

ИНТУИЦИЯ ПРОТИВ ЛОГИКИ?

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 несет принципиально новый результат исследования, а его нельзя логически вывести из прежних законов или теорий, которыми руководствовался ученый 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 некоей 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 течет 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 дается сразу, без видимых рассуждений и обоснований. Оно приходит столь неожиданно, что исследователь и сам не ответит, как он нашел 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 ученый не знает не только этого. Следовало бы доказать, что открытие, он часто бессилен 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 путем он сможет до него дойти. Вообще, как говорят математики, надо угадать теорему прежде, чем ее доказывать. Этим, кстати, и вызвана одна популярная рекомендация. «Будем учиться доказывать. Но будем учиться также и догадываться». Странно и другое.

Вот ученый 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 еще надо создавать.

Как же в таком случае закрепляется добытой 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 неопределенное, нечетко понимаемое знание.

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

Даже в математическом творчестве, строгом, лишенном, 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 провел доказательство одной теоремы о числах, используя отнюдь не сами числа, а такие образы, как точки, пятно и некая бесформенная масса. Все они представлялись как разделенные то большим, 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, все 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 отчет в словах. А если быть более точным, то речь идет об умении восстановить алгоритм мыслительной деятельности. Что здесь имеется в виду?

Алгоритмом называется последовательность операций, ведущих к цели, когда каждый данный шаг однозначно определен 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 ученый не может воспроизвести отчетливо, не может восстановить алгоритма работы мысли, принесшей 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 четкое 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 соотносить знак и тот предмет (объект), который этим знаком обоз-

начается. 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 соотношение 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 своем «я». В этом выражается осознание личностью факта собственного бытия, то есть того, что она, личность, существует. Дети, например, до известного возраста (2...2,5 года) не говорят о себе в первом лице. Ребенок не скажет: «Я хочу спать». Скорее использует оборот: «Петя хочет спать». То есть он еще не осознал в полной силе свою личность и не противопоставляет ее окружающей.

Таким образом, отмеченные три характеристики подчеркивают 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 подотчетно воле, с трудом улавливается.

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

...Венгерский математик Л. Молнар в книге, посвященной 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 отчетливого понимания производимых операций.

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

Остается загадкой, да так, видно, и останется ею, как мог Архимед еще 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 ученого современности М. Борна. «Мой метод работы состоит в том, — пишет он, — что я стремлюсь высказать то, чего, в сущности, и высказать еще 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 жестко 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 идет 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 ученый по порядку показал гостям важнейшие опыты,

которые привели его некогда к результату, а также описал то, что он наблюдал в день открытия. На вопрос репортера, что он подумал при вспышке экрана, возвестившего о новом явлении, В. Рентген ответил: «Я исследовал, а не думал».

Выходит, что в высших пунктах творческого подъема сознание как бы перестает служить, а выручает нас, сколь это ни парадоксально, некое предчувствие истины. Вообще, замечает канадский физиолог Г. Селье, хотя человек гордится умом, назвал себя *Nomo sapiens*, 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 неопределенных, едва уловимых догадок, полунамеков, бессознательного. Недаром ученые всех времен почитали интуицию как откровение, видели в ней родник идей, питающих наш изощренный аналитический ум. Не менее характерны и сетования на то, что острое логическое мышление скорее мешает, чем помогает, при выдвижении новых теорий, ибо сковаывает воображение.

С интуицией связывают, например, взлет 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 принесли все новые плоды.

А ныне другая проблема. Создатели электронного интеллекта явственно осознают, что его ограниченность заложена как раз в отсутствии у машины интуиции. К примеру, жи-

вой 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 все же не станем спешить с окончательными суждениями. Попытаемся если не объяснить (объяснения увы, еще 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 бессознательным 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 вовлеченных 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 счете обслуживает его.

Информация, которую хранит наш мозг, весьма обширна. Понятно, что сознание не в силах охватить ее всю одновременно. Поэтому оно вынуждено оказывать ей внимание поочередно, выделяя каждый раз какую-то определенную порцию. Все же остальное остается 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 удается провести менее резкую грань с сознательным. Действительно, в момент произнесения настоящей фразы я еще не осознаю, какой будет следующая. Но ведь в нужное время она откуда-то берется?! Объясняя это, допускают возможность ее предварительной организации уже на досознательном уровне, то есть в момент, предшествующий ее проявлению в сознании.

Широко употребляется и термин «подсознательное», оттеняющий психологически-эмоциональное в мысли. Правда, с ним ассоциируется обычно, хотя и незаслуженно, нечто принципиально отделенное 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, четких рассуждений с интуитивными прозрениями, холодного расчета — с опрометчивыми просчетами.

На пути к открытию высятся четыре вехи, обозначающие заметные отрезки этого движения. Они известны как: 1) подготовка, 2) инкубация, 3) озарение и 4) доведение резуль-

тата. Читатель догадывается, верно, что мы собираемся провести его дорогой поиска, поэтапно вглядываясь в лабораторию творческой мысли.

Подготовка. Вообразить себя молекулой

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

Это белое пятно, обнаруженное на карте знаний. Все вокруг кажется ясно, а вот это пятно не поддается 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 четкое 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 ее 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 отчетливого понимания проблемной ситуации. Следовательно, задание программы проходит под контролем сознания, осуществляется в логически выверенных, подотчетных исследователю действиях. Конечно, и здесь

не обходится без интуитивного чутья, но оно скорее сопровождает проводимый сознанием анализ.

Было замечено многочисленными наблюдателями, что проблема часто осознается 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, ученый еще 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 разобщенные 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 неевклидовой геометрии. Речь идет о так называемом пятом постулате (постулате о параллельных) Евклида, который гласит: через точку, лежащую вне прямой, можно провести только одну линию, параллельную данной прямой. Еще до Н. Лобачевского пытались обосновать, что это не аксиома (то есть положение,



Питер ЗЕЕМАН

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 еще недоступно, поскольку новые идеи, особенно фундаментальные, меняющие основы науки, кажутся в свою пору даже нелепыми, нарушающими восходящее движение знаний. Но это для ис-

следователя средней руки. Глубокие же умы способны подняться над этим уровнем и уловить неизбежность назревающих в науке перемен. Это не значит, что новое дается 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 еще немало дел: предстоит корректно сформулировать ее, всесторонне осмыслить, или, как говорят, «войти в проблему». Тщательное продумывание предполагает расчленение ее на части – подпроблемы, перекombинацию частей, введение новых, вспомогательных компонентов, варьирование условий («А что, если задачу поставить по-другому? Например, в общем виде, абстрактно?»). Благодаря такому «переворачиванию» проблемы на все лады она прочно укладывается в сознании. Все ее оттенки и изгибы становятся хорошо знакомыми, и, совершая «прогулку» по материалу, исследователь способен. «пройти» его, что называется, наизусть.

Все это оттачивает суть задания, помогая возможно четче его уяснить, сжиться с ним. Ученый буквально «заболевает» темой и уже ни о чем кроме рассуждать не может.

...Еще будучи молодым, В. Паули увлекся решением одного физического явления, отмеченного в самом конце XIX века голландцем П. Зееманом: изменение длины волны спектральной линии под влиянием магнитного поля. О своем 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 ученый 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



Вольфганг ПАУЛИ

важные исследования. Одно время экспериментировал на лягушках, да так увлеченно, 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 ученый свое состояние.

Советский математик, академик П. Александров, говоря о вдохновенном отношении к науке, вспомнил признание своего учителя, крупнейшего ученого 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 увлеченность достигает формы эпатии. Этим специальным термином названо явление персональной аналогии. Смысл ее состоит в том, что исследователь уподобля-

ет самого себя той вещи, которую он изучает. Скажем, химик воображает себя движущейся молекулой, «испытывая» толчки, притяжения – все, 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 дает?

Перевоплощаясь в объект изучения, естествоиспытатель смотрит на все 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 окружающие глазами этого микроба, можно лучше понять эволюцию последнего. Мы дальше увидим, как это пригодилося А. Флемингу при открытии пенициллина.

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

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

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

Инкубация. Избавиться от тирании «Я»

Далее логика бессильна. Поскольку принципиально новое знание невыводимо из прежней науки и ученому неведом алгоритм его извлечения, он апеллирует к внелогическим

методам поиска, ищет ответа в интуиции. Когда проблема не решается в лоб, полезно «отправить» ее в подсознание. Получив задание, мысль будет продолжать работу, притом независимо от того, думаете вы над этой проблемой непосредственно или нет. Идет 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, непринужденно. 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 поглощен совсем иными заботами. Из сказанного можно сделать вывод, что существует некая промежуточная мозговая деятельность.

Под напором задания в мозгу образуется отражение проблемной ситуации, ее 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 еще 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), «настроенность к теме» (Д. Пойа) и т.д.

На этом отрезке исследователь покоряется стихии мысли, отдавая себя во власть бескон-

трольных состояний. Именно такие состояния и помогают творить.

В сознании ученого прочно отложились парадигмы эпохи, в которой он живет 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 ученого 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 там же не знают, что я — з-зай-каюсь».

Еще факт из той же области патологии. В дореволюционных русских, а затем советских театрах успешно выступал актер 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-безотчетно, 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 кинолентке, как движутся руки, больной был потрясен.

Смещение мыслительных процессов в сферу бессознательного несет 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...

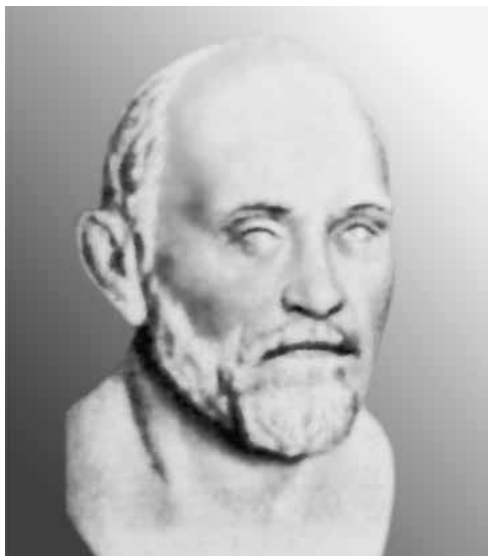
А. Вознесенский

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 отдает отчета. 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 — приемной вельможи, где в ожидании аудиенции толпятся многочисленные посетители. Короче, плодотворность на этом этапе исканий находится в прямой зависимости от запаса знаний ученого, от его способности использовать все 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 предо-

**ДЕМОКРИТ**

ставленной 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 ее внезапность, непреднамеренность. Идеи приходят тогда, когда они этого захотят, а не в то время, когда мы желаем их прихода. Ждать идею, замечает Д. Пойа, все равно что ждать выигрыша в лотерею. Добавим, однако, что в лотерею играет тот, кто, по крайней мере, приобрел лотерейный билет. Иными словами, на успех в науке можно рассчитывать лишь тому, кто обес-

печил тылы, располагает обширными знаниями и эффективной программой поиска.

А теперь посмотрим, каким же образом достигается «бесконтроль» мысли, при каких условиях удается 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 ее появление». Это повторилось и в другой раз. Ученый продолжал исследовать те же фуксовские функции. На одной споткнулся и долго не мог справиться. Вскоре пришлось поехать по делам службы в Монт-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, идея являлись А. Пуанкаре действительно нежданно-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 ученого, подобно созревшему яблоку. А. Пуанкаре называет удобным для открытий время путешествий, деловых поездок, визитов, то есть состояния отвлеченности от мучивших его проблем. Столь же плодотворными почитаются отпуска, туристские походы, а чаще всего — часы прогулки.

Инкубация продолжается. «Ноги — колеса мысли»

Казалось бы, прогулки и прочее — не для научных изысканий. Это не время творить. Между тем имеется слишком много «показаний» ученых 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 подошел 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 ее изъяны, но не знал, как их преодолеть. На прогулке же явилась «отцу русской авиации» Н. Жуковскому знаменитая формула подъемной 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 введенных в научный обиход новых чисел-триплетов. Он представлял их в виде точек трехмерного 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 ученого 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 все же он нашел 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. Прогожие, верно, немало удивлялись столь несерьезному поведению ученого.

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 шел 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, все, что он нашел, он нашел, 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 все же основная нагрузка ложится на интуитивные процессы, на те счастливые мгновения, когда исследователь «отпустил» 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 еще скажем. Здесь же важно отметить другое: открытие приходит, так сказать, в «нейтральное» время, в часы, не посвященные специально открытиям, и в этом, по-видимому, скрыт секрет творчества. Подоплека 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 еще более выпукло оттеняют неосознанность этой промежуточной (между постановкой проблемы и ее решением) деятельности мысли. Так, истории научного творчества известны открытия, которые удалась даже и не на прогулке, а, скажем, во время чтения, то есть тогда, когда мозг явно занят другим.

Вот что рассказал, например, изобретатель бинокулярного 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 своем микроскопе. И вдруг ему совершенно отчетливо явилась форма призмы, отвечавшая задуман-

ной цели. Он достал чертежные инструменты, вынул диаграмму и внес требуемые расчеты. 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 еще 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 ученых.

В один из таких моментов явилась, например, А. Эйнштейну решающая идея теории относительности. Его сокурсник Я. Эрат передает рассказ самого ученого, будто однажды утром, хорошо выспавшись, А. Эйнштейн сел в постели и вдруг понял, что время зависит от состояния системы отсчета. Два события, которые для наблюдателя одной системы отсчета 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 ее «обсуждал» сам с собой, вызывая в уме все факты и принципы, относящиеся к интересующему случаю. Одним словом, формулировал программу исследова-

ния, 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 ученого, обеспокоенного проблемой, никогда полностью не отключается от нее. Как считает советский физиолог Н. Бехтерева, когда исследователь отвлекается от своей основной работы, «ответственные» за нее клетки мозга не просто отдыхают. Происходит пока необъясненное: мысли в это время словно «дозревают», чем и объясняются внезапно пришедшие решения, над которыми ученый бился как будто безуспешно. Таким образом, идет подспудная, отмеченная глубинными течениями деятельность бессознательных поисков.

Надо сказать, что и сами условия творчества во время инкубационного вызревания новой идеи способствуют успеху. Ведь ученый 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, «несерьезные» 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» создает особый настрой. Сознание, управляя мыслью, ведет ее 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



Нильс Хенрик Давид БОР

комбинаций в четко выраженные мысли, не спешить полностью осознать их. Ибо, не дав возможности развиваться случайным и нестандартным идеям, мы рискуем пресечь их свободный полет. Зафиксировать идею сразу же после ее появления – значит убить ее 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 еще более парадоксальном заявлении: «Мысль изреченная 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 еще не было. Но ведь научное открытие и представляет собой нечто такое, чего не содержится в нашем знании.

Это как рождение новой мелодии. Композитор В. Соловьев-Седой, рассуждая на тему, как можно написать песню, выразил недоумение: «Откуда все берется – непонятно». Непонятно в том смысле, что до появления песни ее мелодии нет. Вот оно и берется 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 приемы Н. Бора. По словам его биографов, ученый нередко черпал силы «не в математическом анализе, а в удивительной мощи фантазии, выдавшей 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 обнаружить более важные стороны, которые даются при рассмотрении объекта сбоку, с необычной позиции.

Отважмся на еще 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 ученые – выражение «pens'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 неопределенными и подчеркивает их роль в физическом познании.

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

И еще 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 освобожденные 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 начнем 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 идет 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. Фаддеева. В недавнем интервью для молодежи 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 чем было рассказано, дает представление о возможностях творческой деятельности во сне. Вместе с тем известны факты значительно более впечатляющих результатов.

За установление химического способа передачи нервных импульсов австрийский ученый 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 разворачивались 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 стерлось. Но мысль эта теперь уже не давала ему покоя... В следующую ночь он вновь проснулся с тем же озарением. На этот раз, переселив себя, записал все подробно, а днем провел 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 определенные изменения ритмов его сокращений, которые передаются другому сердцу, провоцируя соответствующие сдвиги 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 проведенные 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, извиляющиеся 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 провел остаток ночи, разрабатывая следствия и гипотезы». Образ змеи, схватившей себя за хвост, и навлек идею замкнутой цепи атомных соединений, идею кольца. Бензол имеет не линейную $\text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}$, а циклическую форму строения.

Вот где отгадка непонятных свойств бензола! Недаром же А. Кекуле и произнес 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 грез.

Среди физиологов обращают на себя внимание К. Бурдах и И. Павлов. Немецкий ученый 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.



Вильгельм Фридрих ОСТВАЛЬД

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 найдет массу других иллюстраций сказанному в книге А. Война «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 все необходимое, чтобы закрепить мысли. Профессор-литературовед П. Сакулин, например, на своем ночном столике имел бумагу и карандаш. Объяснял это тем, что если проснется ночью, обеспокоенный стоящей идеей, то мог бы ее 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

клял 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. Ее суть в следующем.

В часы бодрствования на мозг обрушивается лавина информации. Чтобы ее 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 ее, 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, отдает 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 еще недостаточные условия. Важнее другое. Во сне мозг отключен 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, затухают наплывом «текущей» информации.

Поучителен случай, рассказанный американским палеонтологом Ч. Штернбергом. Однажды он получил от музея заказ на древние листья папоротника. Долго обдумывал, где же найти эти листья. Так ничего и не придумав, лег спать... Ночью приснилось, что он стоит у подножия горы, что в нескольких километрах от города, и там видит как раз заказанный ему папоротник. Ученый 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 ее очень слабы, и бодрству-

ющее сознание не может их выделить в потоке информации. Зато во сне они проявляются четче. 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 выплескивается 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 грезы ведут к тому счастливому синтезу, который не дается при методическом обдумывании. Здесь выявляется еще 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 зрительного 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.

Заключая разговор о месте сновидений в поиске ученого, хотели бы особо подчерк-

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

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 свершенье всех его усилий.

М. Планк следующим образом характеризовал свое состояние в момент создания теории квантов: «После нескольких недель самой напряженной 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 выключа-

тель, натываетесь на какие-то непонятные предметы, ощущаете острые углы, упираетесь в преграды. Но вот нашелся выключатель, свет загорелся, и все сразу стало ясно. Вещи оказались там, где им и предписано быть, они на местах и хорошо приспособлены выполнять свое назначение. А бесформенные предметы — не что иное, как обыкновенные вещи жилого помещения.

Для озарения всегда недостает самой «малости», какой-то перемычки, соединяющей в одно различные фрагменты. Как для замыкания электрической цепи, несущей движение целому парку машин, электропоездов, порой не хватает всю 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 все оттого, что сам по себе незначительный факт провоцирует выдающееся открытие, то есть приносит информацию, неизмеримо большую, 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 изобрел 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 пришел к своему открытию так. Он знал, что еще 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 ребятяшек. 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 косовой аускультации» (выслушивании). В нем описывались методы диагностирования легочных 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 еще 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 идет 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 несовершенство традиционного способа лечения переломов и пытался внести в него новое. Думал об этом постоянно: у постели больного, в поездках по окрестным селам, 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 не доставало 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. Все это вместе надежно соединяет сломанную кость, беря на себя большую нагрузку, которую она обычно выдерживает. Приехав домой, Г. Илизаров тут же помчался в сарай,



Ганс Христиан ЭРСТЕД

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 подстерег случай. Но вот что сосредоточивает на себе внимание. Г. Илизаров и до этого тысячи раз наблюдал хомут и оглобли, одна-ко раньше его не осенило. Так в чем же дело?

Б. Мариотт сравнивает человеческий разум со шкатулкой. Во время напряженных раздумий человек как бы раскачивает ее, пока что-нибудь оттуда не выпадет. И если выпадет подходящее, цепь замкнется, открытие состоится. А.Д. Пойа проводит аналогию с ситом. Оно наполнено огромным количеством информации, перебрать ее всю невозможно. Но когда вы размышляете, то словно бы трясете 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 своем 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 все же случай нуждается в деликатном обслуживании. Конечно, внешне озарение приходит вдруг, как счастливое наитие, внезапное прозрение. Между тем ученый 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, выстрадавшего открытие. То, что нужное знание, завершающее поиск, оказывается «под рукой», всплывая в критическую минуту из пластов бессознательного, этот факт, можно сказать, закономерен и неулоим. Что именно человек может увидеть в самых порой безобидных ситуациях (бревно, проводящее звук, хомут, стягивающий оглобли), что он может вспомнить, какие ассоциации пробудить — все это зависит от его эрудиции, опыта. И вот, как пишет математик П. Александров, некая «случайная зацепка» дает толчок движению всей толщи освоенных ученых 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 обслуживает лишь умы, к его приему расположенные. Когда 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 санитаров. Поэтому столь долго и не дается порой решение, что оно замыкается случаем, шанс



Андре Мари АМПЕР

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 углубленно искал пути пересадки роговой оболочки. И нашел. 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 французцу А. Амперу, чтобы затем в один миг (под влиянием опытов датского исследователя Х. Эрстеда) все 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 шел к открытию целеустремленный. Его покорила идея связи электрических и магнитных сил. Еще В. Франклин выявил электрическую природу молний. Затем французский ученый Д. Араго доказал ее 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 раскрыть более тонкие эффекты воздействия

электричества на магнит. Он обнаружил их случайно. Около проводника, по которому шел электрический ток, оказался забытый кем-то компас. По отклонению его стрелки ученый 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 нашел 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.

Доведение результата (логическая подборка)

Итак, состоялся третий, решающий акт научного поиска. Он увенчал усилия рождением новой идеи. Но мы обязаны ее появлению на свет интуиции. Оттого ученый, испытав озарение, не знает, как он к нему пришел. Ибо его мозг занят другим, он создает и, конечно, не в силах в это же самое время еще 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 пришел 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 убежден в очевидности результата еще 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 штыхки.

Фактически новая идея вначале не более чем гипотеза, которую еще 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 хотя и доказать. Затем выстраивается цепь аргументов – фактов, определений, законов или аксиом и теорем (в математике), истинность которых не вызывает сомнений. Опираясь на все 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 определенная 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 отчетливо осознаваемых логических операций, в которых исследователь вполне контролирует свои действия. Тут придется 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 чем. 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 несет 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 дает новые следствия, и никакого преступления в том, что мы выведем 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 ее... опровергнуть. Что представляет собой этот прием?

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 приема заключается в том, чтобы косвенным путем, 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.

Еще 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 перестает «работать». Нет таких теорий, которые объясняли бы все. Так вот, доказательство мощи какой-либо концепции и состоит в том, чтобы прочертить линию, четко разделяющую области, где наша идея эффективна и где она оканчивается ошибочной. К. Поппер в связи с этим заявляет: теория доказывает не столько тем, что подтверждается, сколько тем, что она опровергается (фальсифицируется).

Таким образом, доказательство и опровержение — два логических приема, 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 оснащенность рассматриваемого этапа научного поиска. Впрочем, иногда проводят еще и анализ доказательства, выясняя, что именно оно доказывает.

Обычно доказательство стремятся осуществить сразу же, как только найдено решение проблемы. Но это не всегда удается. 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 ученым Г. Вейлем по адресу математики, средствами которой производится количественная переработка любой по содержанию информации. Математика, говорит Г. Вейль, — это мясорубка. И если вы засыплете в нее 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 ученого. 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 идет (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 ученых, пока наконец ее не разрушил И. Кеплер. Что же? Факт сам по себе верный. Но верно ли обобщать, как это делает Ф. Дайсон?

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 интуитивные искания, хотя, конечно, не в той дозе, что ведется во время инкубации, завершающейся озарением.

Возьмем период подготовки. Сколь ни подчинено здесь мышление ученого 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 идет от интуиции. Надо учесть и другое. Сама постановка проблемы также сопровождается догадкой. Бывает и так, что постановка проблемы и ее решение даются одновременно, как это имело случай, например, у Э. Шредингера, когда он записал свое знаменитое волновое уравнение.

Интуитивное сопровождение характерно и для этапа доведения результата. Конечно, доказательство развертывается по правилам логики, которые ни в одном пункте не могут быть нарушены. Но и здесь ученый, 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 ее существовании, но и о путях и средствах доказательства.

Кроме того, есть обстоятельство, особенно отягчающее 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 четкие 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 ученых, таких, как, например, Г. Харди, Д. Литтлвуд и сам И. Лакатос, это достаточно неопределен-

ная вещь, чтобы можно было говорить о ее 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 его цели, задает программу. Поэтому в стадии инкубационного вызревания идеи исследователь, конечно, периодически возвращается к условиям задачи, варьирует и уточняет их, шлифует смысл проблемы. Короче, держит ее под неослабным прицелом, подталкивая интуицию к заданной цели.

Когда И. Ньютона однажды спросили, как он пришел к своим открытиям, великий физик ответил: «Я постоянно думал о них... Я постоянно держу в уме предмет своего исследования...». Еще более характерно признание А. Эйнштейна. В одном из многочисленных интервью он следующим образом описал десятилетний период вынашивания теории относительности. В течение этих лет, отмечал он, имелось чувство движения вперед по направлению к чему-то конкретному, хотя это чувство трудно выразить в словах. Позади этого направления стояло нечто логическое, «но я имел его, — заключает ученый, — в виде обзора в зрительной форме».

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

Но логическое проявляется в период инкубации не только в этом. Оно дает 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 ее 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 приемы, 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 логике.

Возьмем, к примеру, метод «последовательных приближений». В нем 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 удается. Если же не удается, 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 измененный 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 знаем, 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 удастся, 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 все же

не достигаем пункта Б. Значит, надо снова видоизменить условие, чтобы еще более сократить разрыв, и так далее.

Более того, некоторые исследователи (Л. де Бройль, Г. Селье) выделяют два типа ученых. 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 вперед шаг за шагом с последовательностью того полководца, который готовит штурм крепости, ничего не оставляя на волю случая. Следуя строгой аналитической выучке, ученые этого типа склонны обходиться без образов, избегают полагаться на догадки и строят новые теории преимущественно логическими средствами. Так, к примеру, проводил свое исследование великий шведский систематик К. Линней. Костяк его теории – классификация. Столь же методически рассудочно, способом проб и ошибок, шел обычно к открытию Т. Эдисон.

Конечно, это деление в известной степени условно. Большинству ученых 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 приемами 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 четкие алгорит-

мы мыслительной деятельности, только мы их не осознаем; они свернуты, и потому целые звенья рассуждений выпадают. Так интуиция объявляется сокращенным 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 развертывается значительно медленнее, основательнее, последовательно переходя от этапа к этапу. Любая интуитивная догадка, полагают сторонники приведенной 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 отчета, 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 отдаем отчет. В научном поиске они не вступают в противоречия, но и не подменяют друг друга, а вместе, дополняя один другого, ведут ученого дорогой открытия. Как полагает большинство исследователей (хотя в науке вопросы не решаются большинством), интуитивное и логическое не разделены непроницаемой перегородкой. 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 завершенность, то ведет 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 несет функции контроля, обя-

зывая отвергнуть некоторые доводы, но и не претендуя на то, чтобы заставить принять любое доказательство, поскольку оно логично.

Искусство ученого — в способности сочетать оба эти начала: свободу воображения, питаемого интуицией, и холодный расчет; 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, преподнесенный человеку эволюцией? Правая половина мозга оставила за собой «сторожевые функции», слежение за внешней средой. Поэтому она все «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 — убежденный 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

ями, которые не только эмоционально поддерживают работу ученого, 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 сферу внимания ученого попадают обычно лишь плодотворные сочетания, а остальные сразу же отпадают. Получается так, словно исследователь держит в уме некоего предварительного экзаменатора, допускающего к окончательным испытаниям только тех кандидатов, которые удовлетворяют определенным требованиям. Как считает А. Пуанкаре, роль этого предварительного экзаменатора и выполняют эстетические

идеалы красоты, изящества, элегантности. Они направляют мысль ученого 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. Ученый не отгорожен от моральных проблем эпохи, ему безразлично, 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 ученого к цели, лишь используя преимущества той и другой, можно достичь наивысшей пользы. Не разделять и не противопоставлять, а вырабатывать исследовательский настрой, опирающийся на методы единого абстрактно-эмоционального, логико-интуитивного мышления.