

М.А. Розов

Новации и их механизмы

Глава

5

НОВАЦИИ И ИХ МЕХАНИЗМЫ

Типы новаций в развитии науки

Как же выглядит динамика науки в свете изложенных представлений? Если ученый работает в традициях, если он запрограммирован, то как возникает новое? Ответ на этот вопрос надо искать прежде всего в многообразии традиций, в возможности их взаимодействия. Однако предварительно полезно уточнить, что именно мы понимаем под новациями в развитии науки, каков их характер, какие можно выделить типы новации и как эти типы связаны друг с другом.

Разнообразие новаций и их относительный характер

Наука - это очень сложное и многослойное образование, и она постоянно переживает множество разнообразных изменений. Нам, однако, не будут интересовать социально-организационные аспекты науки, ее положение в обществе и т.д. Хотя, разумеется, организация академий или научных институтов - это тоже новации, но в рамках других подходов к исследованию научного познания. Философию науки в первую очередь интересует знание, его строение, способы его получения и организации. О новациях именно в этой области и пойдет речь.

Надо сказать, что и при таких ограничениях мы имеем перед собой трудно обозримый по своему разнообразию объект исследования. Это и создание новых теорий, и возникновение новых научных дисциплин. Иногда эти две акции почти совпадают, как в случае квантовой механики, но можно назвать немало областей знания, которые не имеют своих собственных теорий. Новации могут состоять в построении новой классификации или периодизации, в постановке новых проблем, в разработке новых экспериментальных методов исследования или новых способов изображения. Очень часто, говоря о новациях, имеют в виду обнаружение новых явлений, но в этот класс с равным правом входят как сенсационные открытия типа открытия высокотемпературной сверхпроводимости, так и достаточно рядовые описания новых видов растений или насекомых.

К числу новаций следует причислить также введение новых понятий и новых терминов. Последний момент часто упускают из виду, явно его недооценивая. Однако нередко именно новый термин закрепляет в сознании научного сообщества принципиальную новизну тех явлений, которые до этого просто описывались, но не получали специальных обозначений. Вот что пишет по этому поводу революционер в области геоморфологии В.М.Дэвис: "sЯ хочу подчеркнуть тот факт, что "идея пенеплена" принадлежит не мне. Я предложил только название, но, как часто бывает, введение определенного названия для явления, о котором до этого говорили только в общих выражениях, способствовало его признанию; свидетельством тому служит история термина "антецедентные", обозначающего реки, которые сохраняют свое

направление, прорезая поднимающиеся горные цепи. Идея antecedentных рек возникла у нескольких исследователей, которые не дали ей никакого названия, а безыменная, она не завоевала общего признания. Эта идея стала популярной только тогда, когда Поуэлл дал ей собственное имя".

В свете введенной выше модели можно попытаться разбить все новации на несколько групп в зависимости от того, с изменением каких наукообразующих программ они связаны. Можно говорить, например, об изменении исследовательских программ, включая сюда создание новых методов и средств исследования, и об изменении программ коллекторских, т.е. о постановке новых вопросов, об открытии или выделении новых явлений (новых объектов референции), о появлении новых способов систематизации знания. Но надо иметь в виду, что мы при этом упускаем из поля зрения основную массу новаций, которые, образно выражаясь, образуют повседневность науки. Это те новации, которые осуществляются в рамках существующих программ, ничего в них не меняя по существу, это, в частности, повседневное накопление знаний. Может быть, эту "повседневность" и не стоит специально рассматривать? Дело, однако, в том, что из таких повседневных актов и складывается развитие науки, включая и изменение научных программ. Более того, никогда нельзя заранее предсказать, к чему приведет та или иная, казалось бы, вполне традиционная акция.

В этом последнем пункте мы сталкиваемся с явлением относительности новаций. Они относительны к последующему развитию науки. Впрочем, это касается не только научных новаций,

но и новаций вообще. Говорят, что Колумб открыл Америку, но так ли это? Он искал западный путь в Индию, был, уверен, что таковой существует, и умер в сознании, что открыл то, что искал. Открытие Америки - это уже последующая интерпретация его деятельности. Или другой пример: вот растет и развивается ребенок, можно ли составить полный список тех изменений, которые при этом происходят? Перед нами непрерывный поток полностью невоспроизводимых событий, каждый день, каждый час и похож и не похож на предыдущие. Вероятно, надо попытаться выделить самое существенное, но критерием при этом является последующее развитие, которое будет вносить в наш выбор все новые и новые коррективы. Только потом, обнаружив у взрослого человека те или иные уже ярко выраженные качества, мы начинаем осознавать значение отдельных событий его детства.

Так и в науке: новации и здесь часто осознаются задним числом, осознаются тогда, когда мы ищем в прошлом истоки современных идей. Приведенные выше рассуждения В.М.Дэвиса дают тому прекрасный пример. Можно ли считать новацией описание antecedentных рек до того, как был введен соответствующий термин? Ведь научное сообщество не реагировало на это как на нечто новое. Но, когда термин введен и принят, мы понимаем, что идеи были уже высказаны до этого, что они были новыми и значимыми. Иными словами, выделение новаций - это дело Суда Истории. Люди действуют в традициях, История делает их новаторами. Но и Суд Истории способен изменить свое мнение.

Новые методы и новые миры

Рассмотрим два типа новаций, один из которых связан с развитием исследовательских, а другой - коллекторских программ. Первый - это появление новых методов, второй - открытие новых миров, новых объектов исследования. Оба типа новаций могут приводить к существенным сдвигам в развитии науки и воспринимаются в этом случае как революции. Факты свидетельствуют, что эти новации тесно связаны друг с другом, что иллюстрирует и связь исследовательских и коллекторских программ.

Новые методы, как отмечают сами ученые, часто приводят к далеко идущим последствиям - и к смене проблем, и к смене стандартов научной работы, и к появлению новых областей знания. Укажем хотя бы очевидные примеры: появление микроскопа в биологии, оптического телескопа и радиотелескопа в астрономии, методов "воздушной археологии"

Изобретение микроскопа и распространение его в XVII веке с самого начала будоражило воображение современников. Хотя приборы были очень несовершенны, это было окно для наблюдения живой природы, которое позволило первым великим микроскопистам - Гуку, Грю, Левенгуку, Мальпиги - сделать их бессмертные открытия. Оглядываясь на XVII век, известный историк биологии В.В.Лункевич назвал его эпохой "завоеваний микроскопа". Он дает выразительный портрет психологического состояния Роберта Гука, охваченного ажиотажем новых исследований: "Нужно только представить себе человека умного, образованного, любознательного и темпераментного во всеоружии первого микроскопа, т.е. инструмента, которым почти никто до него не пользовался и который дает возможность открыть совершенно

новый, никем до того не виданный и никому не ведомый мир; нужно только перевоплотиться в такого человека, чтобы не только представить себе ясно, но и почувствовать и настроение Гука, и торопливую пестроту его наблюдений. Он бросался на все, что можно поместить на столик, под объектив микроскопа; пусть это будет кончик тоненькой иглы или острие бритвы, шерстяная, льняная или шелковая нить, крошечные стеклянные шарики, радугой играющие под линзой микроскопа, частички тонкого песка, осадок в моче, зола растений или кристаллики различных минералов - не важно: все это ново, интересно, полно неожиданностей, чревато возможностью засыпать мир тысячью маленьких открытий" На все это можно посмотреть и в более широком, принципиальном плане: разве нельзя всю историю биологии разбить на два этапа, разделенные появлением и внедрением микроскопа? Без микроскопа не было бы целых больших и фундаментальных разделов биологии (микробиологии, цитологии, гистологии), во всяком случае в том виде, как они сейчас существуют. Очевидно, что появление микроскопа привело и к открытию новых миров.

Нечто аналогичное происходило и в геологии. Во второй половине XIX столетия применение микроскопа для исследования горных пород приводит к революционным изменениям в петрографии. Вот как этот решительный сдвиг описывает выдающийся русский петрограф Ф. Ю. Левинсон-Лессинг в 1916 г.: "В зависимости от введения новых методов исследования или усовершенствования прежних и от успехов сопредельных областей знания, все отрасли естествознания XIX столетия эволюционировали и продолжают

эволюционировать. Вместе с приемами исследования расширяются и те проблемы, которые ставит себе данная наука, или появляются новые перспективы, возникают новые задачи, - и физиономия науки постепенно видоизменяется: то, что недавно еще было новым, оказывается уже устаревшим и заменяется новыми воззрениями, которых ожидает та же судьба. Этот процесс развития совершается в общем постепенно, но бывают моменты быстрого движения вперед, как бы скачки, аналогично явлению сальтации в общем процессе медленной эволюции органического мира. Таким значительным скачком в петрографии явилось введение микроскопического метода исследования. Быть может, нет другой науки, в которой можно было бы указать такой резкий перелом, как тот, который совершился в начале шестидесятых годов прошлого столетия в петрографии". Нетрудно видеть, что речь идет не только о революции в петрографии, которую Левинсон-Лессинг оценивает как столь резкий перелом, что ему нет равных в других науках, - вопрос ставится шире: всю эволюцию естествознания XIX столетия автор ставит в зависимости от развития и усовершенствования методов исследования.

Во второй половине XX столетия начинается бурный подъем астрономии, связанный с появлением радиотелескопа. Для астрофизиков ситуация обновления очевидна. "Революция в астрономии началась примерно в 1950 году и с тех пор ее триумфальное шествие не прекращается", - считает американский астрофизик П.Ходж. Аналогичная оценка - у академика В.Л.Гинзбурга: "Астрономия после второй мировой войны вступила в период особенно блистательного развития, в период "второй

астрономической революции" (первая такая революция связывается с именем Галилея, начавшего использовать телескопы)с Содержание второй астрономической революции можно видеть в процессе превращения астрономии из оптической во всеволновую". И здесь, как видите, периодизация связана с методами эмпирического исследования: первая революция - оптический телескоп, вторая - радиотелескоп.

Перейдем к археологии. Один из самых смелых шагов был сделан ею во время первой мировой войны: шаг, который позволил археологу, как говорится, стать птицей - благодаря аэроплану и аэрофотосъемке, что привело к целому ряду необычных открытий и важных обобщений. С высоты открылись такие следы прошлого, наблюдать которые не могли и мечтать самые прозорливые наземные исследователи. Известный английский археолог и востоковед Лео Дойель пишет: "Воздушная археология революционизировала науку изучения древностей, может быть, даже в большей степени, чем открытие радиоуглеродного метода датировки. По словам одного из ее основателей вклад, внесенный воздушной разведкой в археологические изыскания, можно сравнить с изобретением телескопа в астрономии". Здесь опять подчеркивается революционизирующая роль новых методов: радиоуглеродный метод датировки, методы аэрофотосъемки.

У нас нет возможности увеличивать количество примеров, но очевидно, что речь должна идти не только о методах наблюдения или эксперимента, но обо всем арсенале методических средств вообще. Не меньшее значение, например, могут иметь методы обработки и систематизации эмпирических данных - вспомним хотя

бы роль картографии для наук о Земле или роль статистических методов в социальных исследованиях. Огромное революционизирующее значение имеет и развитие чисто теоретических методов - например, перевод естествознания на язык математического анализа. Здесь надо вспомнить не только труды Ньютона, но и кропотливую работу Эйлера, Лагранжа, Гамильтона и др. Без этой двухвековой подготовки невозможна была бы и эйнштейновская научная революция. Вообще проникновение математических методов в новые области науки всегда приводит к их революционной перестройке, к изменению стандартов работы, характера проблем и самого стиля мышления. Но главное, что бросается в глаза и что хотелось бы подчеркнуть, - если в нарисованной Т.Куном глобальной картине узловыми точками являются новые теоретические концепции, то в такой же степени можно организовать весь материал истории науки, включая и естествознание, и науки об обществе, вокруг принципиальных скачков в развитии методов. Качественная перестройка методического арсенала - это своеобразная координатная сетка, не менее удобная, чем перечень куновских парадигм.

Перейдем теперь к фактам другого типа. Обычно, характеризуя ту или иную науку, мы прежде всего интересуемся тем, что именно она изучает. Это не случайно. Выделение границ изучаемой области или, иными словами, задание объекта исследования - это, как мы уже отмечали, достаточно существенный наукообразующий параметр. Не удивительно, что возникновение новых дисциплин очень часто связано как раз с обнаружением каких-то ранее неизвестных сфер или аспектов действительности. Не вызывает

сомнений, что это тоже своеобразные научные революции, которые мы и будем называть открытием новых миров. Перед исследователем в силу тех или иных обстоятельств открывается новая область непознанного, мир новых объектов и явлений, у которых нет еще даже имени. Далее в ход идет весь арсенал уже имеющихся средств, методов, теоретических представлений, исследовательских программ. Новой является сама область познания.

Простейший пример - Великие Географические открытия, когда перед изумленными путешественниками представали новые земли, акватории, ландшафты, неведомые культуры. Нельзя недооценивать роль этих открытий в истории европейской науки. Но не менее, а, может быть, и более значимо появление в сфере научного изучения таких объектов, как мир микроорганизмов и вирусов, мир атомов и молекул, мир электромагнитных явлений, мир элементарных частиц. Список такого рода можно расширить и сделать более детальным. Открытие явления гравитации, открытие других галактик, открытие мира кристаллов, открытие радиоактивности. Все это принципиальные шаги в расширении наших представлений о мире, которые сопровождались и соответствующими изменениями в дисциплинарной организации науки. И в такой же степени, как новые методы, новые миры тоже образуют своеобразную координатную сетку, позволяющую упорядочить и организовать огромный материал истории науки. Следует подчеркнуть, что открытие нового мира и определение его границ, - это не одноактное событие. Понимание того, что в поле зрения появились не отдельные интересные явления, а именно

новый мир, занимает иногда целые годы. Еще Т. Кун отмечал, что научные революции растянуты во времени. Колумб, например, пытаясь указать, где побывали его корабли, наносил новые земли на карту Азии. Заслуга осознания и доказательства того, что открыт целый новый континент, принадлежит уже не ему, а последующим мореплавателям. И отнюдь не пытаюсь преуменьшить величие Колумба, мы должны все же признать, что он, увы, никакой Америки не открыл, хотя и положил начало процессу этого открытия.

Другой пример - появление в науке такого нового мира, как вирусы. В 1892 г. Д.И.Ивановский обнаруживает удивительное явление: способность возбудителя мозаичной болезни табака проходить сквозь фарфоровый фильтр, задерживающий бактерии. Метод фильтрования совершенно традиционен; исследователя отличает только исключительная тщательность в работе. Позднее в 1899 г. результаты Ивановского подтверждает М.Бейеринк, который и предложил для обозначения фильтрующегося инфекционного начала термин "вирус" (лат. *virus* яд). Осознание того, что вирусы - это новый мир, дающий основания для выделения особого свода знаний - вирусологии, пришло еще позднее в связи с трудами Ф. Туорта (1915 г.) и Ф. Д'Эррела (1917 г.). Иными словами, лишь через несколько десятилетий научного труда выяснилось, что перед нами целое семейство неклеточных форм жизни, насчитывающее сегодня в общей сложности около 800 видов.

Открытие новых миров - это вовсе не прерогатива естественных наук, аналогичный вклад сюда вносят и науки об обществе. На это, к сожалению, обращают обычно гораздо меньшее внимание, хотя революционизирующее общекультурное значение таких открытий

не вызывает сомнений. Думается, например, что уже появление "эйдосов" Платона - это открытие нового мира, новой реальности, способ бытия которой вызывает обсуждения до сих пор. Был обнаружен, в частности, фундаментальный факт: наряду с реальными геометрическими фигурами, которые могут быть нарисованы на песке, существуют еще какие-то другие, применительно к которым мы и формулируем свои теоремы. Нужна, вероятно, целая книга, чтобы проследить увлекательные перипетии дальнейшего развития этой мысли.

Но главное в развитии наук об обществе - это открытие "прошлого" человечества, открытие "прошлого" как особого мира и объекта познания. Огромное общекультурное значение имела расшифровка Шампольоном египетской письменности. "Исследования Шампольона, - подчеркивает известный историк И.Г.Лившиц, комментируя труд последнего "О египетских иероглифах", - заложили основу новой науки, расширившей нашу историческую перспективу на целые тысячелетия и раскрывшей перед нами новый, почти совершенно неизвестный дотоле мир". Нельзя не вспомнить в связи с этим слова Пушкина о Карамзине, сказанные в связи с созданием "Истории государства российского": "Древняя Россия, казалось, найдена Карамзиным, как Америка - Колумбом". Сравнение удачно схватывает изоморфизм познавательных ситуаций: открытие прошлого вполне сопоставимо с открытием новых земель, культур и народов.

Революционным шагом вперед было и открытие Льюисом Морганом доисторического прошлого человечества. Сам Морган в предисловии к своему труду "Древнее общество" (1877 г.) писал:

"Глубокая древность существования человечества на земле окончательно установлена. Кажется странным, что доказательства этого были найдены только в последние тридцать лет и что современное поколение - первое, которое признало столь важный факт". Современному человеку уже трудно оценить степень революционности этих открытий, трудно понять их кардинальное воздействие на все мировосприятие ученых прошлого века. Не случайно некоторые события из истории палеоантропологии сейчас воспринимаются как курьезные. Вот один из таких курьезов, связанный с находкой черепа "неандертальского человека". Случай этот как весьма поучительный приводит в своей книге известный американский палеоантрополог Д. Джохансон.

Найденный в 1856 г. в долине Неандера череп был гораздо толще, длиннее и уже, чем у современного человека, с массивными надбровными дугами. Находку начали энергично изучать немецкие анатомы. "Этот череп принадлежал пожилому голландцу," - сказал д-р Вагнер из Геттингена. "Нет, - заявил д-р Майер из Бонна, - это череп русского казака, который в погоне за отступающей армией Наполеона отбил от своих, забрел в пещеру и умер там." Французский ученый Прюнер-Бей придерживался иного мнения: "Череп принадлежал кельту, несколько напоминающего современного голландца, с мощной физической, но низкой умственной организацией." Окончательный приговор произнес знаменитый Рудольф Вирхов. Он заявил, что все странные особенности неандертальца связаны не с его примитивностью, а с патологическими деформациями скелета, возникшими в результате перенесенного в детстве рахита, старческого артрита и нескольких

хороших ударов по голове. Оставался еще вопрос о древности находки. Ученые пришли к единодушному мнению, что неандерталец, возможно, ходил по земле во времена Наполеона. В основе данного курьеза лежало, конечно, отсутствие надежного метода датировки ископаемых остатков. Но поучительно и то, с каким трудом человеческое сознание осваивает само представление о глубине прошлого, в которое ему предстоит проникнуть.

Незнание и неведение

В целях дальнейшего изложения удобно разделить все новации на два класса: новации преднамеренные и непреднамеренные. Первые возникают как результат целенаправленных акций, вторые - только побочным образом. Первые, согласно Куну, происходят в рамках парадигмы, вторые - ведут к ее изменению. Предложенное деление можно значительно уточнить, если противопоставить друг другу незнание и неведение.

Будем называть незнанием то, что может быть выражено в виде вопроса или эквивалентного утверждения типа: "Я не знаю того-то". "Что-то" в данном случае - это какие-то вполне определенные объекты и их характеристики. Мы можем не знать химического состава какого-либо вещества, расстояния между какими-либо городами, даты рождения или смерти политического деятеля далекого прошлого, причины каких-либо явлений. Во всех этих случаях можно поставить и вполне конкретный вопрос или сформулировать задачу выяснения того, чего мы не знаем. Эварист Галуа писал: "Наиболее ценной книгой наилучшего ученого является та, в которой он сознается во всем, чего не знает". Это и

понятно: незнание - элемент коллекторской программы науки, существенно определяющий потенциал ее развития.

Нас в данном контексте интересуют не границы эрудиции отдельного человека, а границы познания, заданные определенным уровнем развития науки и культуры. На этом уровне мы способны сформулировать некоторое множество вопросов, задач, проблем, что и образует сферу незнания. Все, что в принципе не может быть выражено подобным образом, для нас просто не существует как нечто определенное. Это сфера неведения. Образно выражаясь, неведение - это то, что определено для Бога, но не для нас. Демокрит, например, не знал точных размеров своих атомов, но мог в принципе поставить соответствующий вопрос. Однако он не ведал о спине электрона или о принципе Паули.

Легко показать, что незнание имеет иерархическую структуру. Например, вы можете попросить своего сослуживца перечислить его знакомых, их пол, возраст, место рождения, род занятий и т.д. Это зафиксирует первый уровень вашего незнания, ибо перечисленные вопросы могут быть заданы без каких-либо дополнительных предположений, кроме того, что все люди имеют пол, возраст и прочие указанные выше характеристики. Но среди знакомых вашего сослуживца вполне может оказаться боксер, писатель, летчик-испытатель. Поэтому возможны вопросы более специального характера, предполагающие введение некоторых дополнительных гипотез. Например, вопрос можно поставить так: "Если среди ваших знакомых есть писатель, то какие произведения он написал?"

Очевидно, что действуя аналогичным образом применительно к науке, мы получим достаточно развернутую программу, нацеленную на получение и фиксацию нового знания, выявим некоторую перспективу развития данной науки в той ее части, которая зависит от уже накопленных знаний. Иными словами, незнание - это область нашего целеполагания, область планирования нашей познавательной деятельности. Строго говоря, - это явная или неявная традиция, использующая уже накопленные знания в функции образцов.

Но перейдем к неведению. Как уже отмечалось, в отличие от незнания оно не может быть зафиксировано в форме конкретных утверждений типа: "Я не знаю того-то". Это "что-то" мы не можем в данном случае заменить какими-то конкретными характеристиками. Мы получаем поэтому тавтологию: "Я не знаю того, чего не знаю". Тавтология такого типа - это и есть признак неведения.

Означает ли сказанное, что мы не можем поставить задачу поиска новых, еще неизвестных явлений, новых минералов, новых видов животных и растений? Такая задача или, точнее, желание, конечно же, существует, но следует обратить внимание на следующее. Ставя вопрос, фиксирующий незнание, мы хорошо представляем, что именно нам надо искать, что исследовать, и это позволяет, в принципе, найти соответствующий метод, т.е. построить исследовательскую программу. В случае поиска неизвестного такого особого метода вообще быть не может, ибо нет никаких оснований для его спецификации.

Иными словами, невозможен целенаправленный поиск неизвестных или, точнее, неведомых явлений. Мы должны просто продолжать

делать то, что делали до сих пор, ибо неведение открывается только побочным образом. Так, например, можно поставить задачу поиска таких видов животных или растений, которые не предусмотрены существующей систематикой. Вероятно, они существуют. Но что должен делать биолог для их поиска? То, что он делал до сих пор, т.е. пользоваться существующей систематикой при описании флоры и фауны тех или иных районов. Поэтому задачи или вопросы, направленные на фиксацию неведения, мы будем называть праздными в отличие от деловых вопросов или задач, фиксирующих незнание. Праздные задачи не детерминируют никакой научной программы, не задают никакой конкретной исследовательской деятельности.

Противопоставление незнания и неведения в конкретных ситуациях истории науки требует достаточно детального анализа. После открытия Австралии вполне правомерно было поставить вопрос о животных, которые ее населяют, об образе их жизни, способах размножения и т.д. Это составляло сферу незнания. Но невозможно было поставить вопрос о том, в течение какого времени кенгуру носит в сумке своего детеныша, ибо никто еще не знал о существовании сумчатых. Это было в сфере неведения. Нельзя, однако, сказать нечто подобное об "открытии" Галле планеты Нептун. Казалось бы, оба случая идентичны: биологи открыли новый вид, Галле обнаружил новую планету. Но это только на первый взгляд. Никакие данные биологии не давали оснований для предположения о существовании сумчатых животных. А планета Нептун была теоретически предсказана Леверье на основании возмущений Урана. Обнаружение этих последних - это

тоже не из сферы неведения, ибо существовали теоретические расчеты движения планет, и вопрос об их эмпирической проверке был вполне деловым вопросом.

Что такое открытие?

В свете сказанного можно уточнить часто используемое понятие "открытие" и противопоставить ему такие термины, как "выяснение" или "обнаружение". Мы можем выяснить род занятий нашего знакомого, можем обнаружить, что он летчик. Это из сферы ликвидации незнания. Галле не открыл, а обнаружил планету Нептун. Но наука открыла сумчатых животных, открыла явление электризации трением, открыла радиоактивность и многое другое.

Открытия подобного рода часто знаменуют собой переворот в науке, но на них нельзя выйти путем целенаправленного поиска; из знания в неведение нет рационального, целенаправленного пути. С этой точки зрения, так называемые географические открытия нередко представляют собой, скорее, выяснение или обнаружение, ибо в условиях наличия географической карты и системы координат вполне возможен деловой вопрос о наличии или отсутствии островов в определенном районе океана или водопадов на той или иной еще неисследованной реке. Точнее сказать поэтому, например, что Ливингстон не открыл, а обнаружил или впервые описал водопад Виктория.

Итак, открытие - это соприкосновение с неведением. Специфической особенностью открытий является то, что на них нельзя выйти путем постановки соответствующих деловых вопросов, ибо существующий уровень развития культуры не дает для этого оснований. Принципиальную невозможность постановки

того или иного вопроса следует при этом отличать от его нетрадиционности в рамках той или иной научной области. Легче всего ставить традиционные вопросы, которые, так сказать, у всех на губах, труднее - нетрадиционные. Абсолютное неведение находится вообще за пределами нашего целеполагания. Но есть смысл говорить о неведении относительно, имея в виду отсутствие в границах той или иной специальной дисциплины соответствующих традиций. Надо сказать, что практически такого рода относительное неведение часто ничем не отличается от абсолютного и преодолевается тоже побочным образом.

Все приведенные выше примеры относились в основном к сфере эмпирического исследования. Это вовсе не означает, что на уровне теории мы не открываем новых явлений. Достаточно вспомнить теоретическое открытие позитрона Дираком. Об открытиях такого рода можно говорить тогда, когда построенная теоретическая модель оказывается гораздо богаче, чем мы предполагали, и из нее следуют неожиданные выводы.

Традиции и новации

Как же возникает новое в ходе функционирования науки и какую роль при этом играет взаимодействие традиций? Очевидно, что огромная масса новых научных знаний получается в рамках вполне традиционной работы. Но как сочетать эту традиционность с принципиальными сдвигами, которые сами участники процесса нередко воспринимают как революции? Постараемся показать, что и здесь традиции играют немаловажную роль.

Концепция "пришельцев"

Наиболее простая концепция, претендующая на объяснение коренных новаций в развитии науки, - это концепция "пришельцев". Нередко она напрашивается сама собой. Вот что пишет известный австралийский геолог и историк науки У. Кэри об основателе учения о дрейфе континентов Альфреде Вегенере: "Вегенер изучал астрономию и получил докторскую степень, но затем он перенес главное внимание на метеорологию и женился на дочери известного метеоролога В.П. Кеппена. Я подозреваю, что будь он по образованию геологом, ему никогда бы не осилить концепцию перемещения материков. Такие экзотические "прыжки" чаще всего совершаются перебежчиками из чуждых наук, не связанными ортодоксальной догмой".

Концепция "пришельцев" в простейшем случае выглядит так: в данную науку приходит человек из другой области, человек, не связанный традициями этой науки, и делает то, что никак не могли сделать другие. Недостаток этой концепции бросается в глаза. "Пришелец" здесь - это просто свобода от каких-либо традиций, он определен чисто отрицательно, тем, что не связан никакой догмой. Рассуждая так, мы не развиваем Куна, а делаем шаг назад, ибо начинаем воспринимать традицию только как тормоз: отпустите тормоза и сам собой начинается спонтанный процесс творчества. Но Кун убедительно доказал, что успешно работать можно только в рамках некоторой программы.

Другое дело, если "пришелец" принес с собой в новую область исследований какие-то методы или подходы, которые в ней отсутствовали, но помогают по-новому поставить или решить проблемы. Здесь на первое место выступает не столько свобода от

традиций, сколько, напротив, приверженность им в новой обстановке, а "пришелец" - это, скорее, прилежный законопослушник, чем анархист.

Вот что пишет академик В.И.Вернадский о Пастере, имея в виду его работы по проблеме самозарождения: "Пастерс выступал как химик, владевший экспериментальным методом, вошедший в новую для него область знания с новыми методами и приемами работы и увидевший в ней то, чего не видели в ней ранее ее изучавшие натуралисты-наблюдатели". Все очень похоже на высказывание У.Кэри о Вегенере с той только разницей, что Вернадский подчеркивает не свободу Пастера от биологических догм, а его приверженность точным экспериментальным методам.

Этот второй вариант концепции "пришельцев", несомненно, представляет большой интерес. Но если в первом случае для нас важна личность ученого, освободившегося от догм и способного к творчеству, то во втором - решающее значение приобретают те методы, которыми он владеет, те традиции работы, которые он с собой принес, сочетаемость, совместимость этих методов и традиций с атмосферой той области знания, куда они перенесены.

Вернемся к Пастеру. Сам он о своей работе по проблеме самозарождения писал следующее: "Я не ввожу новых методов исследования, я ограничиваюсь только тем, что стараюсь производить опыт хорошо, в том случае, когда он был сделан плохо, и избегаю тех ошибок, вследствие которых опыты моих предшественников были сомнительными и противоречивыми". И действительно, Пастер сплошь и рядом повторяет те эксперименты, которые ставились и до него, но делает это более

тщательно, на более высоком уровне экспериментальной техники. Он, например, не просто кипятит ту или иную питательную среду, но точно при этом фиксирует время и температуру кипения. Но это значит, что перед нами некоторый "монтаж": биологический эксперимент "монтируется" с занесенными из другой области точными количественными методами. Правда, в основе этого монтажа лежит не просто перебор различных возможных вариантов, а "миграция" самого ученого, его переход в другую область.

А можно ли аналогичным образом объяснить успех Вегенера? Какие традиции он внес в геологию? Начнем с того, что сама идея перемещения материков принадлежит вовсе не ему, ибо высказывалась много раз и многими авторами, начиная с XVII века. Сам У.Кэри приводит длинный список имен и работ. Итак, в этом пункте Вегенер вполне традиционен. Бросается, однако, в глаза следующее, едва ли случайное совпадение. Как мы уже видели, Вегенер - это астроном, перешедший в метеорологию, к этому можно добавить, что он известный полярный исследователь. Иными словами, он своего рода научный "полиглот", не привыкший связывать себя границами той или иной дисциплины. И именно эту полипредметность, т.е. комплексность, Вегенер вносит в обсуждение проблемы перемещения материков, используя данные палеонтологии, стратиграфии, палеоклиматологии, тектоники и т.д. Интересно в этом плане обратить внимание на то, с какими идеями в первую очередь борется Вегенер, где он видит своих противников. Показательна уже первая фраза его предисловия к четвертому изданию книги "Происхождение континентов и океанов",

написанного в 1928 году: "До сих пор еще не все исследователи в полной мере осознали тот факт, что для раскрытия тайны бывшего облика нашей планеты должны внести свой вклад все науки о Земле и что истина может быть установлена только путем объединения данных всех отраслей знания".

Таким образом, в геологию пришел не человек, свободный от геологических традиций, а универсал, умеющий работать в разных традициях и эти традиции комбинировать. Можно сказать, что Вегенер внес в геологию метод монтажа.

Явление монтажа

Но явление монтажа возможно и в чистом виде, т.е. без каких-либо миграционных процессов, без перехода исследователя из одной области науки в другую. Как правило, в поле зрения ученого имеется большое количество методов, большое количество образцов исследовательской деятельности, и он имеет возможность их выбирать и различным образом комбинировать. Большинство реально используемых методик несут на себе следы такой монтажной работы. Можно показать, что они представляют собой комбинацию из более элементарных методов, которые встречаются повсеместно и в самых разнообразных ситуациях.

Проиллюстрируем это на примере двух экспериментов, взятых из разных областей знания. Первый описан в широко известном курсе общей физики Р.В.Поля. Допустим, что мы поставили килограммовую гирю на толстый дубовый стол, нас интересует, деформируется стол при этом или нет. Р.В.Поль предлагает следующий экспериментальный метод. На столе установлены два зеркала, на одно из которых направляется световой пучок.

Пробегаая между зеркалами, он отбрасывается на стену и дает на ней изображение источника света. На стене нанесены деления, чтобы следить за перемещением светового указателя. Всякий прогиб крышки стола наклоняет зеркала, что вызывает смещение указателя относительно шкалы. Благодаря большой длине "светового рычага" (около 20 метров) чувствительность установки очень велика.

Сравним этот эксперимент с другим, который предлагает К.А.Тимирязев для наблюдения за ростом растений. Говоря точнее, Тимирязева интересует влияние света на скорость роста. Через блок перекинута шелковинка, на одном конце которой привязана гирька, а на другом - маленький крючок из тонкой проволоки. Крючком подхватывают верхушку стебля, а на блоке устанавливают зеркальце. Пучок света, падая на зеркальце, отбрасывается на стену, на которой нанесена шкала. Если стебель растет, зеркальце поворачивается вместе с блоком, и световой указатель смещается относительно шкалы.

Не трудно видеть, что эти эксперименты похожи друг на друга, хотя и реализованы в разных конкретных ситуациях, при изучении разных явлений. Если отвлечься от специфики изучаемого материала, то они отличаются друг от друга только несущественными техническими деталями. Но технические детали нас вообще не должны здесь интересовать. Покажем, что оба эксперимента смонтированы из деталей, которые, вообще говоря, независимы друг от друга и встречаются в совсем иных комбинациях.

Во-первых, в обоих случаях речь идет о зависимости явлений. Нас интересует, вызывает ли гиря, положенная на стол, его деформацию или влияет ли освещение на рост растения. Это обуславливает общую схему обоих экспериментов, состоящую в том, что мы, изменяя одни компоненты ситуации, фиксируем состояние других: растение либо освещается, либо нет; гиря либо кладется на стол, либо с него снимается. Это настолько часто встречающийся прием, что на него даже легко не обратить внимание. Второй компонент - "световой рычаг". Он вовсе не обязательно связан с первым. Можно, например, исследовать не зависимость роста от освещения, а поставить задачу измерить скорость роста. К.А.Тимирязев показывает, что эксперимент может быть смонтирован и иначе. Можно, например, заменить световой указатель длинной легкой стрелкой. Прибор будет, разумеется, менее чувствительным, но в принципе он пригоден для решения тех же задач.

Но в приведенных экспериментах есть и еще один элемент, который очень часто присутствует в различных научных исследованиях. Этот элемент - постановка меток. Нам необходимо пометить положение светового указателя на стене, ибо в противном случае мы можем не заметить никаких изменений. В данном случае метка позволяет идентифицировать место, но с аналогичной целью можно метить и другие объекты. При этом будет меняться техника реализации метода, но не сам метод. Вот несколько примеров метода меток из разных областей знания: кольцевание птиц с целью наблюдения за их перелетом, мечение муравьев в муравейнике с целью проследить судьбу отдельного муравья,

бутылки с записками в океане для составления карты морских течений, ионизация объема газа в трубе с целью измерения скорости потока, широко известный метод меченых атомов. Не следует, вероятно, думать, что все эти методы построены по образцу друг друга, но все они имеют один общий корень в истории Культуры: уже первобытный охотник, заламывая ветку, чтобы отметить свой путь, пользовался этим методом.

Традиции и побочные результаты исследования

Как уже отмечалось, в сферу неведения мы проникаем непреднамеренно, т.е. побочным образом. Это значит, что, желая одного, исследователь получает нечто другое, чего он никак не мог ожидать. А всегда ли мы замечаем такие побочные результаты наших действий, всегда ли мы способны их выделить и зафиксировать? Какие факторы при этом играют решающую роль? Вот как Луиджи Гальвани описывает свое открытие, сыгравшее огромную роль в развитии учения об электричестве: "Я разрезал и препарировал лягушку и, имея в виду совершенно другое, поместил ее на стол, на котором находилась электрическая машина при полном разобщении от кондуктора последней и на довольно большом расстоянии от него. Когда один из моих помощников острием скальпеля случайно очень легко коснулся внутренних бедренных нервов этой лягушки, то немедленно все мышцы конечностей начали так сокращаться, что казались впавшими в сильнейшие тонические судороги. Другой же из них, который помогал нам в опытах по электричеству, заметил, как ему казалось, что это удастся тогда, когда из кондуктора машины извлекается искра. Удивленный новым явлением, он тотчас же

обратил на него мое внимание, хотя я замышлял совсем другое и был поглощен своими мыслями. Тогда я зажегся невероятным усердием и страстным желанием исследовать это явление и вынести на свет то, что было в нем скрытого".

Вильгельм Оствальд в своей "Истории электрохимии" комментирует это описание следующим образом: "Перед нами здесь типичная история *случайного открытия*. Исследователь занят совсем другими вещами, но среди условий его работы оказывается налицо, между прочим, такие условия, которые вызывают новые явления. Случайности этого рода встречаются гораздо чаще, чем об этом может поведать нам история, ибо в большинстве случаев такие явления или вовсе не замечаются, или если и замечаются, то не подвергаются научному исследованию. Поэтому, кроме случайности здесь существенно важно еще "до невероятности страстное желание" исследовать новый факт. Вот такое-то желание очень часто отсутствует, потому ли, что первоначальная задача, поставленная себе исследователем, поглощает весь его интерес, так что все новое служит лишь помехой, с устранением коей все дело и кончается, или потому, что исследователь создает себе временное "объяснение", удовлетворяющее до известной степени его пытливість".

В этом комментарии обращают на себя внимание следующие два обстоятельства: во-первых, Оствальд склонен сводить успех в подобных условиях к чисто психологическим особенностям ученого, к его "до невероятности страстному желанию" исследовать новый факт, во-вторых, с его точки зрения, это желание исчезает, если новое явление удастся сравнительно легко объяснить. А если не

удается? Этого вопроса Оствальд специально не ставит, но фактически на него отвечает в своем последующем анализе.

"Самое интересное во всей этой истории, - пишет он, - то, что у Гальвани не было вовсе основания придать в столь большое волнение. Что электрические разряды вызывают сокращения мышц, было известно уже и раньше. В такой же мере было известно, что электрический разряд вызывает близ себя электрические процессы и в таких проводниках, которые с первичной цепью вовсе не связаны; явление это называлось "обратным ударом" разряда. Если бы Гальвани обладал всеми научными познаниями своего времени, ему не трудно было бы создать себе целую теорию по поводу наблюдаемого им явления, так что пылкость его могла бы быть вполне удовлетворена".

Может показаться, что мы приходим к довольно тривиальному результату: исследователь обращает внимание на те явления, которые он не может пока объяснить. А зачем обращать внимание на то, что давно件нятно? Но, во-первых, уже это означает, что случайные открытия существенно обусловлены не только теми традициями, в рамках которых имел место неожиданный эффект, но и всей совокупностью традиций эпохи или по крайней мере данной науки. А, во-вторых, дело не просто в трудностях объяснения. Явление должно привлечь на себя внимание, оно должно потребовать объяснения, а для этого оно должно не укладываться в существующие представления, должно противоречить им. Одно дело, просто встретить незнакомого человека (мало ли мы их встречаем!), другое, - встретить его там, где мы ожидали только близких друзей.

В целом возникает следующая картина. В рамках некоторой достаточно традиционной работы типа препарирования лягушки, мы отмечаем новый и неожиданный эффект. Дело не в том, что эффектов подобного рода не было до сих пор, и не в том, что наряду с отмеченным, не было каких-то других эффектов. Короче, дело не в характере объективной ситуации. Все определяется всеми другими традициями, той нормативной средой, в которой мы работаем. Именно эта среда выделяет случайный эффект, не принимая его в качестве чего-то обычного.

Нельзя не сказать в этой связи несколько слов о "невежестве" Гальвани, которое отмечает Оствальд. "К счастью для науки, - пишет он, продолжая уже приведенные выше рассуждения, - познания его не были столь широки" Но ведь Гальвани не был физиком, он был биологом и практикующим врачом, в Болонском университете он занимал первоначально кафедру практической анатомии, а позднее - кафедру гинекологии и акушерства. В свете этого Гальвани можно считать своеобразным "пришельцем", но в физику он приносит не новые программы, а способность удивляться тому, что физиков уже не удивляет.

Примером аналогичной фиксации побочного результата может служить открытие Д.И.Ивановского. Изучая мозаичную болезнь табака и используя традиционный для того времени метод фильтрования, Ивановский получает совершенно неожиданный результат: метод не срабатывает, тщательно отфильтрованный сок больного растения сохраняет свои заразные свойства. Этого нельзя не заметить, ибо это противоречит традиции. "Случай свободного прохождения заразного начала через бактериальные фильтры -

пишет Ивановский, представлялся совершенно исключительным в микробиологии". Ивановский настолько поражен, что предполагает первоначально, что фильтруется не сам возбудитель, а яд, растворенный в соке больного растения. Перед нами типичный случай побочного эффекта. Однако выделение и закрепление этого эффекта происходит в той же традиции, видоизменяя, разумеется, ее функции: метод фильтрования становится теперь методом обнаружения "фильтрующихся вирусов".

Движение с пересадками

Преыдуший пример показывает, что выделение и осознание случайных побочных результатов существенно связано с наличием традиций, которым эти результаты противоречат. Традиции как бы отвергают эти результаты, они не способны их ассимилировать, и именно поэтому случайные феномены оказываются вдруг в центре внимания. Грубо говоря, мы не можем не заметить стену, если она перегородила нам путь.

Существует, однако, и другая возможность выделения побочных результатов, противоположная первой. Она состоит в том, что результат, непреднамеренно полученный в рамках одной из традиций, оказывается существенным для другой. Другая традиция как бы "стоит на страже", чтобы подхватить побочный результат. Развитие исследования начинает напоминать движение с пересадками: с одних традиций, которые двигали нас вперед, мы как бы пересаживаемся на другие.

Рассмотрим в качестве иллюстрации историю открытия закона Кулона, известного каждому со школьной скамьи. Интересно и поучительно при этом обратить внимание на то, насколько

различны и противоречивы те картины, которые предлагают нам по этому поводу историки физики.

Известный специалист по теории упругости и сопротивлению материалов С.П. Тимошенко пишет о Кулоне следующее: "Он изобрел для измерения малых электрических и магнитных сил весьма чувствительные крутильные весы, а в связи с этим исследовал прочность проволоки на кручение." Получается так, что Кулон с самого начала исходил из задачи измерения сил взаимодействия электрических зарядов и в поисках решения каким-то чудом изобрел новый прибор. Что касается его работ по теории упругости, то они представляют собой нечто вторичное и целиком вытекают из идеи построения крутильных весов. Перед нами пример непостижимого для окружающих гениального озарения. Ни о каких программах здесь не может быть и речи.

Но так ли это? Обратимся к некоторым фактам биографии Кулона. По образованию он инженер. Поступив на военную службу, он попадает на остров Мартинику, где на протяжении девяти лет принимает участие в строительных работах. Свой опыт инженера он обобщает в трактате, представленном в 1773 г. во Французскую Академию наук. Трактат посвящен строительной механике и изучению механических свойств материалов. Вернувшись во Францию, Кулон и здесь работает в качестве инженера и продолжает свои научные изыскания в той же области. Уже в 1777 г. он публикует исследования об измерении кручения волос и шелковых нитей, а позднее, в 1784 г. присоединяет к ним мемуар о кручении металлических проволок. Две последние даты очень важны, если учесть, что первая работа Кулона, посвященная его

знаменитому закону, появилась только в 1785 г., т. е. через восемь лет после того, как он занялся кручением нитей.

О чем все это говорит? Прежде всего о том, что исследования Кулона по теории упругости носили совершенно самостоятельный характер и никак не вытекали из идеи измерения электрических или магнитных взаимодействий. Кулон - инженер и по интересам, и по роду работы, а его исследования целиком укладываются в рамки традиции или, если угодно, парадигмы строительной механики и теории упругости. Здесь, кстати, все, что он делает, вполне естественно и понятно и никак не нуждается в предположении гениального озарения. Итак, по крайней мере одна научная программа в работах Кулона налицо.

Как же осуществляется переход к исследованиям в области электричества? В "Истории физики" Б.И. Спасского читаем следующее: "Для определения силы взаимодействия между электрическими зарядами Кулон построил специальный прибор - крутильные весы. Конструируя этот прибор, Кулон применил ранее открытый им закон пропорциональности между углом закручивания упругой нити и моментом силы". Спасский, в отличие от Тимошенко, не считает, что исследования Кулона по теории упругости носили вторичный характер и вытекали из задачи построения крутильных весов. Создавая эти весы, Кулон просто использовал уже открытый им ранее закон закручивания проволоки. Спасский, однако, как и Тимошенко, настаивает, что весы построены специально для электрических измерений.

Но так ли это? Парадокс заключается в том, что крутильные весы Кулону вовсе не надо было специально строить, они у него уже

были задолго до того, как он приступил к определению силы взаимодействия между зарядами. Весы уже были, их надо было только увидеть. Действительно, та установка, которую Кулон использовал при изучении кручения нитей - это и есть крутильные весы. Ее нужно было только переосмыслить. В общем плане это выглядит так: изучив влияние явления X на явление Y, мы получаем возможность использовать Y как прибор при изучении X. Но Кулон мог и не опираться на этот общий принцип, ибо у него был конкретный образец аналогичного функционального переосмысления экспериментальной установки в работах основателя теории упругости Роберта Гука. Исследуя деформацию спиральных и винтовых пружин, Гук тут же осознает свои результаты как изобретение особых "философских весов", необходимых для того, "чтобы определять вес любого тела без применения гирь". Иными словами, и здесь Кулон работал в рамках определенной традиции.

Итак, крутильные весы не нужно было специально ни изобретать, ни строить. Кулону требовалось только понять, что решая одну задачу, он, сам того не желая, решил и вторую. Определяя, как угол закручивания нити зависит от действующей силы, он получил тем самым и метод измерения сил. Но тут мы как раз и подходим к самому интересному. До сих пор Кулон работал, как мы уже отмечали, в традиции теории упругости и сопротивления материалов. Однако переосмыслить свою экспериментальную установку и осознать ее как весы, он может только благодаря другой традиции, традиции измерения. Эта последняя определяет

совершенно новую точку зрения на происходящее, она только и ждет, чтобы подхватить побочный результат предыдущей работы.

Но переосмыслив свою экспериментальную установку как весы, Кулон точно вступает на широкую столбовую дорогу, на которой можно встретить людей с очень разными приборами и разными задачами. Среди того, что их объединяет, нам важно следующее: методы измерения в широких пределах безразличны к конкретному содержанию тех дисциплин, где они применяются. Не удивительно поэтому, что традиция измерения сразу же уводит Кулона за пределы его первоначальной сравнительно узкой области.

"Кулон, по-видимому, интересовался не столько электричеством, сколько приборами, - пишет Г.Липсон. - Он придумал чрезвычайно чувствительный прибор для измерения силы и искал возможности его применения". Как мы уже видели, Кулону ничего не надо было "придумывать", но в остальном с Липсоном можно согласиться. Получив в свои руки метод измерения малых сил, Кулон сразу становится как бы "космополитом" и начинает путешествовать из одной сферы экспериментального исследования в другую. Правда, и теперь он не сразу приступает к проблемам теории электричества, но начинает с исследования трения между жидкостями и твердыми телами. Это еще раз подчеркивает, что измерение силы взаимодействия между зарядами никогда не было его исходной задачей - ни при изучении кручения нитей, ни при "построении" крутильных весов. Не метод строился здесь под задачу, а наоборот, наличие метода требовало поиска соответствующих задач.

Подведем некоторые итоги. Мы пытались показать, что Кулона вовсе не посещало гениальное озарение. Скорей наоборот, он все время движется как бы по проторенным дорогам. Мы при этом отнюдь не хотели как-то принизить его достижения в области сопротивления материалов и теории упругости. Он прочно вошел в историю этих дисциплин как талантливый исследователь. Но он здесь продолжатель уже существующих традиций, которые были заложены еще Галилео Галилеем и Робертом Гуком. Может быть, в развитии учения об электричестве он стоит совершенно обособленно? Оказывается, что и это не так. К формулировкам, близким к закону Кулона, чисто теоретически подходили Эпинус (1759 г.), Пристли (1771 г.), Кавендиш (1773 г.). Иногда этот закон даже называют законом КулонаКавендиша. И в то же время очевидно, что Кулон не помещается полностью ни в одной из этих традиций, и это выдвигает его фигуру на совершенно особое место. Закон Кулона не мог быть вскрыт в рамках парадигмы теории упругости, крутильные весы не могли появиться в рамках учения об электричестве. Своеобразие Кулона в том и состоит, что он оказался в точке взаимодействия указанных традиций, соединив их в себе неповторимым образом.

Путь Кулона - это как бы движение по проторенным дорогам, но с пересадками. Раньше эта дорога сопротивления материалов и теории упругости, затем традиция измерения сил. "Пересадка" возможна благодаря появлению особого объекта (в данном случае - это экспериментальная установка при исследовании кручения), который может быть осмыслен и использован в рамках как одной,

так и другой традиции работы. Но не так ли и железнодорожная станция, лежащая на пересечении нескольких дорог?

Крайне любопытна дальнейшая судьба закона Кулона. Его открытие, как подчеркивает Я.Г. Дорфман, "не внесло на первых порах никаких новых результатов в развитие учения об электричестве. Плоды этого важного открытия обозначились лишь примерно через 25 лет, когда Пуассон с помощью этого закона решил математическую задачу о распределении заряда на различных проводниках и системах проводников (1811 г.)". Что же произошло? Дело в том, что закон Кулона по своей математической форме совпадает с законом всемирного тяготения Ньютона. Именно на это и обратил внимание Пуассон, после чего в электростатику хлынули математические методы теоретической механики, которые разрабатывались до этого в трудах Эйлера, Лагранжа и Лапласа. Это методы математической теории потенциала. Пуассон в своей работе 1811 г. как раз и осуществляет распространение математического понятия потенциала на электрическое и магнитное поля. "Весь этот быстрый прогресс теории электричества, - пишет Марио Льюцци, - был бы невозможен без предварительного развития идей и аналитических методов теоретической механики".

И здесь, следовательно, мы имеем дело с взаимодействием различных традиций, и Пуассон как бы осуществляет "пересадку" с одного поезда на другой. Пример показывает, что недостаточно просто получить какой-то результат, недостаточно сделать открытие, важно, чтобы сделанное было подхвачено какой-либо достаточно мощной традицией.

Примеров подобного рода можно привести много и без особого труда, что показывает, что мы имеем дело с устойчивой закономерностью. Вот описание первых шагов в развитии радиоастрономии: "Радиоастрономия зародилась в 1931-1932 гг., когда в процессе экспериментов по исследованию высокочастотных радиопомех в атмосфере (высокочастотных для обычного радиовещания, но низкочастотных с точки зрения радиоастрономии) Янский из лаборатории телефонной компании "Белл" обнаружил, что "Полученные данные указывают на присутствие трех отдельных групп шумов: группа 1 - шумы от местных гроз; 2 - шумы от далеких гроз и группа 3 - постоянный свистящий шум неизвестного происхождения". Позднее Янский выяснил, что неизвестные радиоволны приходят от центра Млечного Пути.

Для того, чтобы стать открытием, новый метод должен был проникнуть в астрономию, но астрономы не обратили на работы Янского почти никакого внимания. Успеха добивается его последователь радиоинженер Рибер, который строит около своего дома первый параболический радиотелескоп, изучает астрофизику и вступает в личные контакты с астрономами. Только публикация в 1940 г. первых результатов Рибера послужила толчком к объединению усилий астрономов и радиоинженеров.

С аналогичной ситуацией мы сталкиваемся у истоков воздушной археологии. Один из пионеров этого метода Кроуфорд считает датой его рождения 1922 г. Решающий эпизод состоял в следующем: Кроуфорда попросили посмотреть несколько аэрофотоснимков, сделанных офицерами британских ВВС;

военным показалось, что на снимках есть "что-то археологическое". Это "археологическое" было прежде всего древними межевыми валами, исследованием которых Кроуфорд тщетно пытался заниматься еще в юности. "Я хорошо помню, - пишет он, - как все произошло. Кларк-Холл показал мне свои снимки. Они были покрыты прямоугольными белыми фигурами, которые сразу же напомнили мне то, что я тщетно пытался нанести на карту около десяти лет назад. Здесь, на этих нескольких фотографиях, был ответ на мучивший меня вопрос".

Трудно заподозрить военных в недостаточной традиционности. Очевидно, что они вовсе не собирались заниматься археологией. Археологические данные появляются на аэрофотоснимках столь же неожиданно, как космические источники радиоволн в исследованиях радиоинженера Янского. Традиционен и Кроуфорд, когда узнает на фотоснимках давно знакомые ему в принципе объекты. Все традиционны, и тем не менее происходит революция. Все полностью соответствует уже рассмотренной нами схеме: побочные результаты, полученные в рамках одной традиции, подхватываются другой, которая точно стоит на страже.

Метафорические программы и взаимодействие наук

Нередко новации в развитии науки бывают обусловлены переносом образцов из одной области знания в другую в форме своеобразных метафор.

Поясним это раньше на простом бытовом примере. Представьте себе добросовестного канцелярского служаку, который на каждого посетителя заполняет карточку с указанием фамилии, года и места рождения, национальности, родителей... Его работа стандартна и

традиционна, хотя каждый раз он имеет дело с новым человеком и никого не опрашивает дважды. И вот неожиданно его переводят из канцелярии в библиотеку и предлагают составить каталог с описанием имеющихся книг. Предположим, что наш герой абсолютно не знаком с библиотечным делом и не получил никаких инструкций. Может ли он и на новом месте следовать прежним образцам? Может, если перейдет к их метафорическому истолкованию. Книга - это аналог человека, и она тоже имеет "фамилию", т. е. название, год и место "рождения", т. е. издания, "национальность", т. е. язык, на котором она написана, "родителей", т. е. автора.

Но разве не то же самое происходит тогда, когда по образцу одной научной дисциплины или одной теории строятся науки или теории-близнецы? Вспомним пример с экологией, которая, возникнув как биологическая дисциплина, уже породила немало таких близнецов: экология преступности, экология народонаселения, культурная экология. Разве выражение "экология преступности" не напоминает метафоры типа "дыхание эпохи" или "бег времени"?

Проанализируем еще один, несколько более сложный пример. В развитии геоморфологии, науки о формах рельефа, огромную роль сыграла теория эрозионных циклов В.М. Дэвиса. Согласно этой теории, все разнообразные формы рельефа образуются под воздействием двух основных факторов - тектонических поднятий суши и обратно направленных процессов эрозии. Не вызывает сомнения тот факт, что Дэвис работал в определенных традициях. В каких именно? На этот вопрос уверенно и однозначно отвечает известный географ и историк географии К.Грегори. "Образцом

здесь, - пишет он, - служила концепция Дарвина о развитии коралловых островов, выдвинутая в 1842 г.". Итак, одна теория строится по образцу другой.

И действительно, есть явное сходство между дарвиновской теорией коралловых рифов и концепцией эрозионных циклов Дэвиса. У Дарвина все определяется соотношением двух процессов: медленного опускания морского дна, с одной стороны, и роста кораллов, с другой. У Дэвиса - поднятие суши, с одной стороны, и процесс эрозионного воздействия текучих вод на возвышенный участок, с другой. В обоих случаях два фактора, как бы противоборствуя друг другу, определяют тем самым различные стадии развития объекта. У Дарвина вследствие опускания суши на поверхности океана остается только одна коралловая постройка - атолл; у Дэвиса вследствие эрозии - почти плоская равнина - пенеппен. Перед нами один и тот же принцип построения модели, использованный при изучении очень разных явлений. Одна теория - это метафорическое истолкование другой.

Стоит задать вопрос: а как возникла теория образования коралловых островов Дарвина? Обратимся к его собственным воспоминаниям. "Ни один другой мой труд, - пишет Дарвин, - не был начат в таком чисто дедуктивном плане, как этот, ибо вся теория была придумана мною, когда я находился на западном берегу Южной Америки, до того, как я увидел хотя бы один настоящий коралловый рифс Правда, нужно заметить, что в течение двух предшествующих лет я имел возможность непрерывно наблюдать то действие, которое оказывали на берега Южной Америки перемежающееся поднятие суши совместно с процессами

денудации и образования осадочных отложений. Это с необходимостью привело меня к длительным размышлениям о результатах процесса опускания [суши], и было уже нетрудно мысленно заместить непрерывное образование осадочных отложений ростом кораллов, направленным вверх".

Обратите внимание, Дарвин при построении своей теории идет тем же самым путем, каким впоследствии пойдет Дэвис. Опять две сходные теоретические концепции: опускание суши и накопление осадков в одном случае, и опускание дна океана и рост кораллов в другом. Первая из этих концепций принадлежит не Дарвину. Путешествуя на "Бигле", он в качестве настольной книги возил с собой "Принципы геологии" Лайеля, где даже на обложку было вынесено вошедшее потом во все учебники изображение колонн храма Юпитера-Сераписа со следами поднятий и погружений.

Проблема стационарности социальных эстафет

Преыдущее изложение строилось в рамках резкого противопоставления новаций и традиций. А как возможны сами традиции? Этот вопрос пока не возникал, а между тем он не только правомерен, но приводит к более глубокому пониманию процессов развития познания и науки. В основе любых традиций, как мы уже отмечали, лежит механизм социальных эстафет, т.е. механизм воспроизведения непосредственных образцов поведения и деятельности. В чем суть этого механизма? Нас здесь не будут интересовать вопросы физиологии или психологии подражания, они к делу не относятся. Главное, как мы покажем, - это проблемы социокультурного плана.

С конца прошлого века и до сравнительно недавнего времени считалось, что ребенок овладевает речью путем подражания. Это представлялось почти очевидным фактом и не вызывало никаких возражений. Однако где-то за последние два десятка лет ситуация резко изменилась, и в литературе по психолингвистике стали звучать все более и более резкие голоса, доказывающие, что подражание, или имитация, ничего не объясняет и что ребенок вообще не способен подражать. Чем это было вызвано? Считается, что гипотеза имитации не может объяснить таких фактов, как появление в детской речи неологизмов, фразовых структур и грамматических форм, которые ребенок никогда не мог слышать от взрослых, т.е. явлений, отсутствующих в языке-образце. Многие исследователи считают одной из важных специфических особенностей детской речи ее многозначность или, точнее, диффузность. Так, например, ребенок может назвать одним словом кошку и все меховые предметы, часы и плоские круги, куклу и все, чем можно играть. Нередко это интерпретируют в том смысле, что главное место при овладении речью занимает не имитация, а генерализация.

Рассмотрим эти возражения, ибо они крайне важны для понимания механизма воспроизведения образцов. В свете того, что мы уже говорили об эстафетах и о социальных куматоидах вообще, противопоставление имитации и генерализации лишено смысла. Воспроизведение образцов деятельности, как правило, предполагает смену материала: один и тот же гвоздь не забивается дважды, один и тот же дом дважды не строится. Поэтому воспроизведение образца, или его имитация, всегда представляют

собой и генерализацию. Другое дело, что генерализация, осуществляемая ребенком, не совпадает с тем, что ждут от него взрослые. Ребенку показывают на кошку и говорят: "это - кошка", желая, чтобы он делал нечто подобное применительно к другим кошкам, а он почему-то начинает называть кошкой меховую шапку. Вот тут мы, действительно, сталкиваемся с интересным явлением, заслуживающим анализа.

Казалось бы, все просто: мы указали ребенку образец наименования, он должен этот образец воспроизводить, т.е. обозначать словом "кошка" только кошек. А если он называет так шапку, то какая же это имитация? Концепция социальных эстафет не выдерживает критики. Но стоит вдуматься в ситуацию и становится ясно, что ребенок поступает вполне правильно, точнее, единственно возможным способом. Мы требуем от него, чтобы он называл словом "кошка" все предметы, похожие на тот, который был указан. А разве меховая шапка не похожа на кошку? Вообще говоря, на кошку похоже решительно все. В мире вообще нет двух предметов, между которыми нельзя было бы установить сходства. Отсюда следует очень важный вывод: отдельно взятый образец не задает никакого четкого множества возможных реализаций. Но тогда какой же это образец? Да, отдельно взятый "образец" просто не является образцом, ибо его реализация есть нечто неопределенное.

Впервые это понял Людвиг Витгенштейн. Воспользуемся его примером. Допустим, мы хотим задать образец употребления слова "два" и произносим это слово, указывая на группу из двух орехов. В чем должно состоять подражание? "Ведь тот, кому предъявляют эту

дефиницию, - пишет Л.Витгенштейн, - вовсе не знает, *что именно* хотят обозначить словом "два"; он предположит, что ты называешь словом "два" эту группу орехов! Он может это предположить; но, возможно, он этого и не предположит. С таким же успехом он мог бы, услышав, как я даю указательное определение собственному имени, понять его как цветообозначение, как название расы или даже как название некоторой стороны света".

И все же мы постоянно пользуемся такими указательными (остенсивными) определениями и пользуемся вполне успешно. В свете всего сказанного это тоже нуждается в объяснении. Секрет, вероятно, в том, что образцы никогда не демонстрируются изолированно, но всегда в определенном конкретном контексте, куда входит и предметное окружение, и множество других образцов. Если поэтому в присутствии незнакомых людей вы указываете на себя и называете свое имя, то очень много шансов, что вас поймут правильно. Никто, например, не будет воспринимать это как обозначение цвета вашей рубашки или страны света хотя бы потому, что образцы соответствующих обозначений уже есть у присутствующих.

Вот что пишет по этому поводу автор известного курса теоретической лингвистики Джон Лайонз: "Ребенок, овладевающий английским языком, не может овладеть сначала референцией слова *green*, а затем, поочередно, референцией слова *blue* или *yellow* так, чтобы в конкретный момент времени можно было бы сказать, что он знает референцию одного слова, но не знает референции другого... Следует предположить, что на протяжении определенного периода времени ребенок постепенно узнает

позицию слова *green* относительно слова *blue* и *yellow*, а слова *yellow* относительно слов *green* и *orange* и т.д. до тех пор, пока он не узнает позиции каждого цветообозначения относительно его соседа в данной лексической системе и приблизительного прохождения границ той области в континууме данного поля, которая покрывается каждым словом". Итак, отдельное цветообозначение просто не имеет определенной референции, оно приобретает ее только в единстве с совокупностью других цветообозначений. Обобщая это, мы получаем еще один принципиальный тезис: содержание эстафет, их относительная стационарность, сам факт их существования - все это эффект социокультурной целостности или, что то же самое, эффект контекста.

Нетрудно проиллюстрировать решающую роль контекста при понимании не только отдельных слов, но и целых предложений. Допустим, вы произносите фразу: "Сейчас восемь часов утра". Как ее воспримет ваш собеседник? В одной ситуации он может вскочить и воскликнуть, что он опаздывает на работу, в другой - зевнуть и сказать, что еще можно поспать. Но это, можете вы сказать, не сама фраза, а выводы из нее, а фраза имеет один и тот же устойчивый смысл: стрелка часов остановилась на указанном делении циферблата. Это так, если у вас стрелочные часы, а если они цифровые? А не приобретает ли эта фраза несколько иной смысл в ситуации, когда вы слышите сигнал проверки времени? Надо учесть и тот факт, что само наличие современных часов - это тоже элемент контекста. А как аналогичную фразу воспринимали в эпоху песочных или водяных часов?

Было бы в высшей степени неверно воспринимать все сказанное в свете привычных и достаточно тривиальных представлений: да, все зависит от обстоятельств, от окружения, любой предмет меняется под воздействием внешних условий. Нет, дело не в этом. Мы сталкиваемся здесь с принципиально новой ситуацией. Отдельное слово, отдельная фраза просто не существуют вне контекста, контекст их не изменяет, а порождает. Иными словами, мы должны перестать мыслить в рамках идеологии элементаризма, согласно которой целое состоит из частей. Человек живет и действует в некотором универсуме эстафет, но если мы попытаемся разобрать это множество на отдельные элементы, нас постигнет неудача, ибо элементы при этом теряют свою определенность. Ситуация несколько парадоксальная: целое существует как нечто достаточно определенное во всех своих частях, но эти части при попытке их выделения фактически перестают существовать.

С этой странной, с точки зрения здравого смысла, ситуацией прежде всего столкнулись гуманитарии, потом физики. Где-то в начале двадцатых годов в "Экспериментальной лаборатории" известного кинорежиссера Л.В.Кулешова был поставлен такой эксперимент. Взяв из старого фильма крупный план актера Мозжухина (притом весьма невыразительный), Кулешов смонтировал его с кадрами, на которых были изображены тарелка супа, гроб и ребенок. Когда смонтированные таким образом три сцены были показаны непосвященным и ничего не подозревающим зрителям, они были поражены, с каким искусством Мозжухин последовательно передает чувство голода, глубокой печали и отцовского умиления.

На основании аналогичных экспериментов крупный психолог начала XX в. Макс Вертгеймер писал в 1924 г.: "Долгое время казалось само собой разумеющимся что наука может строиться только следующим образом: если я имею что-то, что должно быть исследовано научно тогда сначала я должен понять это как составное, как какой-то комплекс, который необходимо расчленить на составляющие элементы, изучить закономерные отношения, существующие между ними, и лишь затем я прихожу к решению проблемы: путем составления имеющихся элементов я восстанавливаю комплекс." Не трудно видеть, что речь идет о единстве анализа и синтеза в научном мышлении. И именно от этого традиционного подхода мы, с точки зрения Вертгеймера, должны отказаться. Все дело в том, пишет он, что "существуют связи, при которых то, что происходит в целом, не выводится из элементов, существующих якобы в виде отдельных кусков, связываемых потом вместе, а, напротив, то, что проявляется в отдельной части этого целого, определяется внутренним структурным законом всего этого целого".

А вот как та же идея звучит в современном курсе квантовой механики: "Квантовая механика в принципе отрицает возможность описания мира путем деления его на части с полным описанием каждой отдельной части - именно эту процедуру часто считают неотъемлемой характеристикой научного прогресса".

Но вернемся к нашей основной теме. Социальные эстафеты - это порождение социокультурной целостности. Они, как уже показано, не существуют сами по себе, но только в определенном контексте. Поэтому смена контекста всегда вызывает и изменение содержания

образцов. Но, с другой стороны, такая смена неизбежна, она постоянно имеет место. Строго говоря, каждый акт реализации существующих образцов порождает новые образцы, а следовательно, и смену контекста. В объяснении нуждается не столько постоянное появление нового, сколько удивительная стационарность некоторых эстафет типа эстафет, задающих грамматические структуры языка, или эстафет фольклора.

Надо сказать, что для XX в. вообще характерна такая переориентация с поиска причин изменения и развития на анализ устойчивости, стационарности и самоорганизации. В значительной степени это коснулось и философии науки. Приведем высказывание известного специалиста в этой области Ст. Тулмина: "Почти во всей интеллектуальной истории устойчивость и универсальность наших фундаментальных форм мышления считалась надлежащей и естественной; тем феноменом, который нужно или доказать, или оправдать, были интеллектуальные изменения. Наша нынешняя позиция меняет ситуацию. Интеллектуальный поток, а не интеллектуальная неизменность - вот то, чего следует ожидать теперь; любые постоянные, устойчивые или универсальные черты, которые можно обнаружить в действительно существующих моделях мышления, становятся теперь теми "явлениями", которые требуют объяснения".

В свете изложенного можно построить общую и принципиальную модель развития науки и культуры. Представьте себе, что имеется некоторый исходный набор образцов, в рамках которых осуществляется деятельность. Каждый акт их реализации, как уже отмечалось, есть порождение новых образцов, в чем-то отличных

от предыдущих. Эти последние, однако, теперь тоже воспринимаются в новом контексте и приобретают новое содержание. Образно выражаясь, можно сказать, что "генофонд" культуры потенциально бесконечен.

Приведем конкретный пример такого преобразования старых образцов. _В работах Эйнштейна несколько раз встречается аналогия между специальной теорией относительности и термодинамикой. "Общий принцип специальной теории относительности, - пишет он, - содержится в постулате: законы физики инвариантны относительно преобразований Лоренца (дающих переход от одной инерциальной системы к любой другой инерциальной системе). Это и есть ограничительный принцип для законов природы, который можно сравнить с лежащим в основе термодинамики ограничительным принципом несуществования вечного двигателя". Это показывает, что Эйнштейн при понимании характера и места своей теории опирался на образцы классической физики.

А теперь посмотрим, как воспринимается теория относительности в свете квантовой механики. "Положив в основу нового способа описания, - пишет В.А.Фок, - результаты взаимодействия микрообъекта с прибором, мы тем самым вводим важное понятие *относительности к средствам наблюдения*, обобщающее давно известное понятие относительности к системе отсчета". Теперь уже теория относительности в свою очередь выступает в функции образца, но теперь уже при понимании и интерпретации физики неклассической. Следует вспомнить здесь, что с этой интерпретацией сам Эйнштейн так и не согласился.

Вот что пишет И.Р.Пригожин по этому поводу: "Сам Эйнштейн полагал, что невозможность передачи информации со скоростью выше скорости света позволила ему сделать утверждение, аналогичное содержащемуся в принципах термодинамики. Однако современники и в еще большей степени постэйнштейновское поколение физиков извлекли из успеха относительности совсем другой урок. Для них относительность означала невозможность описания природы извне: физика делается людьми и для людей. Таков, например, урок, который Гейзенберг перенес на квантовую механику... Если мы вспомним глубокое убеждение Эйнштейна, что "физика - это попытка постичь реальность такой, какая она есть, безотносительно к тому факту, что ее наблюдают", мы уже можем понять и триумф Эйнштейна, и коллизии в интерпретациях, которые за ним последовали".

Приведенный пример не следует воспринимать как движение с пересадками, хотя такие ассоциации здесь и могут возникнуть. Квантовая механика вовсе не строилась по образцу специальной теории относительности. Но уже будучи созданной, она вкладывает в последнюю новое содержание, с которым никогда не соглашался сам Эйнштейн, но которое становится тем не менее достоянием культуры.

Тот факт, что содержание образцов определяется контекстом, порождает трудности исторической реконструкции и соответственно - основные методологические проблемы историко-научного и вообще исторического исследования. Как возможно понимание науки или культуры прошлых эпох, если мы неизбежно воспринимаем их в нашем современном контексте?

