

«ПАРАДОКС ИЗОБРЕТАТЕЛЯ»

Все наоборот

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

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

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

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

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

Ситуация, что и говорить, необычная. Кажется естественным, что частная, близкая к повседневности, жизненным наблюдениям задача должна скорее поддаваться решению, нежели общая, «сильная», то есть, надо полагать, более глубокая. А получается наоборот. Получается, что к абстрактной, отрешенной

от практики проблеме можно подобрать ключи быстрее, чем к проблеме, насыщенной конкретным, опытным содержанием.

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

Уже древним мыслителям означенный поворот мысли был ведом. Упомянутый прием лежит, в частности, в основе изобретенного еще на рубеже V...IV веков до нашей эры древнегреческим математиком Евдоксом метода «исчерпывания». Он применялся для измерения площадей конкретных фигур или объемов определенных тел и других частных задач, но был найден как общий метод и представлял собой достаточно эффективный способ, явившийся предтечей интегрального исчисления.

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

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

...Долго бился Г. Лейбниц над задачей проведения касательной к кривой в заданной точке. Задача пришла из области строительной архитектуры и представлялась достаточно частной, но никак не давалась. А не пойти ли в обход, подумал ученый? То есть не решать ли не эту, а другую задачу, более общую, которая включала бы исходную в качестве одного

из вариантов, но была значительно легче? Конкретно дело обстояло так. Г. Лейбниц представил, что разыскивает не касательную, а прямую, пересекающую нашу кривую в данной точке (точке касания) и в некоторой другой, удаленной от первой известным расстоянием. В результате речь шла уже о проведении секущей. А это не составляло особого труда и осуществлялось благодаря уже разработанным приемам; скажем сильнее: с этой задачей мог справиться и школьник, знающий уравнение прямой. Но, решив это, находим касательную уже как частный случай, именно путем сближения точек, когда расстояние между ними по дуге оказывается минимальным и в точке касания сводится к нулю, исчезает.

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

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

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

Об И. Кеплере в ту пору, когда он стал знаменитым астрономом, императорским математиком и математиком провинции Верхняя Австрия (других титулов за неимением места не приводим), рассказывают. В 1613 году 42-летний ученый только что начал новую жизнь со второй женой Сусанной. Как заботливый муж, он решил запастись вином, благо был небывалый урожай винограда и вино стоило дешево. Когда бочки доставили во двор, появился купец, который, пользуясь лишь мерной линейкой, уверенно определял количество вина. Он опускал линейку в отверстие сосуда

до упора в угол днища и после этого объявлял число амфор (тогдашняя мера емкости).

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

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

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

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

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

Прием оправдал себя и в других обстоятельствах. Позволим еще одно пояснение.

В 1854 году к знаменитому Л. Пастеру обратились виноделы города Лилля (Франция). Очевидно, они имели на это право: несколько лет назад именно в их городе Л. Пастер получил звание профессора химии. Причиной беспокойства явились... болезни вин, от которых винопромышленники терпели немалые убытки. В течение нескольких лет ученый исследовал, конечно, не оставляя других занятий, предложенную тему и наконец решил ее, создав теорию брожения. Он показал, что

болезнь вина — лишь одно из проявлений общего свойства. Это не что иное, как способ жизнедеятельности микробов. Л. Пастер не только выявил виновников процесса, но и «наказал» их, предложив метод обезвреживания микроорганизмов, названный в его честь пастеризацией.

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

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

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

Отмечено «грязной» работой

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

Вначале о том, какое знание считается общим. Принято теорию называть общей, если она, возникнув для объяснения некоторой совокупности явлений, обнаруживает «жела-

ние» выйти за границы этой совокупности и описывать область, относительно которой исходные явления оказываются лишь частью последней. Иными словами, общая теория объясняет более широкий круг предметов, нежели тот, для понимания которого она создавалась.

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

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

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

Отец второго начала термодинамики — закона перехода теплоты от более нагретого тела к менее нагретому — французский ученый начала XIX века С. Карно так характеризует состояние науки, предшествующее его открытию. В книге «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу» (такие длинные названия были у книг той эпохи) он пишет следующее. Обнаружению закона мешало именно то, что взгляд исследователей на возможность извлекать движение из тепла был уж очень узким. Ученые присматривались к этой возможности, но лишь с точки зрения тех принципов, которые проявлялись в паровых машинах, а проявлялись они здесь в искаженной форме. Мысль топталась на месте. Чтобы вывести ее на простор, нужен был решительный поворот, взгляд с иной позиции. И С. Карно отва-

живается на это. Чтобы понять основы процесса, говорит он, надо взять процесс независимо от какого-либо определенного механизма и от любого конкретного вида тепловой энергии. Значит, и рассуждение надо провести не конкретно, а, так сказать, вообще, то есть относительно всех мыслимых тепловых машин, «каково бы ни было рабочее вещество и каким бы образом на него ни производилось действие».

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

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

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

Такова внешняя фабула событий. Но мы знаем, ученый был одержим идеей, что все живое на всех его уровнях располагает защитными механизмами, иначе ни один организм не мог бы существовать: бактерии беспрепятственно вторгались бы в него и убивали. Как отмечает доктор Ф. Ридли, долго работавший с А. Флемингом, поиски этих механизмов были той путеводной звездой, которая ве-



Никола Леонар Сади КАРНО

ла его чуть ли не с первых шагов научной карьеры. Сначала исследователь выделяет лизоцим (вещество в слезистых глазах и носа). Он полагает, что с точки зрения эволюционного подхода лизоцим был в свое время оружием против всех микробов. Однако они приспособились, стали устойчивее. Соответственно должны эволюционировать и защитные силы организма, рассуждает ученый. Значит, надо продолжать поиски. На этом пути и состоялась встреча с пенициллином, хотя он специально не искал ее. Его занимали тогда проблемы гриппа. Окончательную ясность вносит сам А. Флеминг. «Меня обвиняют в том, что я изобрел пенициллин, — пишет он. — Ни один человек не мог изобрести пенициллин, потому что еще в незапамятные времена это вещество выделено природой. Нет, я не изобрел пенициллинное вещество, но я обратил на него внимание людей и дал ему название».

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

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

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

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

Еще студентом, слушая лекции в Пражском университете, он обратил внимание на следующее. Показывая больных, профессор всегда сосредоточивался на специфических

признаках болезни, по которым ее можно было диагностировать и лечить. Постоянные же, общие симптомы, сопровождающие любую болезнь (слабость, обложенный язык, отсутствие аппетита и т.п.), профессора не интересовали. Г. Селье понимал стратегию такого преподавания материала будущим врачам. Их надо было обучить знанию специфических проявлений болезни, чтобы лечить специфическими же лекарствами. Но Г. Селье гораздо больше поразило то, что имеется так мало признаков, действительно характерных для какой-то определенной болезни. Зато как много общих проявлений у разных, совсем как будто не связанных между собой заболеваний. А некоторые признаки характерны вообще для всех болезней. Его смущало, отчего исследователи, а за ними и практические врачи, упорно выискивая при недомоганиях их конкретные характеристики, обходят вниманием «болезнь вообще», «просто болезнь». Очевидно, было бы важно найти средства лечения не только конкретных заболеваний, но и общего явления «болезнь».

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

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

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

Выходит, что и открытие самого Г. Селье, поскольку оно началось с применения нека-

чественных препаратов, отмечено «грязной» работой. Ученый вспоминает, как профессор, отговаривая его от занятий стрессом, сказал: «Но, Селье, попытайтесь понять, что вы делаете, пока не поздно! Отныне вы решили посвятить остаток своей жизни фармакологии грязи!»

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

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

Подбирая эти факты, В. Филатов готовил будущую теорию, которая объяснила бы нарушение зрения общими сдвигами в организме. Следовательно, и здесь видим попытку осознать частное на уровне закономерностей целого организма.

«Если задача не решается, придумайте себе другую задачу»

Постановка конкретной проблемы как общей таит преимущества, содействуя успеху научного поиска. Так можно ответить на первую часть вопроса об истоках эффективности нашего приема. Но парадокс заключен и в том, что на означенном пути меньше трудностей, чем когда задача решается как частная. Отчего

это? Почему, как утверждает И. Лакатос, «на много вопросов бывает иногда легче ответить, чем на один» и почему «новая, более претенциозная проблема может оказаться более легкой, чем первоначальная»?

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

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

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

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

И так часто. Анализ показывает: результат достигается нередко тем, что одна задача подменяется другой. Исследуют не первоначаль-

ную ситуацию, которая возникла, а совсем иную, казалось бы, какое отношение имеет, скажем, подъемная сила воды к составу короны или плесень грибка — к борьбе с инфекциями? Внешне никакого. Между тем в решениях, которые мы рассмотрели, одно подменяется другим.

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

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

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

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

Совершенно случайно, что достаточно общие идеи оживляют науку, придают ей новые ускорения, вызывая настоящий взрыв новых исследований.

Советский науковед Г. Добров приводит таблицы, показывающие темпы роста открытий химических элементов. Обнаруживается, что кривая роста заметно идет вверх в 70-е годы прошлого века, а потом снова замедляется. И еще один подъем наблюдаем уже в 40-х годах нашего столетия. А причины? В 1869 году Д. Менделеев вывел свой периодический

закон, который и повлиял на усиление работ в химии, в частности, в области поиска неизвестных элементов. Вторая же волна вызвана успехами в изучении внутриядерных превращений в конце 30-х годов XX века.

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

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

«Попасть в дробь»

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

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

Очень часто обстановка в науке требует подняться над конкретными, слишком заземленными задачами и испытать силы на более глубоких общих направлениях, хотя они и не сулят немедленного отдачи. Пусть они представляются отрешенными от практики жизни,

но нередко на этом пути получают такие результаты, на основе которых можно решать массу частных вопросов.

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

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

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

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

Переход к более общему знанию, к общей теории несет еще и то преимущество, что облегчает решение уже решенных задач, поскольку предлагает более эффективный способ получения результата. Это убедительно подтверждается, например, опытом матема-

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

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

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

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

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

Это происходит потому, что восхождение к абстрактно-общему обязывает расстаться с массой подробностей, способных увлечь мысль в лабиринты тупиковых решений. Можно привлечь такой образ. Мы стартуем с Земли (конкретная задача) и, сбросив балласт излишней информации, устремляемся на крыльях абстракции в заоблачные высоты. А здесь, в разреженной атмосфере, исследова-

ние становится легче. Чем меньше исходных параметров обременяет мысль ученого, тем быстрее он схватит смысл проблемы. Поучительный случай описан известным современным ученым У. Сойером в книге «Прелюдии к математике».

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

Вывод о плодотворности упрощений подтверждается результатами специальных тестов, проведенных под руководством советских психологов В. Зыковой, Э. Флешнер и другими. Установлено, что ученики уверенно решают задачи, предъявленные в обобщенных структурах (с помощью абстрактных объектов: треугольников, квадратов, рычагов), чем когда это же содержание задано в конкретных формах (земельными участками, площадями квартир и т.п.). Ученик так объяснил этот маленький парадокс в творчестве изобретателя-школьника: «Здесь трудно. Там один треугольник, а тут крыша и фасад. Вот я и запутался».

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

Составители уверены, что так ученику легче. Ведь конкретность приближает к повседневным, привычным отношениям, наполняет сухое условие красками жизни. Между тем все оборачивается по-иному. Конкретизация разрушает принцип абстрактного рассуждения, который призван прививать навы-

ки логического мышления. Утрачивается умение схватывать структуру текста, упрощать его понимание, а вместе с этим и умение решать познавательные задачи.

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

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

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

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

Затем были выявлены другие, более глубокие особенности пространства.

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

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

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

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

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

Электроды, ножи и вилки

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

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

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

Умение варьировать задачу — показатель возможностей интеллекта. Здесь как в природе: чем выше положение вида в эволюционном ряду, тем сильнее его способность разнообразить свое поведение, что и предопределяет успех в жизненной борьбе. Насекомое, например, попав в комнату, бьется о стекло в одном и том же месте. Оно даже не пытается вылететь в соседнее окно. Мышь гораздо смысленнее. Она меняет направление действий, стремясь пролезть сквозь прутья клетки то в одном, то в другом месте. Человек поступает в

высшей степени разнообразно. Оказавшись в запертом помещении, он испытывает не только дверь, но и окна, дымоход, подполье...

Видоизменение исследовательской задачи и понуждает ученого мобилизовать при ее решении все наличное знание, заглянуть в закрошки памяти, пробудить к активному использованию разнородную информацию. Благодаря этому удается извлечь из наличных сведений максимум ассоциаций и привлечь их к решению темы.

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

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

Понятно, чем разнообразнее число идей, гипотез, чем шире набор вариантов и ассоциаций, которыми располагает исследователь, тем более возможностей для такого отбора и тем вероятнее ожидание удачи. Вот здесь и способен оказать свои услуги метод видоизменения темы. Когда сосредоточивают внимание только на одной проекции предмета, она заслоняет все остальные, и исследователь рискует упустить другие, быть может, более продуктивные стороны. Притом вновь стоит подчеркнуть роль уже упоминавшегося «периферического» зрения, которое позволя-



Ричард Филлипс ФЕЙНМАН

ет увидеть контуры важных вещей вне той области, где ожидается появление нового. Это существенно, поскольку таит возможность незапланированных результатов, чем фактически и являются в большинстве по-настоящему крупные открытия.

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

Р. Фейнман, получая Нобелевскую премию, отмечал следующее. Описывая неизвестное, мы всегда опираемся на имеющееся знание. И вот здесь важно, чтобы ученый располагал несколькими концепциями по одному и тому же вопросу. В научном отношении они могут быть равноправны, отличаясь лишь тем, что основаны на различных физических представлениях. Но они оказываются неодинаковыми психологически, когда, опираясь

на них, исследователь желает шагнуть в неизведанное. Ведь с разных точек зрения открываются разные возможности для модификаций.

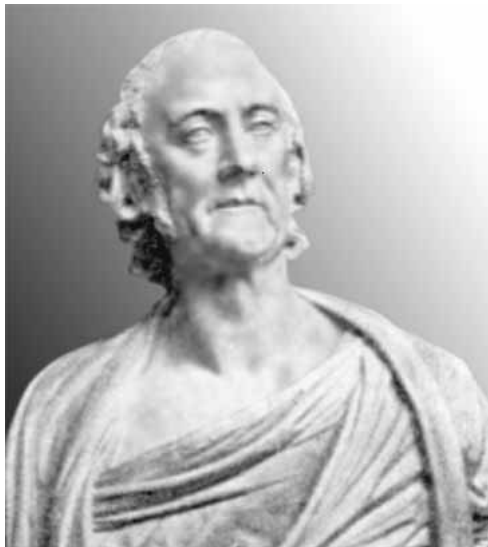
Варьирование ценно и еще в одном значении. Если задача продумана со всех сторон, во всевозможных вариантах, она прочнее входит в сознание ученого, овладевает всеми его помыслами. А в этом, как мы помним по предыдущей главе, залог успеха, поскольку решение может прийти лишь к тому, кто неотступно об этом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

Прием видоизменения широко используется в практике научных открытий.

Изобретатель «электрической свечи» (прозванной парижскими газетами «русским светом») П. Яблочков долго не мог найти способа упростить ее с тем, чтобы удешевить производство. Дело заключалось в том, что угли располагались в свече наклонно друг к другу. Поэтому в процессе их сгорания вольтова дуга растягивалась и лампочка гасла. Для их сближения необходимо было вмонтировать сложное, стоящее немалых денег устройство.

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

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



Алессандро ВОЛЬТА

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

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

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

Такова подоплека и многих изобретений — переворачивать устоявшиеся формы, привычные конструкции. Скажем, при создании вертолета этот прием воплотился таким образом. Вместо того чтобы принять крылья самолета неподвижными, предназначенными для образования подъемной силы, было предусмотрено движение самих крыльев (винта) при неподвижном фюзеляже.

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

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



Николай КОПЕРНИК

совсем заменили эластичной пластмассой, они и вовсе перестали ломаться.

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

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

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

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

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

Думается, что противоречий нет. Речь идет о разных этапах и сторонах творчества. При уяснении сути проблемы ее надо упростить, довести до абстрактно-обобщенной формы с возможно меньшим числом параметров. Задача должна быть поставлена четко, однозначно и сжато. А это и достигается путем отсекающей массы детальных сведений, частных. И наоборот, чем обширнее, разнороднее знания, привлеченные к решению проблемы, тем вероятнее успех. Наша установка такова: упрощать понимание задачи, но разнообразить пути ее решения.

Мосты над пропастью

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

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

В творческих исканиях полезно обогатить себя результатами других исследований, притом необязательно родственных, а скорее наоборот. Обращает на себя внимание наблюдение А. Пуанкаре: среди комбинаций, нами

отбираемых, самыми плодотворными оказываются те, элементы которых взяты из наиболее удаленных друг от друга областей. На этом же останавливается Д. Пойа, замечая, что чем дальше отстоят изучаемые объекты, тем большего уважения заслуживает исследователь, обнаруживший между ними связь. Ибо связь эта нечто вроде наведения мостов над пропастью.

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

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

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

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

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

Однако далее эту тему не развиваем. Мы подошли к границам, за которыми простирается компетенция парадокса «дилетант — специалист», и не хотели бы вторгаться на чужие

территории. Заметим лишь, что выводы, полученные на основе «парадокса изобретателя», отчетливо согласуются с данными анализа парадокса-смежника.

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

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

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

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

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

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

В этом пункте исканий полезно подключить такую науку, которая обогащала бы методологически, помогала бы «переплавить» многообразие идей в ту единую, обобщающую идею, с которой и приходит решение. Короче, мы взываем к философии. Без помощи философии тем более трудно, чем глубже проблемы и значительнее ожидаемый результат. «Что касается философии, — пишет, например, М. Борн, — то любой современный ученый-естествоиспытатель, особенно каждый физик-теоретик, глубоко убежден, что его работа теснейшим образом переплетается с философией и что без серьезного знания философской литературы это будет работа впустую». Именно поэтому, заключает М. Борн, философский подтекст науки всегда интереснее его больше, чем специальный результат.

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

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



Макс БОРН

Вместе с этим философия, синтезируя успехи науки, вырабатывая общие закономерности, удерживает исследователя в рамках естественнонаучного (не любого! Здесь граница фантазии) понимания реальности.

Мы не хотели бы оказаться голословными. А. Гумбольдт — яркий выразитель немецкого научного Возрождения первой половины XIX века, положивший начало подъему многих областей знания. Неумолимый путешественник, объездивший ряд стран, в том числе и Россию, он стал одним из основателей современной географии растений, гидрографии, физической географии. А. Гумбольдт занимался исследованиями по геологии и геофизике, интересовался проблемами математики. Под его влиянием К. Гаусс, например, приступил к изучению земного магнетизма. Одним словом, размах увлечений А. Гумбольдта широк, а успехи впечатляющи. Известный немецкий математик Ф. Клейн, высоко оценивавший его заслуги, отмечал, что он «обладал редким даром постигать значение далеких от него областей» и объяснил эту способность тем, что ученый «руководствовался сво-

им общим мировоззрением». Добавим: это было мировоззрение стихийного материалиста.

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

Однако наибольшую пользу способна принести лишь научная философия, высшим пунктом развития которой является диалектический метод. Характерно признание П. Анохина, сделанное в выступлении на совещании по философским проблемам естествознания в 1970 году. Во время поездки по городам США его однажды спросили: чем объяснить, что он успевает так много сделать, притом в достаточно широком диапазоне научных интересов? П. Анохин ответил так. Ему удается это потому, что он вырос на философских идеях материализма, которые воспитывают у исследователя широту кругозора и вооружают общим методом, позволяющим не только ориентироваться в массе конкретных пройдем, но и успешно их решать.

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

С другой стороны, можно указать на факты, когда незнание философии обернулось для ученого определенными потерями. Мы уже писали о замечательном физике Э. Ферми. Обращаемся к нему снова, на этот раз, с сожалением, не за положительным примером.

Э. Ферми мало интересовало то, что лежит за пределами естествознания. Он не скры-



Энрико ФЕРМИ

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

Здесь мы расстаемся с «парадоксом изобретателя» и хотели бы отметить следующее. По существу, лишь на его основе могут эффективно проявиться эвристические возможности, заложенные в других парадоксах. Преимущества «дилетантов» перед специалистами, интуитивных процессов поиска истины перед логически осознаваемыми, «бессмыслицы» перед здравым смыслом и т.д. — все

эти преимущества реализуются не просто потому, что ученый обращается к смежным наукам, «включает» бессознательные механизмы или нетривиально мыслит. Причина прежде всего в том, что ему удается поставить проблему широко, как общую. Без этого обобщающего взгляда на предмет не помогут ни интуиция, ни эрудированность, ни дерзость мысли.

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