, Н. Коперник, когда заявил, что не Солнце движется вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца. Не менее решительно «перевернул» структуру пространства и Н. Лобачевский, выдвинув геометрию, в которой — наперекор обычным отношениям — были введены новые, противоположные отношения. То же сделал А. Эйнштейн, предлагая вместо абсолютного, независимого ни от какого материального процесса

и явления отсчёта времени и пространства их измерение относительно конкретного наблюдателя и т. д.

Такова подоплёка и многих изобретений — переворачивать устоявшиеся формы, привычные конструкции. Скажем, при создании вертолётá этот приём воплотился таким образом. Вместо того чтобы принять крылья самолётá неподвижными, предназначенными для образования подъёмной силы, было предусмотрено движение самих крыльев (винта) при неподвижном фюзеляже.

Вообще уместно даже в качестве приёма конструирования такое пожелание, как поступить наоборот. Оно полезно вот по каким соображениям. Техническая мысль течёт обычно в одном направлении, как время. К этому привыкают настолько, что уже и не стремятся к поиску иных возможностей, а особенно опирающихся на противоположные, «противоестественные» допущения.

...В одной опытной установке под ударной нагрузкой то и дело ломались болты. Попробовали испытать самые прочные марки стали — болты начали выходить из строя ещё чаще. Это и навело на мысль поставить самую мягкую сталь. Раз, мол, чем твёрже металл, тем скорее детали отказываются служить, то, может быть, выручит мягкий металл? Иначе говоря, надо сделать наоборот. На удивление болты при этом стояли крепко, а когда сталь совсем заменили эластичной пластмассой, они и вовсе перестали ломаться.

Наконец, приём варьирования лежит и в основе «перевода» задачи из одной области знания в другую, с одного языка на другой: например, с языка алгебры на язык тригонометрии, с языка геометрии на арифметический язык. Притом необязательно привлекать смежные отрасли, скорее наоборот. Такой «перевод» полезен тем, что обращение к понятиям чужого наречия позволяет увидеть в условии задачи нечто, не замечаемое прежде, уловить какие-то новые грани, подсказывающие решение.

Чаще всего в подобных случаях прибегают к услугам математики. Она хорошо умеет это делать, обнаруживая скрытые свойства и закономерности или, как говорят, «скрытые параметры». «Математика — вроде французов: когда говоришь с ними, они переводят твои мысли на свой язык, и сразу получается что-то совсем другое». Это, конечно, шутка. Но в ней великий Гёте уловил тонкие эвристические особенности математического языка.

Кроме того, «перевод» проблемы на чужие понятия помогает и даже заставляет уточнить её содержание. Ведь прежде чем выразить что-то на другом языке, надо хорошо уяснить, о чём идёт речь.

Итак, обнаруживается высокая эффективность приёма видоизменения задачи, путей подхода к изучаемому явлению, смещения центра внимания и прочее.

Однако нет ли тут противоречия? Ведь чуть ранее говорилось, что полезно упрощать проблему, избавляться от многообразия и деталей в условии задачи, сокращать объём исходных данных. Здесь же, напротив, рекомендуется расширять набор концепций, варьировать условие, видоизменять, одним словом, «нагнетать» разнообразия.

Думается, что противоречий нет. Речь идёт о разных этапах и сторонах творчества. При уяснении сути проблемы её надо упростить, довести до абстрактно-обобщённой формы с возможно меньшим числом параметров. Задача должна

быть поставлена чётко, однозначно и сжато. А это и достигается путём отсечения массы детальных сведений, частных. И наоборот, чем обширнее, разнороднее знания, привлечённые к решению проблемы, тем вероятнее успех. Наша установка такова: упрощать понимание задачи, но разнообразить пути её решения.

4.6 Мосты над пропастью

Итак, успех отыскания общему метода для решения конкретной проблемы находится в прямой зависимости от количества привлечённых точек зрения, идей, концепций. На этой предпосылке покоятся многие рекомендации, методологические указания, способы научного поиска.

Белорусский академик математик Н. Еругин отмечает плодотворность приёма «перемешивания идеи» (аналогично перемешиванию сословий и национальностей, обогащающему сообщество в генетических следствиях). Близкая гипотеза лежит в основании организации так называемого «мозгового штурма», а также в методах работы многих поисковых коллективов, включающих специалистов разных, порой разделённых обширными пространствами дисциплин.

В творческих исканиях полезно обогатить себя результатами других исследований, притом необязательно родственных, а скорее наоборот. Обращает на себя внимание наблюдение А. Пуанкаре: среди комбинаций, нами отбираемых, самыми плодотворными оказываются те, элементы которых взяты из наиболее удалённых друг от друга областей. На этом же останавливается Д. Пойа, замечая, что чем дальше отстоят изучаемые объекты, тем большего уважения заслуживает исследователь, обнаруживший между ними связь. Ибо связь эта нечто вроде наведения мостов над пропастью.

А. Пуанкаре, Д. Пойа, Н. Еругин... Мы не случайно обращаемся к математикам. Наука, которую они представляют, наиболее отличается особенностью, здесь описываемой. Для математики характерно, что она отвлекается от любой конкретной — физической, химической и т. п. — природы объектов, выделяя лишь их отношения. На преимущества такого подхода обращает внимание Б. Рассел. В свойственной ему манере «сохранения серьёзности» (чем серьёзнее наука, тем более шуточные примеры она привлекает) он говорит об умении выделять «склейки». Это привилегия настоящего исследователя, ум которого наделён «абсолютной трезвостью» и отличается от состояния «абсолютного опьянения» тем, что видит две вещи, как одну (видит «склейки»), в то время как опьяневший видит одну вещь как две.

Естественно, чтобы использовать разнообразие идей, ими надо сначала овладеть. Здесь возникает новый узел проблем.

Известно, что выдающиеся натуралисты прошлого не обрекали себя на верность лишь одной специальности.

Как правило, они были глубоко эрудированными во многих, если не во всех, науках своей эпохи.

Современность — пора информационного бума. Овладеть содержанием не

только соседней, но даже собственной области знания сложно. Тем не менее идеи широкой образованности, овладения знаниями смежных и более далёких отраслей науки популярны сейчас как никогда. Более того, к традиционным формам освоения «чужих» профессий прибавились новые.

Однако далее эту тему не развиваем. Мы подошли к границам, за которыми простирается компетенция парадокса «дилетант — специалист», и не хотели бы вторгаться на чужие территории. Заметим лишь, что выводы, полученные на основе «парадокса изобретателя», отчётливо согласуются с данными анализа парадокса-смежника.

Итак, обнаруживается, что широта мышления учёного питается не только специальными, но и побочными знаниями. Это помогает ему возвысить частную задачу до состояния общего понимания. Притом влияние на интеллект оказывают не одни лишь науки. В последние годы исследователи научного творчества всё больше подчёркивают роль культурного фона эпохи, формирующего не просто личность учёного, а также его научные воззрения, приёмы и методы исследовательского поиска, его творческий потенциал.

Исключительно велико значение среды воспитания. Не только в её узкосемейном, но и в социальном, и даже экономико-географическом аспекте.

Один из первых советских науковедов, И. Лапшин, в книге «Философия изобретений и изобретения в философии» отмечает следующее. Глухие местности с однородным составом населения менее благоприятны для становления творческой активности. Преимущества получают здесь портовые города, пункты пересечения торговых артерий, то есть центры, являющие пёструю смесь «одежд и лиц, племён, наречий, состояний».

Немецкий исследователь Х. Ребмайр в книге «История развития гения» демонстрирует специально отретушированные карты Греции и Италии. На них заметно выделяются районы, отмеченные наиболее интенсивным появлением выдающихся людей. Карты молчаливо свидетельствуют то же: таланты прорастают в точках напряжённого духовного общения.

Аналогично наблюдение академика А. Кирсанова. Гений М. Ломоносова, утверждает он, совсем не случайно появился на севере Беломорья, с давних пор заселённого выходцами из вольнолюбивого Новгорода Великого. Этот край не знал ни крепостного ига, ни татаро-монгольского давления. Однако то не был медвежий угол. Наоборот, здесь выход к морю, являющийся до XVIII века единственным пунктом связи с Европой.

Остаётся последнее объяснение. Эффективность общего метода в решении частной проблемы питается не просто широтой привлекаемых «по делу» знаний. Разнообразие идей должно быть сведено к одной, обобщающей, под началом которой и осмысливается вся приобретённая исследователем информация. Это ответственный раздел поиска. Научный результат — особый сплав идей. Тут играет роль умение учёного возвыситься над разрозненными фактами и концепциями; выбрать точку отсчёта так, чтобы видеть свою частную задачу крупным планом, осознать её с позиции далёких перспектив.

В этом пункте исканий полезно подключение такой науки, которая обогащала бы методологически, помогала бы «переплавить» многообразие идей в ту еди-

ную, обобщающую идею, с которой и приходит решение. Короче, мы взываем к философии. Без её помощи философии тем более трудно, чем глубже проблемы и значительнее ожидаемый результат. «Что касается философии, — пишет, например, М. Борн, — то любой современный учёный-естествоиспытатель, особенно каждый физик-теоретик, глубоко убеждён, что его работа теснейшим образом переплетается с философией и что без серьёзного знания философской литературы это будет работа впустую». Именно поэтому, заключает М. Борн, философский подтекст науки всегда интересовал его больше, чем специальные результаты.

В чём же секрет эвристической мощи философии? Её утверждения и категории, насыщенные универсально широким содержанием, приложить к любой теоретической и практической ситуации. Но именно эта общность, «размытость» границ позволяет исследователю включать положения философии в программу каждого конкретного исследования важнейшим элементом.

И. Павлов в одном из своих методологических наставлений говорил об особом приёме познания — умении «распускать» мысли. На известной стадии исследования надо как бы рассредоточиться, уйти с протоптанных путей на обочины, помечтать... Философские категории как раз и создают простор фантазии, пробуждая воображение учёного.

Вместе с этим философия, синтезируя успехи науки, вырабатывая общие закономерности, удерживает исследователя в рамках естественнонаучного (не любого! Здесь граница фантазии) понимания реальности. Мы не хотели бы оказаться голословными. А. Гумбольдт — яркий выразитель немецкого научного Возрождения первой половины XIX века, положивший начало подъёму многих областей знания. Неутомимый путешественник, объездивший ряд стран, в том числе и Россию, он стал одним из основателей современной географии растений, гидрографии, физической географии. А. Гумбольдт занимался исследованиями по геологии и геофизике, интересовался проблемами математики. Под его влиянием К. Гаусс, например, приступил к изучению земного магнетизма. Одним словом, размах увлечений А. Гумбольдта широк, а успехи впечатляющи. Известный немецкий математик Ф. Клейн, высоко оценивавший его заслуги, отмечал, что он «обладал редким даром постигать значение далёких от него областей» и объяснил эту способность тем, что учёный «руководствовался своим общим мировоззрением». Добавим: это было мировоззрение стихийного материалиста.

Как отмечает творец кибернетики Н. Винер, идея обусловленности и единства природы имела для него решающее значение. Она помогла ему в пестроте явлений (начиная от примитивных организмов до человека и искусственных систем) отыскать общий механизм управления на основе обратной связи.

Однако наибольшую пользу способна принести лишь научная философия, высшим пунктом развития которой является диалектический метод. Характерно признание П. Анохина, сделанное в выступлении на совещании по философским проблемам естествознания в 1970 году. Во время поездки по городам США его однажды спросили: чем объяснить, что он успевает так много сделать, при этом в достаточно широком диапазоне научных интересов? П. Анохин ответил

так. Ему удаётся это потому, что он вырос на философских идеях материализма, которые воспитывают у исследователя широту кругозора и вооружают общим методом, позволяющим не только ориентироваться в массе конкретных проблем, но и успешно их решать.

Многих поражало умение выдающегося советского учёного В. Вернадского ставить научную задачу широко, масштабно. Его ученик, академик А. Виноградов, подчёркивал, что за этим стоит как раз философская культура В. Вернадского. Он обладал талантом заставить «работать» такое большое количество фактов и так, казалось, далеко отстоящих друг от друга, что это скорее напоминало стиль философа, нежели естествоиспытателя. Именно В. Вернадский создаёт ряд новых дисциплин, оказавшихся очень перспективными. Например, геохимию (история химических элементов нашей планеты и их миграция), которая вышла ныне на внеземные орбиты, включившись в исследования других планет и Луны.

С другой стороны, можно указать на факты, когда незнание философии обернулось для учёного определёнными утратами. Мы уже писали о замечательном физике Э. Ферми. Обращаемся к нему снова, на этот раз, к сожалению, не за положительным примером.

Э. Ферми мало интересовало то, что лежит за пределами естествознания. Он не скрывал, например, что не любит политики, музыки и философии. В научном же исследовании предпочитал конкретность, простые подходы, избегал абстрактных построений. Соответственно этому и его теории созданы, чтобы объяснять поведение определённой экспериментальной кривой, «странность» данного опытного факта. Обращая внимание на эти особенности научного творчества Э. Ферми, его ученик и вообще один из близких ему людей Б. Понтекорво замечает: «Не исключено, что присущие мышлению Э. Ферми черты — конкретность, ненависть к неясности, исключительный здравый смысл, помогающая в создании многих фундаментальных работ, в то же время помешали ему прийти к таким теориям и принципам, как квантовая механика, соотношение неопределённостей и принцип Паули».

Здесь мы расстаёмся с «парадоксом изобретателя» и хотели бы отметить следующее. По существу, лишь на его основе могут эффективно проявиться эвристические возможности, заложенные в других парадоксах. Преимущества «дилетантов» перед специалистами, интуитивных процессов поиска истины перед логически осознаваемыми, «бессмыслицы» перед здравым смыслом и т. д. — все эти преимущества реализуются не просто потому, что учёный обращается к смежным наукам, «включает» бессознательные механизмы или нетривиально мыслит. Причина прежде всего в том, что ему удаётся поставить проблему широко, как общую. Без этого обобщающего взгляда на предмет не помогут ни интуиция, ни эрудированность, ни дерзость мысли.

Таким образом, приём осознания и решения частной задачи как общей, скрытый в «парадоксе изобретателя», несёт наибольшую методологическую нагрузку. Быть может, и рассказ о нем оказался поэтому несколько перегруженным методологическими назначениями и в ряде случаев посягал на привилегии других парадоксов.

Глава 5

Дилетант-специалист

5.1 Нарушители «ведомственных» границ

Перед нами ещё одно парадоксальное явление научного творчества. По свидетельствам истории (да и нашего с вами времени, читатель), не последнее слово в науке произнесли... дилетанты.

Однако, как и прежде, сначала, по совету древних, договоримся о словах. Понятие «дилетант» обросло многочисленными значениями, таит массу смыслов, пуще всего пренебрежительных. В ходу такие характеристики, как «невежда», «верхогляд», «аутсайдер» и другие, столь же энергичные выражения. Но если посмотреть в основания, обнаружим следующее.

Это слово происходит от итальянского «дилетто», означающее «удовольствие». Оно и приклеилось к человеку, которому работа в смежной области знания доставляет радость и который занимается ею просто так, в своё удовольствие. Этот оттенок мы и прибережём в нашем повествовании.

Дилетант — значит неспециалист, точнее, не получивший специального образования в той отрасли науки, где он отваживается что-то сказать. И садится он «не в свои сани» именно потому, что увлечён, интересно. Между тем это сведущий в своей сфере специалист и, уж во всяком случае, незаурядный ум, только проявивший любопытство к делам соседа.

Конечно, — встречаются разные дилетанты. Наиболее распространён, по видимому, тип, если можно так сказать, «дилетанта-агрессора». Это тот, кто, не удовлетворившись первоначально избранным полем деятельности, стремится испытать свои силы и на чужих территориях.

Другой вид дилетантов — самоучки. Хотя они до всего дошли сами, их успехи в науке порой внушительнее, чем у иных титулованных специалистов. Вот что сказано, в частности, о немецком философе рубежа XVIII-XIX столетий Я. Беме: «Сапожник Якоб Беме был большой философ, в то время как некоторые именитые философы только большие сапожники». Примерно так же говорили и об И. Дицгене (XIX в.), сапожнике по профессии и философе по призванию, сравнивая его с некоторыми официально признанными философами того времени.

Самоучки — выходцы из бедных слоев. Они приходят в науку от недостатка

образования, но гонимые жаждой познаний. Совсем иные мотивы у «состоятельных дилетантов», людей, материально обеспеченных. Они, напротив, бегут от избытка знания в науки, где они сведущи мало. Скажем, высокообразованный, эрудированный для своего времени химик сэра Г. Дэви мог позволить себе занятия не по специальности, изучая любознательности ради физические процессы. Здесь он и прославился. В числе «состоятельных дилетантов» видим также выходца из аристократической семьи, датчанина Т. де Браге, англичанина лорда В. Росса и других. Далее мы скажем о них как и о дилетантах-самоучках подробнее.

Отметим ещё дилетантов горизонтального и вертикального смещения в зависимости от того, в смежные или же в качественно новые дисциплины они переходят.

Но, несмотря на различия, всех дилетантов объединяет желание подойти к проблеме со стороны, с иных позиций, а то и вовсе без какой-либо предварительной позиции. Одним словом, дилетанты всегда покушаются па чужое, переходят пограничные линии между науками либо вообще вторгаются в науку со стороны. Короче, они нарушители «ведомственных барьеров» и «табели о рангах».

Но дело, конечно, не просто в этом. Как свидетельствует история, дилетанты сделали немало ценных открытий, более того, им принадлежит заметная роль в развитии науки. Известный немецкий исследователь культуры прошлого К. Керрам в книге «Боги, гробницы, учёные» отмечает: если взять научные открытия за какой угодно исторический период, обнаружится, что многие выдающиеся результаты получены дилетантами.

Современный английский науковед М. Малки подошёл к этому вопросу с несколько иной стороны. Он изучал новаторов в науке. По его расчётам оказывается, что среди новаторов непропорционально большая доля выходцев из других дисциплин. Иначе говоря, дилетантов.

Попытаемся эти положения отстоять. В общем-то, это не просто. Фактов, подтверждающих наш парадокс, много. Но они разрозненны, разобщены. Хотелось бы преподнести их как-то убедительнее, то есть сгруппировать, обобщить, наметить закономерности в их проявлении.

Прежде всего обращают на себя внимание случаи, если можно так сказать, «перекрёстного дилетантизма!». Это имеет место, когда научные дисциплины взаимно обогащают друг друга, делегируют на обмен своих крупных специалистов, которые в соседней области, естественно, выступают как дилетанты. Конечно, такие перемещения более привычны для смежных областей знания.

Так, с одной стороны, в химию приходили физики. И не просто приходили, но и проявляли себя в ней как выдающиеся учёные, например физик Г. Кирхгоф, который вместе с химиком Р. Бунзеном открыл эру спектрального анализа, внедрил его в практику химических исследований. Г. Кирхгофом и Р. Бунзеном изучены спектры огромного числа химических соединений, открыты элементы цезий и рубидий. Знаменитый английский физик конца XVIII — начала XIX века Г. Кавендиш также обогатил химию: его считают отцом так называемой «пневматической химии» — науки, изучающей вещества в газообразном состо-

янии.

С другой же стороны, немало химиков послужили успеху физических исследований, а некоторые благодаря этому лишь и стали известными; скажем, профессор химии Копенгагенского университета Х. Эрстед, установивший связь электрического тока с явлениями магнетизма, или только что упоминавшийся Г. Дэви, который выявил ряд зависимостей в процессах электропроводности, высказал мысль о кинематической природе теплоты, сделал ряд других открытий. Трудно определить, к какой же из наук — физике или химии — отнести известного русского учёного Н. Бекетова. Начиная свой научный путь он как химик; его магистерская диссертация была посвящена некоторым «химическим сочетаниям». По затем, возрождая идею М. Ломоносова, вводит физическую химию в качестве учебной и научной дисциплины. Много работает сам в этой пограничной области и воспитал целую плеяду русских учёных (И. Осипов, В. Тимофеев, А. Альтов и др.), разрабатывающих проблемы этой новой по тем временам и перспективной отрасли.

Аналогичные перекрёстные движения отмечены между химией и медициной. Швейцарский врач XVI века Парацельс (Филипп Ауреал Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм), по существу, заново после засилья алхимиков создаёт химическую науку. Им же основана и ятрохимия, то есть химия применительно к медицине. Три века спустя английский врач В. Проут развивает — на основе закона кратности атомных весов — плодотворную гипотезу, что все химические элементы образуются из самого лёгкого — водорода.

В свою очередь, профессор химии Л. Пастер сделал важное для прогресса медицины открытие. Когда им было обнаружено, что причина болезней вин — брожение, вызываемое микроорганизмами, он тут же проводит аналогию между брожением и гниением. А это позволило установить микробную природу многих заболеваний человека. Петром, характеризуя вклад Л. Пастера в медицину, писали, что колоссальная революция в самих основаниях врачебной науки, насчитывающей уже тридцать веков, произведена человеком, чуждым врачебной профессии.

Теперь обратимся к открытиям, сделанным одновременно несколькими исследователями, но каждым самостоятельно и независимо от других. Вообще-то говоря, в нашем распоряжении не так уж и много подобных фактов. Но вес их внушительен. Когда один и тот же результат добывают разные, совершенно не связанные узами сотрудничества учёные и все они оказываются в этой области неспециалистами, — разве тут не торжествует дилетантизм!

Возьмём биографию кислорода. Он был выделен в последние десятилетия XVIII века французом А. Боме, шведом К. Шееле и англичанином Д. Пристли. Правда, ни один из них не догадывался о роли кислорода в окислительных процессах. До конца жизни они так и не смогли понять кислородной основы горения и отстаивали флогистонную точку зрения, по которой причина горения — особое вещество флогистон (от греческого «флогиятос» — зажжённый). Но здесь важно отметить другое.

Все три первооткрывателя кислорода были в химии дилетантами. А. Боме по профессии аптекарь, К. Шееле тоже, а Д. Пристли и вовсе далёк от химии да

и от естествознания вообще. По образованию он филолог и богослов. Заметим, однако, что, несмотря на своё богословское «происхождение», это был выдающийся материалист, философские идеи которого шагнули далеко за пределы своего времени.

Стоит добавить, что А. Лавуазье, окончательно выведавший тайну кислорода, показав его участие в процессах окисления, был тоже дилетант. Он пришёл в химию из физики. Впрочем, и в физику он тоже пришёл со стороны, поскольку в молодости получил юридическое образование, но затем испытал сильнейшее влечение к естествознанию. И ещё заметим. Его путь, как и путь богослова и филолога Д. Пристли, — пример вертикального перемещения специалистов в ряды дилетантов, поскольку оба начинали как гуманитарии, а прославились по ведомству естествоиспытателей.

Теперь остановимся на открытии одного из великих законов природы — закона сохранения и превращения вещества и энергии. Здесь парадокс также празднует свои победы.

Конечно, Г. Гельмгольц, один из авторов открытия, более известен работами в области физики. Однако его вступление в науку шло через медицину. По совету отца, учителя по профессии, он решил стать врачом, чтобы возможно скорее проложить дорогу к независимому существованию. Он учится в высшей медицинской школе в Берлине, окончание которой приносит должность военного доктора в Потсдаме. Вскоре молодой человек — аспирант анатомического музея в Берлине же, а немного позднее — профессор физиологии и анатомии в Кёнигсберге.

Мы специально столь подробно осветили этапы биографии знаменитого учёного. И по образованию, и по роду деятельности у него просматривается надёжная привязанность к медицине. Однако на фоне этих, казалось бы, стойких интересов Г. Гельмгольц вдруг заявляет о себе как физик.

Ещё в Потсдаме он выполнил исследование, принёсшее ему впоследствии славу одного из покорителей великого закона. Исследование называлось «О сохранении работы». Интересно, что, когда оно появилось, один из начальников Г. Гельмгольца по военно-медицинскому ведомству заметил: «Наконец-то, кажется, что-то практическое». Незадачливый шеф решил, что речь идёт о сохранении работоспособности его солдат.

Другим автором закона сохранения значится Р. Майер, тоже немецкий естествоиспытатель и тоже медицинского «происхождения». Он изучал медицину в Тюбингенском университете. Занимаясь ею, даже не проявил стараний прослушать систематический курс физики, вообще не интересовался тогда ни физикой, ни математикой. И диссертация его была сугубо медицинской. В ней выяснялось действие препарата сантонина, применяемого для удаления глистов у детей.

Но как раз случай с Р. Майером — типичный пример того, насколько человек, вооружённый «посторонними» знаниями, помогает решить задачу. То есть налицо все основания заявить следующее: вероятно, хорошо, что Р. Майер имел медицинское образование, так как именно оно помогло открыть физический закон.

Молодой доктор, чтобы испытать себя и закалить в тяжёлых тропических условиях, добровольно отправился корабельным лекарем на остров Яву. В одном из южных портов, пуская кровь матросу, обратил внимание на то, что венозная кровь очень светлая. Вначале даже подумал, что нечаянно задел артерию. Однако вскоре узнал, что в условиях тропиков это обычное явление. Р. Майер дал ему такое объяснение.

При высокой внешней температуре организм для сохранения собственной теплоты нуждается в незначительных дозах горения. Поэтому окислительные процессы ослабевают, и кислород крови расходуется в меньшем количестве. Оттого-то кровь и оказалась чистой. Стало быть, шёл он дальше, в жарких странах организм тратит меньше энергии на восстановление сил для поддержания теплоты тела, чем в северных широтах. А отсюда уже и идея, что химические процессы, теплота, механическое движение — все они превращаются друг в друга, сохраняя некоторые количественные отношения.

Вообще-то к открытию рассматриваемого закона причастны учёные разных стран. Кроме немецких, здесь прославились английский физик Д. Джоуль, русский естествоиспытатель Э. Ленц, а ещё ранее М. Ломоносов. Но М. Ломоносов как раз один из ярких представителей корпорации дилетантов. Правда, по другой, чем нас сейчас занимает, линии. Он — один из тех, кто вышел из низов народа и перешагнул на пути в науку через неодолимые барьеры.

Итак, три дилетанта на один закон. Такое совпадение вряд ли объяснимо только происками случайности. Скорее напрашивается желание принять дилетантизм плодотворным спутником научного творчества и попытаться дать ему объяснение. Однако прежде, чем перейти к нему, выделим ещё некоторые закономерности в проявлениях рассматриваемого парадокса.

5.2 Наука массовой профессии

В качестве ещё одного факта, несущего черты регулярности, отметим положение в астрономии. Эта отрасль знания дала поразительно много дилетантов. Врачи, аптекари, юристы, представители многих других профессии и специальностей, а то и вовсе не имеющие ни профессии, ни специальности словно увидели здесь золотonosную землю. Им как будто нечем было занять своё время.

Можно безошибочно утверждать, что не менее половины крупных открытий в астрономии сделаны вот такими пришельцами со стороны. Это характерно не только для прошлых веков, но и для XX столетия и случается даже в наши дни. О некоторых дилетантах мы расскажем.

Самый выдающийся среди них Н. Коперник. Получив юридическое, а затем медицинское образование, он начал свою деятельность в качестве врача. Много времени посвятил также административной работе и финансовым делам, вообще известен разносторонностью занятий и интересов. Однако наиболее устойчивой оказалась его привязанность к медицине.

Как врач, Н. Коперник славился далеко за пределами тех городов, где жил

(Торунь, Фромборк). До нас дошли некоторые рецепты и рекомендации Н. Коперника по вопросам врачевания, а его библиотека и оставшиеся записи свидетельствуют, что по своим взглядам в области медицины он опережал современников. И всё же гениальную известность и славу в веках ему принесла астрономия.

Не получил профессионального образования и Т. де Браге, которого мы отнесли к числу «состоятельных дилетантов». Уже с детства он понимал, что его призвание — астрономия, но аристократическая семья не считала это занятие достойным дворянина. Мальчика (Т. Браге было тогда 13 лет) отослали в Копенгагенский университет учиться праву. И хотя он не оставлял своей мечты, однако возможность заняться астрономией получил лишь в возрасте 30 лет, когда возглавил построенную им обсерваторию на одном из островов близ Копенгагена.

Здесь учёный в течение более 20 лет подряд проводил важные наблюдения положений небесных тел, сделал ряд крупных открытий. И позднее, когда он был вынужден оставить родную Данию, также продолжал астрономические наблюдения. Это на основе собранных им сведений великий И. Кеплер вывел знаменитые законы движения планет.

Аптекарь из города Цюриха в Швейцарии Г. Швабе (это уже начало XIX в.) слыл большим любителем астрономии. Ей он отдавал свободное от работы время. И был вознаграждён. Г. Швабе сделал выдающееся открытие одиннадцатилетнего цикла солнечной активности. Заметим, что одновременно учёный занимался ботаникой, написал большой двухтомный труд, посвящённый описанию растений. Тем не менее прославился он и вошёл в историю науки именно своим астрономическим открытием.

Мало что говорило бы потомству имя В. Ольберса, занимайся он только тем делом, к которому его обязывала профессия врача. В. Ольберс, однако, не довольствовался этим и также проводил время в изучении далёкого неба. Но не просто наблюдениями небесных тел был занят этот любитель. Он разработал метод вычисления орбит комет, то есть провёл сугубо теоретическое исследование и, уже опираясь на него, сделал выдающееся открытие: обнаружил астероиды — малые планеты.

Это вообще интересная страница в истории астрономии.

Ещё задолго до В. Ольберса установили, что между планетами Марс и Юпитер большой разрыв, не соответствующий «плану» строения солнечной системы. По нормам этой системы каждая последующая (считая от Солнца) планета находится от предыдущей на определённом расстоянии. Оно измеряется правилом Тициуса — Боде, которое достаточно громоздко, чтобы здесь его приводить. Но в случае с Юпитером это правило нарушалось.

Пытаясь объяснить отклонение, В. Ольберс предположил, что между Марсом и Юпитером должна быть ещё одна, неизвестная планета. И тогда никаких отступлений от указанного правила не будет. Подкарауливая таинственную незнакомку, неутомимый В. Ольберс и открыл астероиды. Как стали считать позднее, они осколки некогда большой планеты Фэтон, потерпевшей кораблекрушение на просторах вселенной и оставившей вот эти едва заметные следы

в виде мелких планет.

Ныне их обнаружено множество. Далее если учитывать лишь самые большие, то есть с поперечником в десятки километров, то их уже несколько сотен. Последний (по времени, но, видимо, не по счету) астероид обнаружен недавно, в 70-х годах, советской женщиной-астрономом. Она пожелала присвоить ему поэтическое имя Катюша.

Среди выдающихся астрономов мы находим учёных, пришедших и из гуманитарных областей знания. К примеру, знаменитый русский учёный первой половины XIX века В. Струве. Окончив Дерптский (ныне Тартуский) университет по разделу филологии, он начал заниматься астрономией и математикой. Вскоре защитил диссертацию и стал профессором университета, а затем — директором Дерптской обсерватории. Здесь он и прославился обширными исследованиями двойных звёзд и других астрономических объектов.

По ведомству дилетантов в астрономии XIX века проходят и многие другие славные фамилии. Например, немецкий исследователь, бывший мелкий служащий торговой конторы Ф. Бессель. Он особенно известен тем, что первым развил теорию солнечных затмений. Ему принадлежит и немало других научных результатов. Среди них выделим одно, не столько выдающееся, сколько любопытное. Это открытие так называемого «личного уравнения». Оно характеризует ошибку, невольно присущую каждому наблюдателю как конкретной личности.

Отметкой дилетанта обозначен также знаменитый немецкий учёный И. Фраунгофер. Его именем названы описанные им в начале XIX века тёмные линии солнечного спектра. Они возникают, как показал И. Фраунгофер, благодаря поглощению света атмосферой Солнца. Однако свой жизненный путь этот исследователь начал учеником стекольщика в мастерской одного из городов Баварии, затем стал служащим и, наконец, владельцем оптической мастерской. И, уже пройдя всё это, увлёкся астрономией.

Но самый удивительный дилетант астрономии, наверное, А. Холл. Он из числа тех, к кому не получил никакого систематического специального образования и пришёл в астрономию не из другой области знания, а из сферы, вообще далёкой от науки. А. Холл плотник. Изучив под руководством жены-учительницы математику, вскоре показал такие успехи, что был приглашён в одну из американских обсерваторий. Здесь и обессмертил себя, обнаружив в 1877 году спутники Марса — Фобос («Страх») и Деймос («Ужас»).

Если А. Холл дилетант-самоучка, то другой полюс дилетантизма представлен в астрономии учёным В. Парсонсом, носившим также имя лорда Росса. На свои средства он построил обсерваторию и работал там в собственное удовольствие. Мы узнаем в нем, как видит читатель, «состоятельного дилетанта», заслуги которого перед наукой немалые, и главная — та, что лорд Росс установил спиральное строение многих туманностей.

Вообще, откуда только не приходили в астрономию! В числе увлекавшихся ею видим даже служителей церкви. Так, ещё в XVI веке пастор Д. Фабрициус в наблюдениях неба обнаружил первую переменную звезду. Это звезды, видимый блеск которых в отличие от остальных подвержен колебаниям. В какой

мере открытие Д. Фабрициуса важно, говорит то, что все знания о масштабах расстояний во вселенной, размерах нашей Галактики и других галактик основаны на изучении переменных звёзд. Настолько они удобны для исследований. Заметим, что наша страна занимает в этой области ведущие позиции. С 1946 года советские учёные возглавляют международную работу по изучению переменных звёзд. В СССР издаётся лучший в мире «Общий каталог переменных звёзд».

Знаменитый французский философ XVII столетия П. Гассенди занимался наряду с физикой и механикой также и астрономией. Он экспериментально доказал факт сохранения телами равномерного движения и применил этот вывод к небесным объектам. Однако ни астрономия, ни другие науки не были его специальностью. П. Гассенди — священник, профессор теологии.

Кажется, мы привлекли убедительное число имён; перед нами прошли люди самых различных профессий, отдавшие себя астрономии. Если присоединить сюда математиков (А. Клеро, К. Гаусс), механиков (Ж. Даламбер, П. Лаплас), физиков (И. Ламберт, Э. Мариотт), то есть специалистов более близких астрономии, но всё же пришедших в неё извне, то окажется, что это поистине наука массовой профессии.

И всё же, скажет читатель, то были примеры более или менее далёкого прошлого. Ныне другие времена и, возможно, другое положение?

Однако и наш XX век отмечен подобными же проявлениями. Самое яркое из них — открытие Э. Хаббла.

С его именем связано установление знаменитого факта так называемого «красного смещения». Находящиеся за пределами нашей Галактики туманности удаляются от нас. Притом скорость удаления тем выше, чем дальше от наблюдателя находится туманность.

Примечательно то, что Э. Хаббл по образованию юрист. Закончил вначале Чикагский, а затем Оксфордский университет, где изучал право. Однако вскоре оставил юриспруденцию и поступил наблюдателем в обсерваторию, так как давно увлекался астрономией. Несколько позднее мы видим Э. Хаббла уже в числе сотрудников известной обсерватории Маунт Вильсон (США). Здесь он и сделал в конце 20-х годов нашего столетия своё открытие.

А вот факты и совсем близкого времени. В 1940 году гимназический учитель из одного английского посёлка Д. Оллок увлёкся поиском комет. Спустя несколько лет он открыл комету, которая была названа его именем. Вооружённый одним лишь биноклем, любитель продолжал наблюдения за небом. Д. Олкоку посчастливилось обнаружить несколько сверхновых звёзд, притом ему удавалось отмечать их появление даже раньше всех профессиональных астрономов мира, располагающих сложными телескопами. Свою последнюю сверхновую звезду он нашёл в конце 1976 года.

Наконец расскажем об успехах ещё одного дилетанта. 5 октября 1975 года японский астроном-любитель Х. Мори сделал за одни сутки сразу два открытия.

Как обычно, в ту ночь он был на посту в своей «приусадебной» обсерватории. На рассвете обнаружил в одном из созвездий незнакомое тело, которое

двигалось. Х. Мори заподозрил появление кометы. Однако в справочниках о ней ничего не упоминалось. Надо бы немедленно сообщить об этом в Международный кометный центр. Но ведь ещё не утро, а наблюдатель не может покинуть свой пост. Около часа спустя астроном вновь отметил «нарушение» в миропорядке. И опять это была новая комета.

Тогда же первую из комет, помимо Х. Мори, увидели ещё два астронома, а вторую — четыре. Однако славу открывателя сразу двух комет за одну ночь японский любитель астрономии не делит ни с кем. Имя Х. Мори по праву вписано в название новых комет.

Итак, в числе исследователей астрономических явлений обнаруживается немало любителей-дилетантов, непрофессионалов, оставивших заметный след в науке. Вместе с тем небезынтересно отметить, что в ряде случаев, наоборот, астрономы, выступая как дилетанты в других науках, сделали важные открытия.

Так, И. Кеплер проявил качества врача, когда в 1611 году создал целое учение о диоптрике глаза. Это мудрёное медицинское название (оно происходит от греческих слов «диа» — «сквозь» и «оптоман» — «смотрю») означает ни что иное, как науку о близорукости, точнее, о причинах близорукости.

И. Кеплер установил, что чёткое изображение увиденного — заслуга сетчатки глаза. Но это лишь в том случае, если световые лучи, проходя хрусталик и преломляясь в нем, пересекутся как раз на сетчатке. Если же хрусталик остаётся в сильно выпуклом состоянии, фокус окажется чуть впереди. Тогда изображение получается расплывчатым. Добавим, что в случае дальновидности хрусталик, наоборот, слишком растянут и фокус оказывается позади сетчатки.

Определённо в разработке причин близорукости И. Кеплером решающую роль сыграло именно то, что он — астроном-наблюдатель — хорошо знал устройство телескопа. Очевидно, аналогия глаза с оптической системой и навела учёного на мысль объяснить нарушение зрения подобным образом.

Знаменитый английский астроном-профессионал XIX века Д. Гершель, прославившийся многими открытиями, особенно исследованиями двойных звёзд, известен также и как пионер фотографии. Это он обнаружил способность гипосульфита закреплять фотографическое изображение и ввёл такие понятия, как «негатив» и «позитив».

Интересно, что отец Д. Гершеля, В. Гершель, выдающийся астроном своего времени, был, наоборот, любителем. По профессии он органист и учитель музыки. Наблюдениями же небесных тел мог заниматься только в свободное время. Лишь когда им была открыта планета Уран, он получил должность придворного астронома, а с нею и возможность быть профессиональным учёным. Попутно отметим, что науке известна также его дочь и сестра Д. Гершеля Каролина Гершель — одна из первых женщин-астрономов. Известна же она тем, что открыла 8 комет и 14 туманностей. Кроме того, Каролина неизменно помогала брату в его исследованиях.

5.3 Учёные, которые создали сами себя

Мы обещали рассказать и о таком проявлении дилетантизма, как дилетантизм учёных-самоучек. Их стоит выделить в особую группу потому, что они в ещё более резких тонах подчёркивают парадоксальность ситуации «дилетант-специалист». В резких по той причине, что самоучки не получили никакого образования, это люди, которые поистине создали сами себя. О некоторых уже довелось сказать ранее: о М. Ломоносове, В. Франклине, А. Холле. Сейчас назовём другие имена. Об иных из них тоже шла уже речь, но в другой связи.

Успехи К. Гаусса в науке столь велики, что ещё при жизни ему присвоили титул «короля математиков». Эти слова были выгравированы на памятной медали, выпущенной в 1855 году. В тот год он, к сожалению, и умер.

Однако в математику К. Гаусс вошёл самоучкой. Сын водопроводчика из немецкого города Брауншвейга, он не располагал возможностью учиться в школе. Самостоятельно проштудировал труды И. Ньютона, Ж. Лагранжа, Л. Эйлера, став «с веком наравне». А вскоре он уже обогнал его, заглянув на многие десятилетия вперёд.

Интересно, что до 19 лет К. Гаусс ещё колебался — быть ли ему математиком или филологом. К последней он питал столь же сильную страсть. Вопрос решился сам собой. Вскоре К. Гаусс сделал одно крупное математическое открытие. Это и определило окончательный его выбор.

Не имели специального образования известный норвежский математик начала XIX века Н. Абель и крупный английский математик и логик XIX века, основоположник математической логики Д. Буль. Высшей математикой оба они овладели самостоятельно.

В ряду самоучек находим имена и многих других выдающихся учёных. Английский химик Д. Дальтон происходил из бедной семьи ткача. Всеми знаниями он обязан только самообразованию.

Его великий соотечественник, блестящий учёный первой половины XIX века М. Фарадей также приобщился к науке благодаря самовоспитанию. Родился в семье кузнеца. После короткого пребывания в начальной школе он 13 лет поступил в обучение к переплётчику. Узнал и другие профессии. Так, работая, юноша одновременно много читал, посещал публичные лекции учёных.

Постепенно пришло желание самому испытать свои силы в науке. Обратился к Г. Дэви с просьбой принять его на работу в Королевский институт. В своё время многих шокировало, что Г. Дэви взял в лабораторию не имевшего физического (ни вообще какого-либо систематического) образования М. Фарадея. Более того, вскоре поручил молодому человеку чтение курса лекций, хотя тот был всего лишь простым служителем-лаборантом. Не случайно поэтому говорят, что самое крупное научное достижение Г. Дэви — открытие... М. Фарадея.

Нелёгким был путь в науку замечательного русского учёного XIX–XX веков П. Лебедева, установившего факт светового давления. Он рано почувствовал влечение к физике, однако из-за отсутствия гимназического диплома не мог поступить в русский университет, поэтому образование добывал, полагаясь лишь

на собственные силы. Юноша едет за границу и работает в физических лабораториях ряда западноевропейских университетов. Там он самостоятельно определяет тему научного исследования, защищает диссертацию, а затем возвращается в Россию, где и выполняет свои блестящие работы, принёсшие ему мировую известность.

Как видим, перед нами проходят славные фамилии. И всё же «чемпионом» самоучек, наверное, по праву называют французского естествоиспытателя XIX — начала XX века Ж. Фабра. Нищета заставила его рано покинуть родной дом. «Ты вырос, сын, — сказал мальчику отец, — должен кормить себя сам». Работая кем придётся (и пастухом, и грузчиком), юноша упорно овладевал знаниями.

Круг интересов Ж. Фабра весьма широк. Неплохо знал математику и астрономию, зоологию и археологию, другие естественные науки, писал стихи. Но это были не мимолётные увлечения. Он получил даже по некоторым наукам учёные степени, например по физике, химии, зоологии, литературе. Однако более всего Ж — Фабр любил изучать поведение насекомых. Этим занимается наука энтомология. Он посвятил ей всю свою долгую, более чем девятистолетнюю, жизнь.

Его усилия венчает десятитомное сочинение «Энтомологические воспоминания», в которых, по признанию специалистов, содержится сведений больше, чем добывают порой целые коллективы, оснащённые лабораториями и первоклассным оборудованием.

Конечно, в те давние времена наука не уходила ещё столь далеко в глубь природы и не возносилась так решительно ввысь абстракций, как она это делает ныне. Потому и успехи самоучек прошлого так же, как и других дилетантов-любителей, возможно, не кажутся столь уж парадоксальными. Однако и наше время даёт немало аналогичных, хотя, быть может, и не всегда таких же ярких примеров.

В начале XX века на небосводе математической науки взошла яркая звезда, к сожалению, рано потухшая. То был выдающийся индийский учёный Ш. Рамануджан.

Его открыл Г. Харди, которому он выслал на суд свои работы, до того уже отклонённые двумя крупными английскими же математиками. Но более всего интересно то, что Ш. Рамануджан начинал трудовую жизнь бедным конторским служащим. Образования получить не смог и всё постигал сам. Фактически он не имел никакого представления о точности современного научного вывода, более того, по-видимому, вообще не понимал, как проводить доказательство. Основным положением математики его и обучил Г. Харди.

Однако несмотря на это, Ш. Рамануджан раскрыл, точнее даже сказать, «почувствовал» (вспомним поразительные возможности интуиции) новые перспективные возможности в теории чисел. Эта теория насчитывает тысячелетия, ею занимались все великие математики. Но талантливый индус увидел то, чего не замечали ранее все.

Английский биолог-генетик Р. Фишер не имел математического образования. Между тем его книга по математической статистике вошла, можно ска-

зять, в золотой фонд науки, утвердившись как наиболее ценное пособие по статистическим методам. Вначале книга не была принята учёным миром. Она подвергалась уничтожающей критике со стороны специалистов-математиков. Это как раз и объяснялось тем, что автор самоучка, не владевший ни стилем, ни методами, присущими хорошему математику.

Всё же новые представления пробили стену непонимания. Книга выдержала несколько изданий и дала, по оценкам сведущих людей, «неизмеримо больше, чем все учебники по математической статистике». И это, несмотря на то, что автор фактически дилетант (а может быть, именно потому, что дилетант?..).

Конечно, в наше время уже трудно отыскать самоучек наподобие тех, что встречались в пору классической эпохи. Всё же в развитых странах, задающих тон в науке, образование стало более доступным, чем ранее. Но как тут не отметить учёных, хотя и прошедших курс обучения, однако овладевших рядом сложных дисциплин самостоятельно. Среди них советский физик, академик Я. Зельдович, который не имеет вузовского диплома и науку постиг сам, а также крупнейший советский физик Л. Ландау. Правда, Л. Ландау учился в школе и в вузе, притом сразу на двух факультетах. Но высшей математике его в школе не обучали, а освоил он её в очень раннем возрасте. Л. Ландау как-то заметил, что не помнит себя не умеющим интегрировать. Уже в 14 лет он пытался поступить в университет. Не приняли, посчитали, что молод. Поступил чуть позже. Надо ли говорить, что и в университете будущий учёный занимался (притом на двух факультетах сразу) не тем, чем были заняты его сокурсники, а также, как и в школе, самостоятельно изучал новейшие разделы физического и химического знания.

Читателю, может быть, небезынтересно будет узнать, что и знаменитый английский учёный современности, один из создателей кибернетики, У. Эшби, не имел ни математического, ни физического образования. Вообще, по профессии он врач. Полжизни проработал в психиатрической больнице, а потом увлёкся новой отраслью знания. Сам овладел математикой, теорией информации, всем комплексом дисциплин, необходимых для понимания процессов в кибернетике, и затем получил здесь выдающиеся результаты.

Как видим, не только классическая, но и современная наука полна примеров открытий, сделанных дилетантами. Американские науковеды проводили в середине XX века такой эксперимент.

Они выбрали две группы научных работников и предложили каждой одну и ту же исследовательскую задачу так, что в решении задачи учёные одной группы оказались специалистами, а учёные другой группы — дилетантами. Обнаружилось, что вторые не только успешно справились с проблемой, но и нашли оригинальных решений больше, чем специалисты.

Но, может быть, неудачно выбрали состав первой группы? Тогда условие эксперимента обернули и задание формулировали так, что специалисты оказывались дилетантами, а дилетанты — специалистами. И что же? Снова похожий результат.

Более того, осознание роли дилетантов отразилось на организационных формах современной науки.

Ныне традиционное обособление учёных, когда они работали каждый сам по себе, индивидуально, постепенно отходит в прошлое. Побеждают коллективные начала. Как правило, научные исследования ведутся группами, в которые включаются учёные разных профилей, то есть наряду со специалистами по данной отрасли видим там же и дилетантов. Такой коллектив считается более продуктивным в выдвигании новых идей, нежели когда объединяются одни лишь специалисты.

На этом заканчиваем рассмотрение фактов (пока лишь просто фактов), подтверждающих парадоксальный вывод о плодотворном влиянии на развитие познания любителей, неспециалистов, исследователей, пришедших со стороны.

Действительно, оказываются слишком заметными вложения, сделанные дилетантами, людьми, явившимися в некоторую отрасль, а то и в науку вообще, извне. Не зря, видно, кто-то обронил: «Когда-нибудь случайный прохожий удивит науку больше, чем она удивляет нас сейчас».

А теперь настала пора объяснить, в чём же причины столь странного явления. Казалось бы, в такой сфере, как научное исследование, предполагающей хорошее знание предмета, образованность, эрудицию, не должно быть места дилетантству. Не освоив того, что уже добыто, как можно идти вперёд? Оказывается, можно. Далее мы и попытаемся рассказать, почему это происходит.

5.4 «Шестерни воображения вязнут в избытке знания»

Напомним, что дилетант характеризовался нами как человек неосведомлённый, мало информированный в некоторой дисциплине, но проявивший к ней заинтересованность. Наоборот, специалист предстаёт во всеоружии знаний и умений, как исследователь, которому ведомо всё в той области, где он вырос и работает.

Однако именно это обстоятельство и оборачивается неожиданной на первый взгляд стороной: неосведомлённость — преимуществами для дилетантов, а информированность — утратами для специалистов-профессионалов. Конечно, так бывает далеко не всем да, но все же в ряде случаев (которые, как мы видели, отнюдь не редки) бывает.

Вначале сошлёмся на прямые свидетельства самих учёных, а также на результаты изучавших этот вопрос исследователей-научковедов.

Английский химик конца XIX — начала XX века У. Рамзай, обсуждая затронутый здесь вопрос, отмечал, что слишком обширные знания в специальной области становятся скорее препятствием в процессе научного творчества, чем помогают ему.

У нас есть основания считаться с мнением У. Рамзая, крупным учёным в области органической и физической химии. Ему принадлежит разработка метода определения молекулярного веса жидкости по величине её поверхностного натяжения. Большими успехами отмечены его исследования в области инертных газов. Он открыл гелий, а также совместно с Д. Рэлеем — аргон и совместно

с М. Траверсом — криптон, ксенон и неон. Эти открытия ещё раз подтвердили выдающееся значение периодического закона Д. Менделеева.

Вместе с тем У. Рамзай известен и как изобретатель. Им сконструированы, например, микровесы, высказана идея подъёмном газификации угля.

Имеются и другие свидетельства того, что чрезмерная информированность не идёт на пользу исследователю. Начавший вопрос о стимулах научного творчества советский философ Б. Грязнов отмечает следующий факт. Среди математиков XX века, утверждает Б. Грязнов, широко распространено мнение, что излишняя эрудиция и знание истории науки не помогают, а мешают открытию нового.

Обычно в качестве важнейших характеристик учёного выделяют триэрудицию, творческие способности и деловую активность, то есть трудолюбие. По мнению французских исследователей, наиболее желательным является сочетание не всех трёх признаков, а только двух последних, то есть творческих способностей и трудолюбия. Па долю учёных, обладающих именно этими двумя свойствами, и падает, согласно данным науковедов, большинство научных открытий. К сожалению, таких учёных мало. Их всего лишь 3 процента в общей массе научных работников.

Таким образом, эрудированность в качестве показателя творческих возможностей исследователя не только отходит на второй план, но даже квалифицируется как нежелательное явление.

Обилие знаний, которыми располагает специалист в своей области науки, порой действительно встаёт препятствием на его пути. Недаром же наш парадокс имеет другое название — «дилетант-эрудит». Постараемся пристальнее рассмотреть сам механизм отрицательного влияния эрудиции.

Перенасыщенность информацией имеет нежелательные последствия прежде всего потому, что мешает увидеть исследуемое явление в целом, в его закономерных чертах.

Но здесь мы определённо перекликаемся с выводами, полученными при анализе «парадокса изобретателя», и рискуем даже в чём-то повториться. Вместе с тем, хотя рассматриваются разные парадоксы, между ними немало общего, поскольку они описывают один и тот же творческий процесс. Единственное, что можно обещать — постараться в этих повторяющихся ситуациях сохранить в оценке каждого парадокса особый угол зрения, свой специфический срез.

В случае, занимающем нас сейчас, речь идёт уже не просто о том, что чрезмерная эрудиция ведёт к утрате способности осознавать частную задачу как общую. Появился новый оттенок. При обилии знаний специалист, точнее — узкий специалист, порой заслоняет в исследователе разносторонне мыслящую личность, угнетает фантазию, которая скорее посещает человека, не обременённого обширными профессиональными познаниями. Здесь преимущество получают дилетанты.

За плотным кордоном специальных сведений учёный теряет нередко умение поразить цель. Отдельные факты и фактики, тончайшие детали не только сосредоточивают его внимание по разным направлениям, не давая сойтись на главном. Они также мешают привлечь «постороннюю», неспециальную точку

зрения.

...Как-то Г. Селье встретился с американским физиком Г. Морану. Тот показал приборы, при виде которых Г. Селье был потрясён. Но он ещё больше удивился, когда Г. Морану заявил, что создаёт электронный микроскоп, который будет увеличивать в 2 000 000 раз. Это впечатляло. Однако, придя в себя, Г. Селье оценил намерения изобретателя по-иному. Его озарило: «Подумать только, этот гениальный человек употребляет свой громадный интеллект и знания для того, чтобы сконструировать инструмент, который уменьшит поле его зрения в 2 миллиона раз!».

Действительно, тут есть о чём задуматься. Как бы в самом деле «узковедомственный» подход не подавил способность видеть предмет многогранно, с разных позиций, способность принимать его как целое и учитывать внешние, казалось бы, не относящиеся к делу обстоятельства.

А теперь постараемся более детально рассмотреть волнующую нас проблему: чем же именно мешает исследователю обилие специальной информации.

Нередко наличие большой массы знаний, которыми надо овладеть, настолько обескураживает учёного, что у него опускаются руки, он теряется.

О В. Гамильтоне, том самом, который ввёл гиперкомплексные числа — триплеты, рассказывают, что он прежде, чем решать какой-либо вопрос, имел обыкновение основательно знакомиться с имеющейся литературой. При этом так много читал и делал столь обширные выписки, что работа выходила за все разумные границы. Учёный обнаруживал вдруг беспомощность в доведении исследования до конца: накопленный материал подавлял его. Он и сам, бывало, поражался объёму собранных им сведений. «Несомненно, — замечает один из его биографов, — читай он меньше, он создал бы больше».

Исследователь должен уметь ограничивать себя. Необязательно же изучать горы книг досконально, во всех подробностях обследуя вопрос. На определённом этапе стоит рискнуть на обобщения, ещё не вникнув во все детали анализируемого явления.

В этой связи характерно замечание П. Капицы. Когда Э. Резерфорд объявил в начале нашего века радиоактивность проявлением распада материи, он, собственно, ещё мало что об этом знал. Но от Э. Резерфорда и не требовалось глубокой эрудиции, чтобы увидеть новое. «На таких начальных этапах развития науки, — подчёркивает П. Капица, — точность и пунктуальность, присущая профессиональным учёным, может скорее мешать выдвижению такого рода смелых предположений».

А порой незнание каких-либо фактов способно сослужить хорошую службу и вовсе при странных обстоятельствах.

Выводя свои знаменитые уравнения электродинамики, Д. Максвелл опирался в определении скорости света на данные, полученные ещё французским физиком И. Физо. По они были ошибочными, поскольку согласно И. Физо свет в движущейся среде должен получать дополнительную скорость. Как было показано позднее опытами А. Майкельсона, скорость света всегда постоянна: правило сложения скоростей, справедливое для обычных механических движений, здесь не действует, и никакого увеличения скорости света мы не получим.

Историки науки считают, что, если бы Д. Максвелл знал истинное состояние дел, он едва ли отважился бы тогда предложить свои формулы, как раз включавшие составным компонентом скорость света. Правда, его уравнения оказались справедливыми и с точки зрения позднейших завоеваний науки. Но в те времена учёт этих данных, знай их Д. Максвелл, повлёк бы за собой полный пересмотр его взглядов, поскольку он исходил из гипотезы механического эфира, как среды, в которой движется свет.

Аналогичная обстановка сопровождала и открытие И. Кеплером эллиптической формы движения планет. Учёный знал тогда далеко не точные данные. Он не мог учесть возмущений, которые стали известны позднее. А если бы знал? Наверное, ему было бы гораздо труднее усмотреть в орбитах планет правильные формы эллипса. И без того И. Кеплер, как мы помним, выдержал нелёгкую борьбу с самим собой.

Научное творчество — продукт независимости мышления. Ум исследователя не должен быть скован предвзятыми оценками и суждениями. Лишь тогда он открыт для новых идей. Поэтому чем больше человек знает, тем скорее он может оказаться в плену у старого. Как тут не вспомнить немецкого физика XVIII века Г. Лихтенберга, более известного своими афоризмами и парадоксами. Он говорил: «Люди, очень много читавшие, редко делают большие открытия». В самом деле, открытию предшествует глубокое созерцание вещей, когда надо думать самому и поменьше обращаться к чужому слову. Не зря же сказано:

*Zu erfinden, zu erschlissen,
Bleibe, Kunstber, oft allein.
(Если хочешь творить и создавать,
Чаще оставайся в одиночестве.)*

Не потому ли некоторые руководители научных коллективов сознательно ограждают коллег от информации, что она способна погасить творческие начинания, притупить интерес к поиску. Например, формулируя перед аспирантом тему исследования, запрещают ему чтение литературы до тех пор, пока он сам не придёт к какому-то заключению. А уж когда оно найдено, можно не опасаться внешних влияний. Напротив, тогда чужие точки зрения способны помочь в уточнении собственной.

Таким образом, у нас, кажется, есть основания признать, что нередко слишком обширная осведомленность ложится грузом на плечи исследователя. Это и дало повод современному английскому учёному, знакомому нам скорее по его фантастическим романам, А. Кларку заявить: «Шестерни воображения вязнут в избытке знания». Тому, кто много знает, труднее выдумывать, он охотнее обращается за советом к кладовым человеческой памяти.

Герой одноимённой повести французского сатирика ф. Вольтера Простодушный был в высшей степени оригинальный ум. Однако он ничему не учился и потому именно был свободен от всего, что препятствует изобретению новых идей. Поистине, если хочешь сохранить свежесть мышления, не обременяй его познаниями — таков подтекст Ф. Вольтера.

5.5 Специалисты вредны, потому что...

Нежелательные последствия эрудированности заключаются не просто в том, что изобилие знаний гасит воображение.

Вместе с усвоением знаний специалист усваивает и определённые образцы, нормы мышления, применяемые при решении познавательных задач. Иначе говоря, он усваивает парадигмы века. Но ведь со временем парадигмы изжидают себя. Поэтому, обогащая наш рассудок, знания вносят и предрассудок. Как говорят немцы, высказывая суждение (Urteil), мы внушаем вместе с ним и предубеждение (Vorurteil).

В этом смысле любое знание таит опасность оказаться препятствием на пути развития нового. Значит, если научная традиция способна помешать рождению свежих идей, полезно отгородиться от традиции. Вообще, замечает А. Уайтхед, «наука, которая не решается забыть своих предшественников, бесперспективна». Конечно, учёный должен знать добытые другими результаты, но слишком упорные старания приносят эрудицию, а хорошая эрудиция невольно толкает к тому, чтобы искать спасение в готовых рецептах.

Рассказывают, что И. Павлов специально отсекал пути обращения сотрудников за помощью к устоявшимся положениям науки. Стремясь расшатать традиционную терминологию, он запретил в период исследований условных рефлексов употреблять в лаборатории такие выражения, как «собака узнаёт», «догадывается», «чувствует». Лишаясь их, физиология освобождалась и от старых представлений, расчищая место для истолкования опытного материала в духе новой теории.

Издержки эрудиции особенно внушительны, когда исследователь, хорошо владеющий методами и законами науки, не находит готового ответа на вопрос. В этом случае специалист просто объявляет, что задача неразрешима, и даже не пытается её решать. Дилетант же не знает этого и потому, стремясь найти ответ, часто приходит к открытию.

Высказывание, которое мы далее приведём, стало достаточно широко известным, и всё же к нему обратимся: «Все знают, что это невозможно. Приходит один чужак (будем говорить: «дилетант»), который этого не знает, он и делает открытие». Мы воспроизвели его потому, что у нас есть к нему хорошие иллюстрации.

После того как итальянец Г. Маркони осуществил вслед за русским физиком А. Поповым передачу радиосигнала, он стал отмечать распространение волн на всё бóльшие и бóльшие расстояния. Вместе с тем крепла и наконец утвердилась его вера в возможность послать сигнал даже через Атлантический океан. Дело лишь, как он полагал, в достаточно мощном передатчике и чувствительном радиоприёмнике. Но эта идея могла увлечь тогда только профанов, не знающих азов науки. Против затеи Г. Маркони выступили специалисты. Кому же неизвестно, поучали они, что несущие сигнал радиоволны, подобно световым лучам, распространяются прямолинейно? Поэтому они не смогут обогнуть Землю и попросту исчезнут в пространстве.

Г. Маркони едва ли знал науку в той мере, чтобы проникнуться уважением

к её законам, вообще, чтобы серьёзно считаться с ними. Он простой радиотехник и энергичный предприниматель, не получивший солидного технического образования. Ознакомившись с идеями Г. Герца по электромагнитным волнам, углубился в опыты по беспроволочному телеграфу и неожиданно получил результат. Поэтому, зная возражения специалистов, Г. Маркони попросту отмахнулся от них. И хотя он был не прав с точки зрения господствующих взглядов, ему удалось в 1897 году осуществить свою идею.

Ни Г. Маркони, ни кто другой не догадывались тогда о существовании особого слоя атмосферы — ионосферы, которая способна отражать радиоволны, возвращая их Земле. Ионосфера была предсказана в 1902 году американским и английским учёными, в честь которых и названа слоем Кеннели — Хевисайда.

Пример поучителен. Знай Г. Маркони законы распространения радиоволн фундаментально, он, может быть, и не рискнул бы пытаться передавать сигнал через Атлантику. Во всяком случае, оставаясь в рамках строго логических рассуждений, изобретатель едва ли получил бы результат. А с другой стороны — не будь одержимого дилетанта Г. Маркони, возможно, пришлось бы подождать и с открытием ионосферы. Ясно, что передача сигнала через океан подтолкнула выдвигание гипотезы об особом отражающем слое атмосферы.

Аналогичная ситуация сложилась в 20-х годах нашего века, когда американский физик Э. Лоренс выступил с идеей создания циклотрона — установки для ускорения некоторых элементарных частиц. Автор встретил мощное сопротивление специалистов, полагавших — и не без оснований, — что циклотрон не будет работать ввиду очень малого коэффициента полезного действия.

Логически рассуждая, они были правы. И тем не менее установка заработала. Оказалось, что заявили о себе никем не предвиденные эффекты. Магнитное поле, возникавшее при определённых режимах работы циклотрона, вносило дополнительную энергию, избавляя прибор от низкого КПД, которое предсказывали учёные.

Наконец, ещё одно свидетельство того, насколько бывает порой полезным, когда первооткрыватель преодолевает барьер специальных знаний тем, что просто их не знает. Здесь мы вернёмся к обстоятельствам, сопровождавшим открытие Г. Селье явления стресса.

Напомним читателю, что тогда Г. Селье, ещё молодой человек, задумался: почему медицина бросает все силы на распознавание и лечение конкретных проявлений болезни и не обращает внимания на общие признаки, сопровождающие каждую болезнь? Его взгляд ещё не был искажён общепринятыми установками медицинского мышления, и потому он заинтересовался этим. «И если бы, — пишет Г. Селье, — я знал больше, я бы никогда не стал задавать вопросы. Ведь всё происходило так, как должно быть, то есть как делает «хороший врач»».

Однако не искущённому в науке уму было непонятно, потому что он просто не знал. «Знай я больше, — заключает Г. Селье, — меня наверняка остановило бы самое мощное препятствие на пути к совершенствованию: уверенность в собственной правоте». Имей он время поглубже войти в науку, ему бы всё разъяснили современные медицинские теории.

Отсюда и опасность узкой специализации. Известный американский милли-

онер Г. Форд, очевидно, имел основания, чтобы заявить: специалисты вредны, ибо они скорее других найдут недостатки новой идеи и выдвинут тысячу возражений против, чтобы загубить любое хорошее дело. «Они очень умны и опыты, что в точности знают, почему нельзя сделать того-то и того-то; они видят пределы и препятствия». Как стопроцентный предприниматель, Г. Форд извлекает из этих рассуждений практические выводы. «Если бы я хотел, — заявляет он, — убить своих конкурентов нечестными средствами, я предоставил бы им полчища специалистов. Получив массу хороших советов, мои конкуренты не могли бы приступить к работе». Кое в чём Г. Форд, по-видимому, сумел обратить свои слова в действия. Он признается, например, что никогда не брал на службу чистокровных знатоков, потому что от них больше вреда, чем пользы.

В наши дни осторожный специалист, желающий избежать ответственности за принятие решения, имеет ещё одну лазейку, порождённую особенностями современной науки.

Новое появляется ныне обычно в пограничных районах на стыке проблем и направлений. Сплошь и рядом трудно определить, где кончается одна отрасль и начинается другая.

Знающий свой предмет специалист тонко изучил все его стороны, великолепно ориентируется в деталях, постиг литературу. Такой человек, начинённый, по выражению Н. Винера, своим «профессиональным жаргоном», всегда готов любой вопрос, хотя бы чуть-чуть переступающий узкие рамки его профиля, оценить как состоящий в компетенции соседа. Сосед же работает через три комнаты дальше по коридору. К нему и надлежит обратиться. Но нет уверенности, что тот признает это входящим в круг его интересов и не посоветует пройти ещё дальше. Недаром же говорят, что нынешние специалисты часто похожи на замурованных отшельников, которые общаются друг с другом на непонятном наречии.

Не только забавно, но и поучительно взглянуть с высоты современного состояния науки и техники на специалистов прошлого, решительно, во всеоружии знаний своей эпохи сопротивлявшихся появлению нового. Каких только аргументов они не привлекали...

Возьмём, к примеру, железнодорожное ведомство, которое и само даже в наши дни отличается удивительно стойким консерватизмом. Сколько хороших идей было здесь загублено! Начать хотя бы с того, как Д. Араго выступил против сооружения железных дорог, а его английские коллеги по науке отвергли паровоз Стефенсона. Мотив был тот, что при большой скорости колеса будут скользить.

Когда железные дороги уже появились и встал вопрос о перевозке по ним люден, специалисты тут же воздвигли преграды. Первые паровозы развивали большúю по тем временам скорость — до 15 километров в час. Так вот, всерьёз обсуждался вопрос, смогут ли пассажиры выдержать столь «высокие» скорости.

5.6 По законам природы это не должно летать

Конечно, было бы заманчиво понаблюдать проявления нашего парадокса в истории какой-либо отрасли знания. Мы обратимся в связи с этим к теории и практике развития летательных аппаратов — области, которая как раз изобиловала смелыми идеями и остро нуждалась в их поддержке.

Мечта о полётах в небо преследовала человека, наверное, с того дня, когда он научился мечтать. На рубеже последних веков эти фантазии наконец обрели вполне реальные очертания. Всё больше смельчаков отваживается подняться в воздух. Но обратимся к мнению специалистов.

Одним из первых выступил известный французский астроном XIX века Ж. Лаланд. Он полагал невозможным создание летательных аппаратов тяжелее воздуха. Позднее аналогичное мнение высказал талантливый немецкий изобретатель второй половины XIX века Э. Сименс. Его заключение, безусловно, имело вес, ибо с ним считались, и это не могло не сказаться на прогрессе научно-технической мысли. Так же и Г. Гельмгольц оказался тормозом на пути нового, когда в 70-х годах прошлого столетия пришёл к выводу о бесперспективности полётов механических систем. Его заключение произвело впечатление в руководящих и финансовых кругах Германии, которые и без того относились к таким полётам настороженно.

Подобное же отношение сложилось и в других странах. Однако, несмотря на это, молодая отрасль техники — авиация — набирала силу, правда, пока оставаясь на земле. С нею приходилось считаться. Поэтому ряду видных учёных предложили в конце XIX века прокомментировать возможности создания летательных аппаратов. И что же? Мнение подавляющей части было отрицательным. Как правило, ссылались на законы природы.

Например, С. Ньюком. Это крупнейший американский астроном того времени, профессор, руководитель астрономического морского ежегодника США. Предложенные им числовые значения для некоторых астрономических явлений используются и поныне. Вооружившись данными науки и массой расчётов, С. Ньюком утверждал, что полёт на механизмах тяжелее воздуха невозможен, они не смогут даже оторваться от земли.

Не прошло и нескольких лет, как братья Уилбур и Орвилл Райт благополучно завершили в 1903 году на «запрещённом» механизме полёт в воздух. Верно, они произвели лишь несколько подъёмов общей продолжительностью 59 секунд, но то был всё же полёт на «аппарате тяжелее воздуха». Ещё раньше, в конце XIX века, поднялся самолёт русского изобретателя А. Можайского.

Заметим, что и братья Райт и А. Можайский происходят из дилетантов. Американские конструкторы начали свою трудовую жизнь как владельцы типографии. Позднее содержали мастерскую по ремонту велосипедов, а потом, после гибели в 1896 году немецкого планериста О. Лилиенталя, заинтересовались авиацией, изучили работы в этой области и занялись созданием аэроплана. Они ставили на планеры двигатель внутреннего сгорания, постепенно совершенствуя свои конструкции. Так же и А. Можайский не был специалистом в этой области. Он морской офицер. Шёл к изобретению, изучая полёты

птиц, воздушных змеев, на которых, кстати, поднимался и сам.

Однако даже после этих первых успехов С. Ньюком не сдавался. Он заявил, что как средство перевозки людей авиация, безусловно, не годится. Быть может, летательный аппарат построить удастся, «но и пилота и пассажира он не подымет». Самолёт даже с одним человеком летает на пределе технических возможностей.

Другой специалист, известный американский астроном У. Пикеринг, в начале XX века, когда машины уже уверенно уходили в воздух, доказывал невозможность дальних перелётов. Напрасны надежды, говорил он, например, когда-либо пересечь в самолёте океан.

Сопrotивление специалистов сказывалось во всем. Конечно же, не без их влияния американский конгресс как раз в тот год, когда полетели братья Райт, принял такой законопроект. Вооружённым силам в дальнейшем запрещалось финансировать работы по созданию летающих машин. Одновременно патентное бюро США объявило, что оно не будет принимать заявки на летающие аппараты. То есть поступили совсем как с идеей создания «вечного двигателя», претензии на изобретение которого уже давно перестали рассматривать.

А. Можайский тоже ломал сопротивление специалистов. Правда, военное министерство вначале ассигновало средства на проведение опытов (может быть, потому, что в комиссии, готовившей вопрос, участвовал Д. Менделеев?). Но когда зашла речь о постройке самолёта, новая комиссия сочла принципиально неверным намерение А. Можайского конструировать аппарат с неподвижными крыльями. Полагали, что крылья должны быть машущими... Получив отказ, изобретатель начал создавать машину на свои средства. А теперь «пересядем» на ракеты. Специалисты здесь были тоже начеку. Они подстерегли и рождение реактивного двигателя, воздвигнув на его пути трудно преодолимые барьеры.

Первые идеи полёта на ракетах и межпланетных путешествий появились ещё во второй половине XIX века. И не только в романах Ж. Верна и других фантастов, но и в научной литературе, например в работах Р. Годдарда. Однако ряд учёных, считавших себя специалистами, хотя эта отрасль знания ещё и не стала на собственные ноги, выступил против. Они сослались на многочисленные законы природы, по которым ракеты не должны летать. Считали, например, что в космическом пространстве, лишённом атмосферы, аппарату не от чего будет отталкиваться.

Как выяснилось позднее, это представление было ошибочным. Оно не учитывало, что количество движения горячих газов, отбрасываемых назад от корпуса ракеты, противостоит количеству движения самого корпуса. Это и заставляет его двигаться вперёд.

Специалисты, конечно, не обошли вниманием отца теоретической космонавтики — К. Циолковского. Его слишком смелые, ломающие привычные представления мысли не поняли многие учёные того времени. Среди них, к сожалению, и Н. Жуковский, который и сам развивал достаточно оригинальные идеи.

В этой истории опять же характерно бореие дилетанта со специалистами.

К. Циолковскому не довелось получить систематического образования. В 9 лет он, перенеся осложнение после скарлатины, оглох. Был вынужден оставить

школу и все знания приобрёл самостоятельно. То есть перед нами типичный дилетант-самоучка. По неведению К. Циолковский часто находил решения отнюдь не новые. В то же время именно незнание предмета приводило его к идеям оригинальным, странным, зато и значительно обгонявшим свою эпоху.

В самом деле. Говорить о космических полётах в те дни, когда ещё и летать-то не умели, когда не было даже самолётов, — это ли не проявление необычности замыслов!

Но вот приближается наше время. Всё ближе возможность подняться в космос, а с нею тем сильнее сопротивление со стороны особо эрудированных специалистов. В 1926 году английский профессор А. Бикертон отозвался об этом так: «Глупейшая идея. Пример тех предельных абсурдов, до которых... доходят учёные, работающие в «мысленепроницаемых отсеках», в полной изоляции друг от друга».

Если уж кто и оказался непроницаем, так это сам А. Бикертон. Да что 1926 год! В середине XX века бесспорный специалист, английский королевский астроном Р. ван дер Вулли выступил с заявлением, в котором характеризовал мысль о космических полётах «совершенно неосуществимой». Буквально за год до запуска первого спутника, проведённого советской наукой в 1957 году, он решительно объявил, что старты в космос «святая чепуха».

Как видим, часто обстановка складывается так, что хорошая эрудированность не помогает, а сковывает. И наоборот. Незнание или слабое знание предмета обеспечивает в этой области успех. Так что же, спросит читатель, выходит, специальная осведомлённость, тонкий профессионализм мешают и даже вредят, а движение науки к новым рубежам обеспечивают люди, в этом вопросе мало информированные, дилетанты, самоучки?

Здесь необходимо подчеркнуть следующее; впрочем, эту идею мы постоянно, в продолжение всего повествования отстаиваем. Открытие не даётся человеку, к этому не подготовленному, не выстрадавшему результат. Вместе с тем любое крупное достижение ломает старые представления науки, утверждая новое. Новое же нельзя получить, оставаясь в плену господствующих воззрений, нельзя логически вывести из прежних законов, используя прежние методы.

Поэтому специальные знания тут не всегда помогут. Наоборот, их надо преодолеть, подойти к проблеме непредвзято. Но где же взять эту непредвзятую точку зрения? В общем-то, где угодно, только не в родных стенах своей специальности. Вот и получается, что человек со стороны, некий «случайный прохожий» способен удивить нас совершенно неожиданным решением.

Читатель видит, что здесь мы смещаем акценты. Если до сих пор речь шла преимущественно об отрицательной роли специалистов и специального знания, то сейчас постараемся осветить проблему творческого поиска с несколько иной позиции. Наша цель — показать, в чём же состоит значение неспециального подхода к задаче, как это помогает в её решении.

5.7 Математические досуги

Взгляд извне, со стороны, как убеждает не только научный, но и житейский опыт, часто приносит неожиданно плодотворный результат.

Вот один из примеров внешней подсказки, который, кажется, неплохо иллюстрирует нашу мысль. Верно, он взят не из области научных, но всё же проблемных ситуаций, для решения которых нужны также творческие старания.

В одном административном здании от служащих поступало много жалоб на работу лифтов. Говорили, что их приходится долго ждать, что люди попусту простаивают время и т. д. Дирекция решила обсудить этот вопрос. Группа инженеров, специалистов по лифтам, вникла в суть дела и внесла предложения. Хотя на совещании инженеры энергично отстаивали своё мнение, оно не удовлетворило администрацию. Тогда попросил слова начальник отдела личного состава, психолог. Он тоже ознакомился с вопросом и кое-что принёс.

Правда, в делах по эксплуатации лифтов начальник отдела был дилетант, тем не менее свою точку зрения высказал. Она состояла в следующем. Сами по себе задержки лифтов, как показывает хронометраж, незначительны. Жалобы же вызваны совсем другим: люди томятся бездельем во время их ожидания. По предложению выступавшего около лифтов поставили... зеркала, и жалобы тут же прекратились. Конечно, в решении научных задач обстановка посложнее. Но и здесь нужные идеи часто рождаются у посторонних, приходят из других отраслей знания.

Нередко важные исследования задерживаются просто по причине неосведомлённости о результатах, ставших достоянием соседних наук. А. Герцен ещё в середине прошлого века писал: «Труд и усилия тратятся для того, чтобы проложить тропинку там, где имеется железная дорога». Кстати, эта работа А. Герцена называется «Дилетантизм в науке».

Учёный, желающий достичь успеха, не должен замыкаться в рамках собственной дисциплины. Всегда полезно расширить область поиска за счёт результатов, добытых в смежных отраслях. Не напрасно, видимо, сказано: «Химик, который знает только химию, едва ли знает её». Эти слова приписывают уже упоминавшемуся немецкому физика и писателю Г. Лихтенбергу, оставившему яркие замечания о науке.

Близкие мысли выражены ещё ранее великим французским математиком XVII века Б. Паскалем. Он довольно категоричен: «...я делаю мало различия между человеком, который является только геометром, и ловким ремесленником». А далее следуют характеристики, вовсе убийственные: «Скажут: это хороший математик, но мне нечего делать с математиком: он примет меня за теорему».

Соблазнительно предположить, что человек, не обременённый специальными познаниями, но достаточно глубоко мыслящий, чтобы понять некую проблему, получает преимущества, скажем, перед эрудитом. И мы таких людей знаем.

Характерно в этой связи признание М. Борна. «Меня никогда не привлекала

возможность, — пишет он, — стать узким специалистом, и я всегда оставался дилетантом даже в тех вопросах, которые считаются моей областью». Ссылаясь на свой опыт, М. Борн отмечает далее, что «...для написания полноценной научной книги нет нужды специализироваться в данной области, необходимо лишь схватить суть предмета и потрудиться в поте лица».

Мы полагаем, это достаточно сильное заявление в том смысле, что оно льёт воду на мельницу нашего парадокса. И сильное потому, что как учёный, творец М. Борн не нуждается в рекомендациях. Об одном из крупнейших современных физиков-теоретиков, М. Гелл-Манне, рассказывают, что изредка, примерно раз в месяц, он консультирует одну промышленную фирму в США. И хотя здесь нет привычной ему физики, компания считает для себя полезным приглашать учёного. Она покупает не его специальные знания, а умение отвечать на чужие вопросы. Видимо, это выгодно нанимателям.

Чтобы ещё сильнее оттенить наши выводы, обратимся к наиболее ярким, бесспорным дилетантам. Такими как раз и являются дилетанты, как мы их определили, «вертикального смещения».

До сих пор речь шла о любителях, кочующих внутри естествознания. А сейчас мы решаемся заявить о фактах, рождающихся в глубинах науки, следовательно, более зримо демонстрирующих наш парадокс. Дело касается исследователей, перешедших из гуманитарной области в естественнонаучную, равно как и естествоиспытателей, явившихся в гуманитарные сферы.

Вначале расскажем о первых, тех, кто, не имея соответствующего образования, сумел заявить о себе в точных науках, да ещё в таких, как математика и физика. При этом на первых порах заглянем в более или менее далёкое прошлое.

Блистательный учёный XVII века, гордость французской и мировой науки П. Ферма. Его вклад в математику поистине монументален. В частности, в теории чисел (одним из создателей которой он является), в развитии метода координат и ряде других разделов.

Недаром же одна из теорем называется «великая теорема Ферма», остающаяся до сих пор для общего случая, к сожалению, недоказанной, несмотря на простоту формулировки. Считают, что полное доказательство теоремы требует создания новых, более мощных методов. Кстати сказать, за её решение была в своё время назначена больша́я премия, позднее, в конце первой мировой войны, аннулированная ввиду нездорового интереса к доказательству этой теоремы со стороны совершенно несведущих людей.

Впрочем, есть и «малая теорема Ферма», которая, несмотря на такое название, является одной из основных в теории чисел. Интересно, что П. Ферма дал её без доказательства, что, кстати, несёт убедительные свидетельства в пользу интуиции. А первое доказательство предложил лишь в XVIII веке петербургский учёный Л. Эйлер.

Как видим, П. Ферма — один из крупнейших умов в математике. Но дело в том, что в нем обнаруживается дилетант. П. Ферма окончил юридический факультет Тулузского университета. Сказалось, очевидно, влияние матери, происходившей из семьи, в которой было много юристов. Успешно занимался адво-

катурой, затем перешёл на должность советника одного из ведомств тулузского парламента. Там он прослужил всю остальную жизнь и умер два дня спустя после завершения судебного процесса в небольшом городке Кастре, куда выехал по делам службы.

И вот этот скромный чиновник увлёкся математикой. Правда, не одной ею. Он глубоко постиг классическую филологию, неплохо знал древних авторов и даже писал стихи, притом не только на родном, но и на испанском и латинском языках.

Однако его самая горячая дилетантская привязанность — математика. Надо сказать, что довольно рано, уже в 28 лет, он получил здесь значительные результаты. Мог бы стать профессиональным математиком. Но не захотел; предпочёл быть просто любителем. Более того, как ни увлекался П. Ферма математикой, ношу чиновника нёс, по свидетельствам биографов, примерно, пользовался исключительным уважением коллег, выделяясь глубокой юридической образованностью. Так и прошёл через жизнь, деля время между государственной службой и математическими досугами.

Столь же непрофессионально вошёл в математику великий Г. Лейбниц, влившись в неё, можно сказать, со стороны. Как и П. Ферма, он юрист. Кроме того, обучался философии. В этих дисциплинах был не только блестяще эрудирован, но и отличился как исследователь. Имел звания магистра философии и доктора права. Его докторская диссертация называлась «О запутанных казусах в праве».

Сначала Г. Лейбниц испытал себя по дипломатическому ведомству, а с 30 лет и до конца жизни состоял на службе в должностях библиотекаря, историографа и политического советника по внешним делам у ганноверского герцога.

Г. Лейбниц известен как крупный общественный деятель, просветитель. Это он основал Берлинскую академию наук и был её первым президентом. Горячо содействовал основанию Российской академии, вообще ратовал за распространение научных знаний в России. Видимо, обсуждал эти вопросы с Петром I, которого не раз встречал во время заграничных поездок русского царя.

Не потому ли Г. Лейбниц так близко к сердцу принимал дела российские, что происходил, по утверждению некоторых биографов учёного, из славян? Считают, что его предки — выходцы из соседних с Германией славянских земель и некогда носили славянскую фамилию Любеничи.

По-настоящему Г. Лейбниц знакомится с математикой в возрасте 26 лет. По работам Р. Декарта, Б. Кавальери, Б. Паскаля изучает её высшие разделы, притом в невероятно короткие сроки, во время пребывания в Париже с дипломатической миссией. Правда, то была вторая попытка подступиться к математике. Первая состоялась, когда ему исполнилось 17 лет. Но тогда он быстро охладел. На сей раз увлечение оказалось глубоким, и вот мы уже видим Г. Лейбница в числе ведущих математиков века.

Конечно, его главный результат — дифференциальное исчисление. Об этом шла речь в предыдущей главе. Но не только оно прославило учёного. Им открыт известный ряд, названный в его честь «рядом Лейбница», проведено описание механизмов некоторых математических операций, что наряду с изобретением

первой счётной машины, приписываемой также таланту Г. Лейбница, даёт основание считать его предтечей «машинной математики».

Ему же принадлежит заслуга введения двоичного кода записи чисел, понятий алгоритма, функции, координаты. Знаки дифференциала и интеграла, которыми пользуются ныне, тоже его изобретения. И тем не менее математика, как пишет Г. Лейбниц, была для него лишь приятным развлечением, которому учёный отдавался как любитель. «Я не имею точного понятия о центрах тяжести, — признается он. — Что касается алгебры Декарта, то она показалась мне слишком трудной».

П. Ферма и Г. Лейбниц не исключение. Совсем не математиком начинал свою научную карьеру и знаменитый Л. Эйлер, долго работавший в России. По образованию филолог, он и готовился к этой профессии. Но увлёкся математикой, где оставил, как известно, заметный след.

Также филологом был крупный немецкий учёный XIX века Г. Грасман. Математикой он овладел самостоятельно, а заслуги его в этой области общепризнанны. Он провёл первое систематическое исследование о многомерном евклидовом пространстве, что способствовало развитию векторного и тензорного исчисления — разделов, без которых современная наука немыслима. А теперь обратимся ещё к одной точной науке — физике. Поищем, нет ли похожих дилетантов и в этой области.

Оказывается, и здесь выделяется немало крупных фигур, пришедших из гуманитарной сферы.

Скажем, немецкий физик XVII века Отто фон Герике по образованию и роду первоначальной деятельности юрист. Так, может быть, он и остался бы юристом, если бы в одной из поездок в голландский город Лейден не увлёкся математикой и физикой. Его любимое занятие — исследование воздуха. Это он выявил многие, дотоле неизвестные его свойства: упругость, способность поддерживать горение, постоянное наличие в нем воды, то, что воздух имеет вес, является проводником звука, и др.

Но особенно прославился О. Герике тем, что показал существование атмосферного давления. К тому времени он был уже бургомистром, то есть главой родного ему города Магдебурга... Читатель, конечно же, вспомнил, ведь все мы прошли через магдебургские полушария и живо представляем выразительный рисунок на страницах школьного учебника физики: с десятков лошадей тщетно пытаются растащить две полусферы, из которых выкачан воздух.

О. Герике принадлежит честь и ряда других открытий, например, электрического отталкивания и электрического свечения.

Также из области юриспруденции происходили знаменитый итальянский физик XIX века А. Авогадро (автор названного его именем закона об идеальных газах), выдающийся голландский учёный XVII века Х. Гюйгенс. Правда, Х. Гюйгенс одновременно с изучением юридических наук в университетах Лейдена и Бреда уже тогда увлекался физикой.

Далёк был от физики в начале своего жизненного пути и Р. Бойль (XVII в.). До 27 лет он изучал религию и философию. Лишь поселившись в Оксфорде, пристрастился к экспериментальному и теоретическому естествознанию, про-

явив интерес к физике и химии Вместе с Э. Мариоттом им был открыт также хорошо известный нам ещё со школьных лет закон соотношения объёмов и давлений газов.

Пожалуй, мы собрали достаточно (быть может, даже слишком достаточно?) фактов, подкрепляющих мысль о заметной роли гуманитариев в точной науке. Единственно, что ещё хотелось бы сделать, — дополнить наш рассказ сведениями из современной науки, поскольку она также не «избавилась» от дилетантов.

Вообще история повторяется. Как и ранее, в нашем столетии также обнаруживаем в числе крупных учёных области точного знания юристов, филологов, экономистов. Немного мы уже говорили об этом, рассказывая, например, о юристе Э. Хаббле, проявившем себя в астрономии, или о математике Ш. Рамануджане, бывшем клерке, имевшем весьма скудные экономические и правовые познания. Назовём и других.

Один из лидеров в разработке квантовой теории, Л. де Бройль, имел гуманитарное образование. Он получил степень бакалавра, а позднее лиценциата литературы по разделу истории. Лиценциат — учёная степень в некоторых государствах Западной Европы, в частности во Франции. По значимости это средняя между бакалавром (низшая ступень) и доктором наук степень, которая даёт право чтения лекций в высших учебных заведениях.

Как видим, Л. де Бройль намерен был заниматься отнюдь не физикой, да ещё её спорными, едва обрисовавшимися проблемами. Но физикой занимался брат. Через него Л. де Бройль и познакомился с докладами, которые обсуждались на недавнем физическом конгрессе. То были сообщения о квантах. Увлёкся настолько, что стал работать в лаборатории брата. Однако вскоре разразилась первая мировая война. Будущий учёный, отслужив 5 лет в армии, вернулся в 1919 году к мирной жизни и окончательно ушёл в разработку теории квантовой механики. Чего ему удалось здесь достичь, мы уже знаем из предыдущего.

Гуманитарное образование получил и знаменитый американский физик, ректор широко известного Массачусетского технологического института Ч. Таунс. Он специализировался в области лингвистики, изучил и другие гуманитарные науки, а затем глубоко вник в проблемы физики. Область его исследований — квантовые генераторы. Это знаменитые лазеры, за разработку которых Ч. Таунс получил одновременно с советскими учёными Н. Басовым и А. Прохоровым Нобелевскую премию.

Вместе с тем наблюдаются дилетанты «вертикального смещения» и в противоположном направлении. Есть факты «вмешательства» (правда, гораздо реже) естествоиспытателей в гуманитарные дисциплины.

Рассмотрим развитую американцами Б. Уорфом и Э. Сепиром интересную, однако небезупречную теорию «лингвистической относительности». Б. Уорф окончил Массачусетский технологический институт и работал инженером по технике безопасности.

Провозглашается положение «Язык навязывает нам видение мира». Окружающее воспринимается не таким, каково оно есть само по себе, а сквозь призму нашего языка. Скажем, на заборе висит объявление (сейчас вы почувствуете, что говорит инженер по технике безопасности). Оно гласит: «Курить

воспрещается! Бензин!» Рядом бочка. Но хотя бочка давно пуста и курить во все неопасно, тем не менее, уверовав в запрет, оцениваем обстановку так, как если бы в бочке действительно находился бензин. То есть мы готовы видеть опасность там, где её нет. И виноват в этом язык.

Так во всем. На человека, пишет Б. Уорф, обрушивается поток восприятий внешней реальности, и мы членим его соответственно лингвистическим категориям. Европейские языки, например, имеют два больших класса слов: существительные и глаголы. Соответственно это вещи и процессы.

Однако в некоторых языках, например у индейцев нутка, все слова соотносимы с нашими глаголами, то есть выражают действие. Скажем, понятие «волна» или «молния» у нас — существительные и обозначают вещи, а у нутка — глаголы. Они выражают движение и процессы. Сообразно этому люди нутка видят и окружающую действительность.

Или же, развивает свою гипотезу Б. Уорф, есть языки, в которых отсутствует категория времени. Так, у индейцев хопи (США) нет временных понятий. В частности, они не говорят «пять дней». Хопи скажет: «Я был на охоте до шестого дня», или: «Я вернулся с охоты после пятого дня». Иначе сказать, в этом языке не используется выражение длительности. Вместо неё просто отмечают начало или конец чего-либо, не само временное протекание процесса, а его границы.

Надо сказать, что в ряде пунктов излагаемая здесь теория себя оправдывает. Язык, безусловно, влияет на восприятие мира. Вот как сказывается, например, роль языка в формировании психологической установки, определяющей восприятие окружающей.

Американский исследователь П. Уилсон осуществил такой эксперимент. В колледже из одной аудитории в другую ходил человек. Его сопровождал преподаватель и представлял: «Мистер Инглэнд». Но в каждой аудитории характеризовал его по-разному: как студента, лаборанта, доцента и, наконец, как профессора Инглэнда из Кембриджа. Заметьте, профессор, да ещё из знаменитого университета, чья репутация держится очень высоко.

Когда гость выходил из аудитории, студентов просили определить его рост. И тут обнаружилось интересное. По мере того, как Инглэнд увеличивался в глазах студентов в своём звании, то есть в своём значении, одновременно увеличивался и его рост. «Профессор Инглэнд» оказался выше «студента Инглэнда» примерно на 12,5 сантиметра. При этом рост преподавателя, который сопровождал его, в оценках студентов не менялся: во всех аудиториях он был определен примерно правильно.

Аналогичные факты, а их немало, бесспорно, подкрепляют идеи Б. Уорфа. Однако с ним далеко не во всем можно согласиться. Б. Уорф не учитывает, что язык прежде, чем влиять на наше восприятие мира, сам испытывает влияние последнего. Язык закрепляет знания о мире и уже потом участвует в формировании видения человеком окружающего. Это делает гипотезу Б. Уорфа и Э. Сепира особенно уязвимой.

Отметим и другие примеры «вторжений» естествоиспытателей в гуманитарные сферы.

Выдающийся французский социалист-утопист конца XVIII — начала XIX века Сен-Симон имел естественнонаучное образование. Теоретики русского народничества П. Лавров и М. Бакунин в прошлом артиллерийские офицеры. Закончив высшие военно-технические заведения, они проявили затем глубокий интерес к общественным процессам.

Инженером горного дела был по образованию Г. Плеханов, оставивший ценные исследования социальных явлений.

5.8 Люди «без прошлого»

Предъявленные факты резких переходов социалистов гуманитарного профиля в естествознание, а из последнего в гуманитарное знание наиболее рельефно говорят о значении дилетантизма. Дилетантский взгляд подготавливает особые условия для восприятия действительности. Он вооружает исследователя той непредвзятой точкой зрения, которой столь недостаёт порой специалисту.

В самом деле. Стряхнуть оковы старых парадигм тому, кто их освоил и разделяет, нелегко. Хорошо бы вообще не знать некоторых законов и методов, чем, владея ими, пытаться решать проблему, которая на основе старых знаний не решается и которая требует принципиально нового подхода. Поэтому исследователь, свободный от парадигм науки, лучше подготовлен к разработке оригинальной идеи, нежели специалист, беспрекословно разделяющий устоявшиеся воззрения.

Смотрите, что пишет по этому поводу Г. Лейбниц: «Две вещи оказали мне услугу... во-первых, то, что я был самоучкой, а во-вторых, то, что в каждой науке, едва приступив к ней, часто не вполне понимая общеизвестное, я искал новое». Вместе с тем он предупреждает, что это обоюдоострое оружие, которое нельзя применять безоговорочно любому исследователю. И всё же в этом есть своя правда.

Особый успех празднуют, как мы видели, дилетанты-гуманитарии, перемещающиеся в совершенно чуждую им естественнонаучную область. Отчего бы это? Как будто у них нет преимуществ в сравнении с теми, кто кочует внутри естествознания или кто уходит из него в гуманитарные дисциплины. Оказывается, преимущества есть.

Всё дело в степени привязанности учёного к парадигмам века, в силе его преданности устоявшимся законам и методам. Влияние дисциплины на исследователя начинается рано, ещё когда он только готовится как научный работник, то есть в студенчестве, затем в аспирантуре. Это влияние осуществляется просто. Действует чётко отлаженная система вузовского обучения, которая производит отбор (экзамены, защита курсовых, дипломных работ и т. п.) именно по принципу безоговорочного — за редким исключением — принятия господствующих в научной дисциплине ценностей.

С другой стороны, психологи выделяют два типа исследователей: так называемых «конвергентов» и «дивергентов». Конвергенты (от латинского «конвертере» — «сближаться», «сходиться») характеризуются готовностью принять на

веру, не задумываясь, любую предложенную систему положений науки. При этом они остаются глубоко убеждёнными, что возможны только эти положения и никакие другие. Дивергенты (также от латинского «дивергер» — «обнаружить расхождение») способны к усвоению нескольких конкурирующих систем знания, сопровождая их восприятие критической оценкой.

Самое любопытное в том, что, по данным некоторых психологов, конвергенты тяготеют к точным наукам, а дивергенты — к гуманитарным.

Не потому ли представители гуманитарного знания и оказываются столь удачливыми в точной науке? Ибо по своим задаткам, складу характера да и, по-видимому, воспитанию, которое закладывается вместе с гуманитарным образованием, они скорее способны к созданию нового, чем их собратья из области строгой науки. Скорее потому, что это люди так сказать, «без прошлого», то есть они не связаны жёсткой дисциплиной однозначных решений, которые несёт точная наука. Напротив, их гуманитарная сфера, внушает разнообразие толкований одного и того же.

Как обнаруживается, высокая точность, увы, не всегда подмога. Прислушаемся в связи с этим к одному замечанию известного советского физика Л. Мандельштама. Он пишет: «Если бы науку с самого начала развивали такие строгие и тонкие умы, какими обладают некоторые современные математики, которых я очень уважаю, то точность не позволила бы двигаться вперёд». Характерно и замечание Гегеля, которое он в своё время обронил: «Математика наука точная, потому что она наука тощая». Конечно, не в столь категоричной дозе, но краешек истины здесь есть. Ранее мы отмечали явление конформизма, то есть стремления к единомыслию. Уместно оттенить, что консерватизмом как раз и страдают конвергенты.

Видимо, не случайно М. Борн подчёркивал, что учёные-естествоиспытатели не должны быть «оторваны от гуманитарного образа мышления», которое помогает творчеству. Здесь вспоминается совершенно чуждый истинному состоянию дел спор относительно физиков и лириков. Как явствует, лирика нужна не только физика, но и физике. А высокомерное отношение, которое демонстрируют иные (мы боимся сказать: физики), похоже на то, как если бы о нашей культуре судил человек, воспитанный отнюдь не на лучших образцах искусства.

Итак, мы обсудили и осудили специалистов, не умеющих преодолеть барьер профессиональной вооружённости, отдали должное дилетантам, проявившим тонкое понимание чужих проблем. Вместе с тем нам не хотелось бы, чтобы нас неправильно истолковали.

Вопрос, конечно, не ставится так, что для достижения успеха исследователю надо забыть о своих специальных познаниях. Существо дела, как всегда, сложнее, чем оно кажется при внешнем осмотре. Если быть точным, то учёному следует пожелать лишь умения отвлекаться от знаний, определяющих его узкий профиль, умения, так сказать, расслабиться и проявить «недисциплинированность» в оценке исследовательской задачи. Иными словами, речь идёт о том, чтобы взглянуть на свой предмет глазами стороннего наблюдателя.

Здесь и оказывается полезной практика дилетанта. Следовательно, положение оборачивается так, чтобы специалист, не переставая быть специалистом,

мог оказаться в своей области дилетантом. Скажем, так, как это имело место в следующем случае.

На одном заводе под влиянием воздействий перекачиваемой жидкости постоянно разрушались трубопроводы из нержавеющей стали. Пригласили химика, специалиста по коррозии, и попросили его помочь. Он добросовестно замерил кислотные концентрации и возникающие напряжения, досконально изучил условия, в которых происходили губительные разрушения, и т. п. В результате явился научный труд, из которого явствовало, при каких режимах разрушается сталь, но о том, как уберечься от коррозии, ничего не говорилось. Другой же специалист, занявшись этой проблемой, сумел взглянуть на неё непрофессионально, отрешиться от шор узкоспециального подхода. Он просто-напросто достал громадный справочник по... пластмассам и отыскал в нем материал, не поддающийся разъеданию жидкостью. Завод построил трубопровод из этой пластмассы, и проблема была решена.

Таким образом, исследователь не должен упускать возможности, которые открываются в случае неспециального подхода, он обязан наряду с использованием своего профессионального опыта поискать иные пути.

Нам верится, что в такой постановке парадокс уже не выглядит столь грозным и непреодолимым. Противоречие «дилетант — специалист» удаётся этим смягчить, и вывод о решающей роли дилетантов в науке понять таким образом: речь идёт не о восхвалении дилетантизма (так ведь можно далеко зайти), но о способности встать при решении своей задачи на чужие позиции и также о способности внести в решение чужих проблем свою позицию. Короче, нужно на время или в каком-то отношении попытаться стать дилетантом.

А теперь рассмотрим эти выводы и рекомендации в их конкретных проявлениях.

Чтобы взглянуть на проблему другими глазами, часто используют, хотя и не всегда осознанно, такой приём: пытаются представить знакомое незнакомым, а незнакомое, наоборот, знакомым. Необычно? Конечно. Зато это помогает отойти от проблемы на дистанцию: вдруг удастся обнаружить в ней новые грани.

Дело в том, что творческий подход, как мы уже не однажды видели, характеризуется способностью исследователя поставить решаемую задачу независимо от той конкретной области знания, где эта задача возникла, способностью отвлечься от специфического содержания проблемы и применить для поиска ответов методы других дисциплин.

К сожалению, исследователи зачастую стремятся обойтись малыми силами и привлекают подходящие методы «на стороне», то есть попросту берут у соседей готовое решение, модифицируя его для своей проблемы. Однако, хотя такой приём имеет познавательную ценность, он недостаточно продуктивен, поскольку годится для решения только близких по типу задач. Гораздо плодотворнее «работает» то знание, которое привлечено из далёких, порой даже чуждых наук. Его применение кажется поначалу странным, парадоксальным, зато даёт неоспоримый эффект.

Мы расскажем о некоторых фактах из истории науки, поясняющих нашу мысль.

Характерен, например, опыт изобретения швейной машины французом Э. Гау в 1845 году. Надо сказать, что такую машину намеревались создать давно, над ней бились ещё в начале XVIII века. Причину неудач следует, по-видимому, искать в том, что шли путём простого переноса приёмов ручной работы на механизм. Вот он, приём подобия! Попытались воспроизвести операции, которые совершает рука человека в процессе шитья.

Э. Гау же подошёл к задаче как дилетант. Он начисто «забыл», как вообще шьют. Изобретатель решил, что ручной шов не годится, и остановился на операциях, которые совершает... ткацкий челнок. Челнок к шитью? Это выглядело по меньшей мере чудачеством: ведь челнок не шьёт. Однако Э. Гау удачно использовал действие возвратного движения, которое выполняется челноком. Так неожиданно нашла реализацию давно задуманная идея.

Аналогично было осуществлено конструирование молотильной машины. И здесь изобретатели пытались вначале копировать ручную молотьюбу. Например, прилаживали к вертящейся оси цепи наподобие крестьянской молотьюбы цепями. Решение пришло совсем с другой стороны. Когда применили вращающийся барабан с зубцами, результат оказался поразительным.

Неудивительно, что многие изобретатели и появились со стороны, ибо смогли взглянуть на проблемную ситуацию чужими глазами, были свободны от груза предвзятых методов, навязываемых специальными знаниями и методами.

Немало плодотворных решений заимствовано у живой природы. Классический пример: висячие мосты. Обычно мосты строили на опорах. Но вот понадобилось соорудить переход через глубокую впадину. Поставить опору было невозможно. Как же быть? Мучительно искал ответа инженер С. Браун. Как-то раз, лёжа под деревом, он обратил внимание на паутину. Стоп! А почему бы не возвести мост по принципу перебрасывания паутины между деревьями? Тут же родился набросок ещё небывалого в практике строения моста.

Интересно, что паутина ещё однажды послужила человеку. На этот раз уже в наши дни при возведении зданий. Обратили внимание на то, что при сильном ветре, который сметает на своём пути тяжёлые предметы, ломает ветви деревьев, паутина остаётся невредимой. Этим заинтересовались советские специалисты и решили по образцам такого «чуда» построить крышу здания. Конструкция оказалась не только прочной, но и дешёвой, что позволило сэкономить около пятой части материалов.

По «патентам» природы была создана Н. Брюннелем машина для рытья туннелей. Она воспроизводила движения корабельного древоточца. Это небольшой червь, покрытый твёрдой цилиндрической пластинкой.

Впрочем, черви тоже не один раз оказали услугу изобретателям. Наблюдения за тем, как они прокладывают ходы в дереве, помогли решить проблему одной подводной конструкции. Дело в том, что червь по мере продвижения создаёт для себя трубку. Это и подсказало идею кессона: так называют открытый снизу ящик для образования под водой свободного от неё пространства. Кессон позволяет сооружать подводные основания для мостов, плотин и т. п. Родилась специальная наука — бионика. С её помощью стремятся выведать у природы, чтобы воплотить в технике, и многие другие тайны: высокие скорости передви-

жения дельфинов, способность рыб и птиц ориентироваться в пространстве, кита — справляться со злокачественными опухолями (последние обволакиваются капсулой, препятствующей их контакту с окружающими клетками) и др.

Будем помнить, однако, что и здесь нас может подстерегать опасность узкой специализации. Прямые заимствования у природы не всегда идут впрок. Не имело успеха, например, конструирование летательных аппаратов с машущими крыльями, устройств, передвигающихся на ходулях, механических ногах и прочее. Решения были получены как раз на пути отказа от прямых подражаний. В частности, при создании механизмов передвижения использовали колесо, не имеющее прямого аналога в живой природе.

Вообще говоря, такие плодотворные подсказки могут приходить со всех сторон. Мы коснулись области изобретательства. Если взять научное творчество в целом, то здесь поле приложения «посторонним» идеям, по существу, безгранично, а сам характер таких приложений порой весьма причудлив; скажем, влияния, идущие из сферы литературы, искусства, философии.

Здесь не время подробно развивать эту тему. Отметим лишь два факта.

Стало достоянием широкой известности одно замечание А. Эйнштейна. Он признался однажды, что на него производил сильнейшее впечатление русский писатель Ф. Достоевский, который дал ему как исследователю больше, чем многие естествоиспытатели и математики, больше, чем, например, даже К. Гаусс.

Можно догадываться, что Ф. Достоевский оказал воздействие именно необычной манерой, с какой он распоряжался судьбами своих героев. Художник наделял их столь своеобразным характером и образом мысли, ставил в такие ситуации, что всё казалось нелепым с точки зрения «нормального» романа и здравого смысла. Это ведь не математик, а писатель Ф. Достоевский ещё в 70-х годах прошлого столетия выразил недовольство по поводу маленького эвклидова ума, связанного лишь с тремя измерениями. Не таким ли своеобразным и непокорным с точки зрения господствующей науки характером отличались и воззрения самого А. Эйнштейна?

Немало нужных идей пришло в естествознание и от философии. В предыдущей главе нам уже удалось, надеемся не в последний раз в этой книге, сказать о её роли.

5.9 «Академиком достоинство главное»

Но если на результатах поиска могут сказаться влияния, идущие от самых различных областей знания, то, очевидно, исследователю полезно овладеть возможно более широким кругом достижений науки и культуры. Не случайно выявляется следующее обстоятельство.

История науки показывает, что чем крупнее учёный, тем более разнообразны его интересы. Порой приходится лишь удивляться размаху его занятий и профессий. Такими, по выражению Ф. Энгельса, «титанами мысли» по многогранности и учёности были Н. Коперник и Л. да Винчи в период становления

науки, Г. Лейбниц, И. Кеплер, Х. Гюйгенс — в пору её возмужания, А. Эйнштейн, М. Борн, С. Вавилов — в наше время.

Многогранностью научных запросов отличались многие русские учёные. Особенно выделяется М. Ломоносов. Прежде всего он прославил себя как физик и химик. Широко известны его исследования по электричеству, труды в области физической химии, одним из основателей которой он является. Как уже отмечалось, М. Ломоносов — один из «виновников» установления закона сохранения и превращения вещества и энергии.

Геологи знают его как автора работы «О слоях Земли», интересной работы и не единственной, вышедшей из-под пера великого учёного. Metallурги узнают в нем коллегу, написавшего «Первые основания металлургии» — книгу, которая была действительно первой во времени да и по значимости тоже. В географии за ним числятся «Краткие описания разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию». Обратите внимание, насколько он, предсказав Северный морской путь, шёл впереди эпохи в своих «Кратких описаниях» отнюдь не с кратким названием. Выдающиеся результаты получены им в области оптики, а также астрономии. Достаточно назвать хотя бы одно — открытие атмосферы Венеры.

Вместе с тем гений М. Ломоносова был дружен с историей и филологией. Ему принадлежит ряд исторических изысканий, в числе которых фундаментальные: «Древняя Российская история от начала российского народа до кончины великого князя Ярослава Первого или до 1054 года», «Краткой российской летописец с родословной», «Описание стрелецких бунтов и правления Софьи». Стоит заметить, что последнее сочинение широко привлекалось Ф. Вольтером, когда он работал над монографией по истории России.

Что касается филологии, то им написаны «Российская грамматика», руководства к риторике (приёмам ораторского искусства) и красноречию, другие труды. А главное, он предпринял заметные усилия в создании национального литературного языка.

Наконец, не забудем, что М. Ломоносов историк, поэт и художник. Весьма показательное недоразумение, постигшее составителей одного европейского справочника о крупных учёных. После характеристики М. Ломоносова как выдающегося химика XVIII века шло предупреждение, что его не следует путать со знаменитым русским поэтом того же времени Михаилом Ломоносовым.

Мы видим, таланты М. Ломоносова многосторонни. А. Пушкин, отмечая его заслуги в открытии первого университета в России, заметил: скорее всего надо сказать, что он был сам первым её университетом.

Видимо, М. Ломоносов специально развивал многообразие интересов, поскольку считал это условием научного успеха. Вот что писал он по этому поводу: «Членов академического собрания, особливо ординарных академиков достоинство главное состоит в довольном значении своей науки». Но, дополняет он, нужно, «чтобы такой член не совсем чужд был и неискусен в других сродных с его профессией науках».

Широта увлечений характерна и для Д. Менделеева. Кроме химии, в которой, кстати, он тоже проявил разносторонность, учёный обращался ко многим

другим наукам. Например, изучал нефтяное дело. С этой целью трижды предпринимает поездки на Кавказ, затем в Америку, глубоко вникая в технологические процессы добычи нефти от момента её извлечения из земли до получения конечного продукта. Как видно, знакомство оказалось плодотворным. Он изобрёл нефтепровод и нефтеналивные суда, масляные кубы для перегонки нефти, предсказал появление бензинового мотора.

Позднее Д. Менделеев увлёкся каменноугольной промышленностью и металлургией, ещё позднее работает консультантом морского министерства, где изобрёл бездымный порох, а также руководит Главной палатой мер и весов. Здесь проводит перестройку всей русской метрологии — науки об измерениях.

Ещё одна его страсть — воздухоплавание. Во время полного солнечного затмения предпринимает — сначала вместе с аэронавтом, а потом один — полёт на воздушном шаре. Окончилось дело тем, что аэростат занесло в одно удалённое село, жители которого немало подивились, обнаружив в кабине профессора Петербургского университета. Д. Менделеев пояснил это так. О профессорах везде думают, будто они горазды только говорить да выдавать советы. Сами же практическими делами владеть не способны. Вот он и решил опровергнуть такое мнение...

Вместе с тем выдающийся естествоиспытатель века выступил с рядом глубоких идей в области экономики, политики, в вопросах управления. Но в условиях царской России его предложения, проекты, записки так и остались проектами. Всего же им написано около четырёхсот работ по самым разным направлениям знания.

Расскажем ещё об одном русском учёном XIX–XX веков — об А. Любищеве. Он был довольно узким специалистом-энтомологом. Напомним, энтомология — раздел зоологии, изучающий насекомых. Однако А. Любищев интересовался многими другими науками. И не любопытства ради. Оставил серьёзные исследования по медицине, литературе, политике. Специалистам по истории известен, например, его трактат об Иване Грозном. А некоторые историки присылали даже ему на отзыв свои работы. Считали, что у А. Любищева свой взгляд, своя трактовка, своя точка отсчёта.

Занимался он и математикой и физикой. Иные полагали, что учёный разбрасывался. Писатель Д. Гранин, выпустивший о нем книгу, замечает следующее. Многие великие не ограничивали себя каким-то либо одним занятием, часто уходили в сторону, поодой даже вовсе и не в научную. К примеру, И. Ньютон отдал дань богословию. И. Кеплер — астрологии. Композитор Р. Вагнер ценил написанные им стихи выше, чем свои музыкальные сочинения. «Но что, — замечает Д. Гранин, — если он был прав и стихи помогали ему писать музыку? Вообще, что было главным, а что лишнее? Кому судить об этом? И что, если отвлечения помогали Любищеву?»

А теперь наше повествование подошло совсем к заботам современной науки.

Тенденции лавинообразного накопления научной информации ещё более заострили вопрос о специализации. Похоже, что ныне учёному и свою-то область узнавать как следует некогда, не то чтобы заглядывать в чужую. И тем не менее идея оснащённости широким кругом знаний и умений владеет умами ис-

следователей. Она, может быть, даже стала ещё актуальнее, если учесть, что современная наука развивается преимущественно в смежных точках. Недаром говорят: там, где недавно были границы науки, теперь находятся её центры. Чтобы шагать вровень с эпохой, чтобы уйти от опасности «профессионального кретинизма», учёный должен выходить за пределы своей дисциплины во внешнее пространство. И не стоит бояться упрёка в дилетантизме.

Встречаются разные формы приобщения к «чужой» науке. Скажем, «ненаправленное» чтение. То есть чтение всех журналов подряд — вдруг встретится интересное решение. А встретиться оно может в совершенно неожиданных местах. Плодотворно также общение с исследователями далёких по профилю направлений. Приносит пользу и объединение в один коллектив разных специалистов и т. д. На этом мы не будем останавливаться. Нас интересует сейчас другое.

Испытанным способом преодоления узости профессионализма является смена рода занятий. Это практиковали уже Г. Гельмгольц, Л. Пастер, А. Лавуазье. А вот как работал Ж. Кювье. Он увлекался разными отраслями знания. Имея несколько кабинетов, располагал в каждом из них рукопись по какому-либо особому вопросу и материалы по нему. Входя в кабинет, тут же переключался на нужный предмет и занимался, если появлялось хотя бы несколько минут.

Немецкий философ XVIII века И. Кант считал интеллектуальную переплощаемость чертой философского гения. Известно, что сам он оставил труды в разнообразных областях знания: по антропологии, теории государства, эстетике. Вместе с П. Лапласом высказал идею о происхождении солнечной системы из туманности, развивая так называемую «небулярную теорию». Она вошла в науку как гипотеза Канта-Лапласа.

Но обратимся к нашему времени. Несмотря на давление со стороны процесса дифференциации знания (а может быть, как раз в силу этого давления), учёные полагают полезным время от времени менять специальность. В частности, Э. Ферми считает, что это нужно делать каждые 10 лет. Наступает момент, говорит он, когда исследователь исчерпывает себя. Поэтому лучше уступить поле молодым, а самому уйти в новую область, где ваши идеи могут оказаться плодотворными.

Э. Ферми и сам следовал этому правилу. Вначале работал в области приложений квантовой механики, после переезда в США в 1938 году (год получения Нобелевской премии) занялся атомной энергетикой и ядерным оружием, создавал атомную бомбу. После 1945 года оставил эту область и перешёл к физике элементарных частиц. Так же и П. Капица считает, что исследователю, как правило, нужно менять область приложения сил. «Я сам сейчас работаю, — добавляет он, — на плазме, до этого занимался низкими температурами, а начинал с магнетизма». Аналогичные мысли высказывает и другой советский учёный, академик Л. Фаддеев. «Я, — говорит он, — учу своих учеников: когда чувствуешь, что можешь легко работать по данной теме, оставь её».

Ныне популярны идеи так называемой «интеллектуальной мобильности»: умение переходить в решении задач от одних методов к другим, нетипичным. С этим связана и интенсивная смена специальностей. Дирекции ряда зарубежных

исследовательских фирм считают, например, полезным, чтобы молодые учёные овладевали несколькими профессиями. Как показали социологические исследования, среди советских научных работников из каждых трёх только один сохраняет верность обрётённой в вузе специальности, а двое меняют её, хотя и необязательно радикально.

Конечно, в каждой науке своя обстановка. Есть науки, сильно подверженные разъеданию. Их называют «науки — проходные дворы». В них не задерживаются. Это дисциплины, которые испытывают особенно бурные нашествия со стороны других наук и под влиянием последних быстро дифференцируются. Например, биология — под давлением физики и химии, лингвистика — под воздействием математики и логики.

Имеются отрасли знания, которые, наоборот, притягивают. Это «науки-ловушки». Здесь отмечаются новые, рождающиеся на перекрёстке дисциплин, так сказать, «модные» направления: бионика, биокибернетика, математическая лингвистика.

Третья группа наук взяла на себя труд питать остальные, выращивая кадры фундаментального назначения. Их называют «науки-доноры». Например, математика — по отношению к её прикладным разделам, или химия — по отношению к химико-технологическим циклам.

Наблюдается и ослабленная форма интеллектуальных смещений — «маятниковая мобильность». Она характеризуется обращением к результатам «чужих» наук и не сопровождается «изменой» специальности. Просто ощущается любопытство к информации, добытой соседом.

Исследования показали, что отмеченные явления имеют под собой достаточно глубокие основания. Американские учёные Д. Пельц и Ф. Эндрюс, обобщая солидную массу данных, заключают, что автономные учёные и инженеры работают успешно, когда их интересы широки и разносторонни, и менее успешно, если они специализированы в узком профиле.

Другое свидетельство. Согласно закону, выведенному современными учёными, деловая активность интенсивно растёт в возрасте 20-35 лет, а затем идёт на убыль. При этом у одной части специалистов активность исчерпывается быстро (примерно к 40 годам), у других же — более медленно, наступая лишь к 60 годам. Оказалось, что членам первой группы характерна одна черта: все получили узкую специализацию и не меняли её. То есть они сразу же, так сказать, вошли в форму, но и застыли в ней. Люди же долгоактивной группы, хотя тоже получили узкую специальность, однако работали сначала не по ней.

Психологи объясняют это тем, что первые не научились переучиваться в молодости. Потому они и не смогли поддерживать активность обращением к новым темам, когда старые были изучены или, утратив актуальность, отошли в прошлое. Зато вторые, в силу ломки профиля, научились в своё время выходить в чужие сферы, осваивать непривычные методы и решения. Такие переключения поддерживают творческое горение, вызывая прилив свежих сил, удлиняя «пик» активности.

За разносторонность, необходимость преодоления узкопрофессионального подхода при решении научных задач «голосует» и физиология. Чем многограннее интересы исследователя, тем всё более обширные области мозга вовлека-

ются в работу, а это развивает ещё большую активность.

В заключение главы, пожалуй, сто́ит ещё раз дать объяснение. Мы настаивали, что обилие знаний нередко ложится бременем на творческое воображение учёного, более того, бросили немало обвинительных слов и оборотов на головы специалистов. Вместе с тем отстаивалась мысль о необходимости широкой образованности и, если угодно, эрудированности учёного.

Здесь нет противоречия. Дело в том, что творчеству мешает не эрудиция вообще, а узкая эрудиция, которая замыкает мысль учёного на знаниях лишь его собственной специальности. Между тем выход в смежные и отдалённые области науки, как мы видим, стимулирует поиск. Именно такая, не скованная рамками одной единственной дисциплины, осведомлённость и полезна. Одним словом, положение не должно оборачиваться противопоставлением: либо имеем специалиста, знающего всё ни о чём, либо дилетанта, который знает «ничего» обо всем.

И тут вновь способна помочь философия. По образному выражению известного норвежского учёного и путешественника Т. Хейердала, нынешние специалисты как бы сидят в глубоких колодцах. Каждый видит только то, что добывает сам. Но он не знает, что нашли и выбросили на поверхность другие специалисты. Одна из функций философа в том и состоит, чтобы, стоя наверху, знакомить учёных с плодами их соседей и обобщать добытые результаты.

Однако дело здесь не ограничивается лишь знакомством с тем, что достигнуто смежными дисциплинами. Важно суметь это знание применить у себя. Речь заходит таким образом о заимствовании не просто знаний но также и методов их применения в своей области не следования. Метод и определяется как умение использовать однажды добытую информацию для приращения новой информации. Образно говоря, это оставленная в уме дорожка, по которой исследователь некогда прошёл и которой он может воспользоваться вновь, раз уж он её проложил.

Но кто же нас должен научить превращать знания в алгоритмы извлечения новой информации, как не философия? Ибо наука о методе — методология — появилась в лоне философии и составляет её существенную часть. Методология описывает общие пути и условия познания, формируя, так сказать, стратегию научного поиска; она разрабатывает средства, инструментарий познавательных процедур, учит всему тому, что пригодится мышлению в этом многотрудном деле постижения истины.

Заключение

Мы попытались взглянуть на развитие науки, имея одно желание: узнать парадоксы, которыми она полнится. И сделали мы так потому, что это важная черта её «биографии», и ещё потому, что здесь немало поучительного.

Как выяснилось, парадоксы обнажают глубинные течения познавательного процесса. Возвещая о назревшем неблагополучии в науке, они вместе с этим решительно продвигают её вперёд и именно тем, что приносят новые, ещё более парадоксальные идеи. Можно сказать, что в парадоксах сосредоточены боль и радость познания, его взлёты, но и крушения тоже.

Одни парадоксы проявляют себя на уровне общих закономерностей, определяя поворотные точки и направления эволюции знаний; другие указывают на более интимные стороны науки, оттеняя творчески созидательные усилия её архитекторов. Но их роднит то, что все они «страдают» причастностью к неожиданным, непредсказуемым движениям событий, мыслей, дел. В этом и скрыты эвристические возможности парадоксов. Они побуждают предпринимать дерзкие ходы, возводить необычные построения, предлагать невероятные методы и решения.

Важен и ещё один момент. Парадоксы, объясняя каждый свой конкретный предмет, стараются ради общей цели. Поэтому любое крупное продвижение человеческой мысли связано с привлечением всего запаса парадоксальных средств. Наука использует наряду с логическими приёмами и интуитивно неосознаваемые; придумывает для решения поставленной конкретной задачи совсем другую, общую задачу, изобретая и соответствующий метод её исследования; широко использует услуги дилетантов и пожелания чудаков.

Этим мы хотим сказать, что любое выдающееся достижение учёного, подобно тому «как солнце в малой капле вод», отражает все рассмотренные (и нерассмотренные) парадоксы. Они, дополняя друг друга, как бы воссоздают в масштабе одного (всего лишь одного!) события целостную картину великого завоевания, называемого научным открытием. Это ещё раз подтверждает ту мысль, что творчество сплошь соткано из парадоксов, и потому очень важно не только их понять, но и широко ими пользоваться в научном поиске.