

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

53

МИХАИЛ ФАРАДЕЙ И ИСКУССТВО ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ

Р. Сигер

От редакции. Сейчас все чаще говорят о новых способах обучения, и встает вопрос о судьбе старых классических методов, в частности, о том, не доживает ли свой век лекция? Не отвечая на него полностью, можно все же признать, что лекции по экспериментальной (общей) физике будут еще долгое время необходимы. Поэтому лекции по физике должны совершенствоваться, а лекторское искусство широко распространяться. Из года в год растет число молодых лекторов, и, пожалуй, никто не учит молодых лекторов хотя бы самой элементарной технике чтения лекции. Следовало бы широко распространять достижения лучших лекторов нашего времени и прошлого. Имея это в виду, мы публикуем статью, посвященную одному из замечательных физиков и великодушных лекторов прошлого века — Михаилу Фарадею.

Более тонкое понимание своеобразного подхода Фарадея к вопросам обучения открывает новые возможности в древней науке учить.

Заслуги Фарадея в области изучения электромагнитных явлений хорошо известны. Куда менее известно, какую роль в его жизни сыграли лекции, как для его собственного образования, так и в той преподавательской деятельности, которой Фарадей занимался в течение всей своей жизни. Он обладал исключительными способностями к исследовательской деятельности и даром общения с людьми; эти черты до сих пор проявляются в сотрудниках Королевского института, директором которого долгое время он был.

Особенности характера Фарадея сразу бросались в глаза всем, независимо от их возраста. Их проявление было удивительным и неповторимым. Речь идет о том, что на своих лекциях Фарадей обнаруживал все интеллектуальные и эмоциональные качества, присущие гениальному естествоиспытателю. Лекции для Фарадея служили средством выражения его отношения к жизни, охватывая все аспекты его характера, имеющие отношение к рассматриваемым явлениям.

ЛЕКЦИИ ФАРАДЕЯ

Какое наследство оставил нам Фарадей в своих лекциях? Разрешите мне, выбирая путеводную нить, поступить так, как некогда поступил сам Фарадей. В проповеди, прочитанной им 7 июня 1863 г. в Лондоне, он оправдывает содержание своего выступления следующим образом:

*) Raymond J. Seeger, Michael Faraday and the Art of Lecturing, Phys. Today 21 (8), 30 (1968). Перевод В. А. Угарова.

Обращаем внимание читателей на то, что в цитатах из сочинений Фарадея слово «философия» имеет смысл, отличный от принятого в настоящее время. «Естественная философия» — это просто естествознание, «философское общество» — это скорее всего общество любителей природы. Когда Фарадей говорит «задумайтесь над этим и пофилософствуйте», — это, вероятно, означает просто «подумайте» (ср. «Philosophiae Naturalis Principia Mathematica» Ньютона). В переводе сохранено слово «философия», используемое Фарадеем. (Прим. перев.)

«Самое лучшее, что я могу сделать, — это прочесть текст священного писания, вместо того, чтобы пересказывать его своими словами»¹. Я поступаю в точности так же: в первую очередь я буду приводить высказывания самого Фарадея, из которых само собой становится ясным, как много мы ему обязаны.

Впервые Фарадей столкнулся с лекциями в юношеском возрасте. Уже в 1809 г. он начал посещать вечерние лекции по естественной философии по средам в доме Джона Татума; позже, в 1813 г., он примкнул к городскому Философскому обществу, основанному Татумом в 1808 г. В 1812 г. ему посчастливилось услышать четыре блестящие лекции, которые сэр Хэмфри Дэви прочел избранной публике, нередко посещавшей Королевский институт.

В зрелом возрасте уже сам Фарадей уделял немалое время лекциям*). Впервые он прочитал семь лекций в городском Философском обществе в 1816 г. Когда в 1825 г. Фарадей был приглашен на пост директора Королевского института, он положил начало курсу рождественских лекций для юношеской аудитории. Первая лекция была прочитана в 1826 г. Уоллисом. Сам Фарадей прочел девятнадцать таких лекций. Первая серия лекций была прочитана в 1827/28 гг.; затем лекции читались эпизодически, но с 1851/52 по 1860/61 гг. (в 1861 г. состоялась последняя лекция) ежегодно. В 1847 г. Фарадей впервые прочел цикл лекций под названием «История свечи». Фарадею мы обязаны организацией вечерних лекций по пятницам в 1827 г.; в этом году он прочел шесть лекций из общего числа семнадцати. Последняя лекция этих чтений была им прочитана 20 июня 1862 г. Кроме того, Фарадей читал нерегулярно лекции в Королевском институте, такие, например, как его первая лекция о философии, химии и манипуляциях, опубликованная в 1827 г. Генри Бенс Джонс, секретарь Королевского института и на протяжении тридцати лет близкий друг Фарадея, пишет в конце первого тома «The Life and Letters of Faraday», где описывается 1830 г. следующее: «Он (Фарадей) по всей вероятности спас Институт, приняв самое активное участие в организации вечерних собраний по пятницам». К концу второго тома той же книги автор замечает, что «в течение тридцати восьми лет его лекции и были подлинной жизнью Королевского института». Хотя Фарадей отклонил в 1827 г. приглашение стать профессором химии во вновь организованном колледже Лондонского университета, он много лет читал лекции (1829—1851 гг.) в Королевской военной академии в Вулвиче. В последние годы большая часть двух дней в неделю была посвящена именно этой деятельности.

ИСКУССТВО ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ

В письме 1846 г., адресованном секретарю Королевского института, Фарадей дает следующие советы: «Что касается популярных лекций (которые в то же самое время должны быть в научном отношении вполне добротными и разумными), то нет ничего более сложного. Лекции, которые на самом деле учат, никогда не могут быть популярными; популярные лекции не могут обеспечить подлинного обучения. Те, кто думают, что усвоение наук или их преподавание легче, чем усвоение и обучение азбуке, плохо представляют себе, что такое наука; да к тому же, кто мог выучить азбуку без пота и крови? И все же лекции могут (вообще гово-

*) Полный перечень лекций, прочитанных Фарадеем, можно найти в приложении к книге: М. Ф а р а д е й, Экспериментальные исследования по электричеству, т. 2, М., Изд-во АН СССР, 1951, стр. 507—514. (Прим. перев.)

ря) много дать уму»². В брошюре Королевского института, изданной в 1960 г.³ можно найти немало ценных «Советов лектору», почерпнутых из писем Фарадея. Например, вот замечание, касающееся самого лектора: «Он должен всегда помнить об их (слушателей) присутствии... он — если только это возможно — никогда не должен поворачиваться



Михаил Фарадей (1791—1867).

к ним спиной... Самое необходимое требование — хорошее изложение». Он подчеркивает важность упорядочения материала: «Я всегда считал необходимым, даже в том случае, когда мои рассуждения не имели перво-степенного значения, предварительно набрасывать план их изложения... У меня всегда есть набор заголовков для мелких и крупных частей изложения, расположенных в определенном порядке». Касаясь конспектов лекций, Фарадей говорит: «Хотя я вполне допускаю, что лектор предварительно пишет текст лекции, я ни в коей мере не одобряю чтение этого текста». Он останавливается даже на стиле изложения: «Лектор должен всеми средствами добиваться легкости в своей речи; он должен выражать свои мысли и общие идеи непринужденным и изящным языком, одновременно простым и легко понятным». Фарадея беспокоят также манеры и поведение лектора: «Мне не хотелось бы иметь дело с лекторами, приклеенными к столу или привинченными к полу... Лектор теряет свое достоинство, если гонится за одобрением публики в виде аплодисментов или добивается похвал». Что касается лекционных демонстраций, он замечает, что «лектор, использующий демонстрации, должен очень внимательно отнестись к выбору тех экспериментов, которые он покажет»... «Чертежи, — подчеркивает он, — должны оставаться на виду у аудитории

лишь незначительное время после того, как они были использованы». В особенности беспокоило Фарадея внимание со стороны слушателей: «Отступления и отклонения в сторону всегда приводят в большей или меньшей степени к перерыву или задержке в ходе лекции и не могут быть терпимы... По той же самой причине (а именно, чтобы не слишком утомлять аудиторию) я не признаю длинных лекций (лекций, продолжающихся больше часа)». Не обойдено вниманием и помещение для лекций: «Наиболее подходящей формой лекционной аудитории, без сомнения, является круглая... потому что для подавляющей доли естественной философии дневной свет является самым подходящим и удобным... Он должен падать — если это возможно, сверху». Стоит ли удивляться тому, что Андраде пишет: «...Как лекционный демонстратор Фарадей был непревзойденным мастером. Он отдавал много сил постановке лекционных демонстраций и всегда проявлял особую заботу о том, чтобы каждая демонстрация прошла успешно и была видна каждому присутствующему»⁴. Я совершенно убежден в том, что сегодня мы испытываем не менее острую потребность в лекторах такого типа, чем тогда (плохо организованные семинары, конечно, не могут быть способом замены посредственных лекторов).

Хотя у самого Фарадея детей не было, супруги брали к себе на время чужих детей — соседей, племянников, — посещали с ними зоопарк, выезжали на каникулах за город. Интерес Фарадея к детям ярко проявился в его сериях рождественских лекций. Две серии этих лекций были опубликованы *verbatim et literatim* (дословно) по записям Уильяма Крукса; одна из них называлась «О различных силах в природе»⁴ и была прочитана в 1859/60 гг. (опубликована в 1861 г.); другая — «История свечи» — была прочитана⁵ впервые в 1847/48 гг., а затем в 1860/61 гг. и опубликована также в 1861 г. Коротко говоря, содержание первой из них, посвященной силам, включает в себя описание сил тяготения, сцепления, химической связи; рассмотрены тепловые явления, электричество и магнетизм; сделано сопоставление сил различного вида. Вторая книга, посвященная свече, описывает пламя и продукты горения, атмосферу и процесс дыхания в связи с превращениями углерода. Как и в предыдущих случаях, Фарадей отказался опубликовать свои Рождественские лекции, посвященные силам, потому что «печатные лекции, лишённые экспериментов и живой речи, в значительной мере уступают по своему эффекту лекциям, читаемым в аудитории»¹.

Подготавливая эту статью, я вновь перечитал эти серии лекций и попытался сравнить их характерные особенности. Прежде всего я обнаружил очень последовательное использование связующих частей. В обеих сериях каждая лекция начиналась со ссылки на предыдущую. Две лекции из серии, посвященной силам, заканчивались вводными замечаниями к следующей. В серии, посвященной свече, такие замечания мы находим уже в конце каждой лекции. Например, даже в самом начале первой лекции, посвященной истории свечи, мы можем прочесть: «Я выбрал эту тему некоторое время тому назад довольно случайно: будь моя воля, я с удовольствием возвращался бы к ней чуть ли не каждый год — настолько неисчерпаем интерес, связанный с этой темой, столь удивительно разнообразие всех направлений этой темы, приводящих к различным разделам естественной философии». И в конце лекции*): «Это послужит мне уроком на будущее — более жестко придерживаться философии предмета, нежели занимать большую часть вашего времени иллюстрациями».

*) Для ясности приведем предыдущую фразу: «Очень жаль, что сегодня мы не пошли дальше эры детской игры». (Прим. перев.)

ЮНОШЕСКИЙ ЗАДОР

В двух сериях лекций, о которых шла речь, отчетливо проступают три характерные особенности Фарадея: задор, любознательность и экспериментальное мышление. Он по-юношески энергично брался за всякое дело: «Мне очень хотелось бы говорить с юношами как юноша»⁵. Преемник Фарадея Джон Тиндаль позже вспоминал: «Он радовался, глядя на мыльные пузыри, совсем как ребенок; очень часто мыльные пузыри служили ему лекционной демонстрацией». Эта особенность Фарадея отнюдь не стиралась с годами: «...Мальчишеская жизнерадостность его последних лет была просто удивительной». (Стоит, конечно, напомнить, что Фарадей и на самом деле использовал мыльные пузыри для исследования магнитных свойств газов.) Описывая вид кристаллов в поляризованном свете, Фарадей восклицает: «Посмотрите на эти цвета! Разве это не самые красивые цвета, которые когда-либо видели мы с вами? (и я с вами, потому что такие вещи радуют меня в неменьшей степени, чем вас)». Он говорит о точке (температуре) воспламенения как «о самом удивительном и прекрасном». Кстати сказать, слово прекрасный (beautiful) было одним из его любимых слов.

Красота сама по себе была всего лишь одним из аспектов его восхищения природой. Слов нет, его подход к природе был достаточно трезвым: «Ведь все мы философы, а я надеюсь, что в этом случае я могу объединить себя и вас в одно целое...» Его любознательность была подлинным интересом естествоиспытателя: «Следует всегда помнить, что какой бы результат ни был получен, в особенности если этот результат является совсем новым, нужно спросить себя: Как можно объяснить этот результат? Что за ним кроется? И с течением времени объяснение будет найдено». Примеров такого подхода можно найти очень много: «Вы хорошо знаете, что лед плавает на воде. Но почему лед плавает, а не тонет? Задумайтесь над этим и пофилософствуйте».

«Разве это не удивительно, что мы смогли построить магнит из меди?»

«Что бы вы сказали, если бы услышали от меня, что мое дыхание способно погасить свечу? Я вовсе не имею в виду дуть на свечу ...».

«Как это удивительно, обнаружить, что все явления природы управляются столь небольшим числом сил». [Обратите внимание на еще одно любимое слово — удивительный, wonderful.]

Его глубоко волновало не только изложение своих идей — ему хотелось также, чтобы слушатели могли в достаточной степени оценить эти идеи, чтобы самостоятельно проводить исследования. «Я думаю, что вам, ребятам, следует показывать такие эксперименты, которые вы сможете проделать дома сами; и вот перед вами прекрасный эксперимент, иллюстрирующий наличие атмосферного давления».

«Это совсем детский эксперимент (а я очень люблю детские эксперименты)».

«Мне хочется продемонстрировать вам самый удобный способ проведения этих экспериментов. Я не боюсь делать это потому, что моя цель состоит как раз в том, чтобы вы сами проводили опыты, при том условии, конечно, если вы будете проводить эти эксперименты осторожно и внимательно, с согласия ваших близких».

«Я показываю вам этот опыт потому, что вы легко можете воспроизвести его дома».

«Вот еще одна замечательная вещь — детский насос,— только усовершенствованный философами. В молодости мы имеем полное право забавляться игрушками и прихватывать их с собой, когда мы начинаем заниматься философией; разве это не похоже на то, как в наши дни философию превращают в игрушку?»

РАЗМЫШЛЕНИЕ НАД ЯВЛЕНИЕМ

Нам, современным физикам, недостает его обостренного внимания к экспериментальному мышлению; у Фарадея гармонично сочетались неожиданный подход к вопросу и своеобразный ход рассуждений: «Лучшей иллюстрацией этого обстоятельства для нас, совсем юных, будет наблюдение самых разнородных явлений», — этими словами Фарадей отлично передает свою тактику. Крукс отмечает: «Лектор в этом месте выписывает слово „юных“ на бумаге с помощью провода под напряжением». Фарадей показывал разрыв металлических сосудов, в которых замерзала вода, демонстрировал горение пороха под водой, сравнивал горение пороха с горением железных опилок в спирте и доказывал, что опилки горят энергичнее, и т. д. Он додумался поджигать воздушный шар, наполненный водородом, искрой от лейденской банки, придумал воздушную пробку в сосуде с углекислым газом, арку из железных опилок высоко в воздухе над искусно спрятанным подковообразным магнитом; на демонстрациях волосы Фарадея вставали дыбом, струи газа освещались искрами, сыпавшимися от его пальцев, в то время как сам он сидел на изолированном стуле.

Фарадей настойчиво стремился к объяснению наблюдаемых явлений: «Я должен позаботиться о том, чтобы ни одна мелочь не осталась необъясненной».

«Каждый шаг, который мы сейчас предпринимаете, ведет нас к знакомству с новым явлением».

«Я показал Вам эти опыты для того, чтобы подчеркнуть, что...». Изменяя поведение различных веществ, он подчеркивает, что тем самым он пытался «заставить их сказать нам именно то, что нас интересует».

«Теперь мы уже начинаем куда более отчетливо понимать и отдельные опыты и все исследование в целом».

«Единственная причина, по которой я производил эксперименты именно так, состоит в том, что я хотел придерживаться такой последовательности демонстраций, которая была бы столь простой, что вы ни на секунду не потеряли бы нить рассуждений, если бы внимательно за ними следили».

«Я показал вам это сегодня для того, чтобы расширить ваши представления об этих вещах, а также для того, чтобы вы могли убедиться в том, насколько значительно могут меняться результаты экспериментов в зависимости от частных обстоятельств».

«Теперь уже перед вами, без сомнения, настолько общая картина, что вы в состоянии сравнивать различные явления». В своей последней беседе о свече он замечает в скобках: «Теперь мы уже можем свободно оперировать со словом „свеча“, так как мы хорошо поняли, что это значит».

«Я покажу вам еще один опыт, поскольку он играет существенную роль в нашей философии».

«Мне хотелось бы свести все эти разрозненные факты в единое целое в вашем мозгу». Углеродный цикл Фарадей рассматривал как «величайший процесс, позволяющий животному и растительному царствам быть на службе друг у друга».

Фарадей любил рисовать физическую картину широкими мазками. Примером может служить нижеследующий отрывок из первой лекции, посвященной силам: «Та самая сила, которая заставляет течь воду, чтобы достичь равновесия, — вызывает давление со стороны металлической пластинки на стол и уплощает пузырьки воздуха в жидкости, она же вызывает колебания маятника взад и вперед — эта сила всецело обязана притяжению, которое существует между падающим телом и зем-

лей». И снова, уже в конце лекций, посвященных силам: «Можно ли привести более убедительные доказательства превращения химических сил в электричество, а электричество в магнетизм? Что я мог бы еще показать вам, чтобы доказать всеобщую связь физических сил в веществах и возможность их взаимного перехода одна в другую?» Тиндаль совершенно справедливо делает вывод: «Фарадей никогда не удовлетворился бы только одними логическими рассуждениями, если бы мог иллюстрировать эти рассуждения экспериментальными фактами». Вместе с тем, он отмечает,



Здание Королевского института (акварель Т. Шепарда, ок. 1840 г.).

что «голые факты не могут удовлетворить наш ум»⁶. Фарадей и в самом деле «был глубоко убежден в том, что природа проста».

В 1959 г. Кейт Ирвин очень тонко подметил: «В лекциях Фарадея ничего не говорится об атомах, молекулах, формулах или уравнениях. Речь идет о фактах, известных в химии: речь идет о том, как мыслят химики, опираясь на факты»⁵. Например, Фарадей спрашивает: «Как мы назовем это — *A*, *B* или *C*? Назовем его лучше *K* — назовем это „кислород“; это название хорошо подчеркивает суть дела». Меня больше всего поражает отсутствие исторических ссылок и количественных экспериментов; он, очевидно, рассматривал их как ненужные для своей основной цели — развития экспериментального мышления.

В ПОИСКАХ ТАИН ПРИРОДЫ

Нам не следует забывать замечательные высказывания Фарадея, в особенности те, которые касаются истины, красоты и добра. Джеймс Томсон справедливо отмечает: «Раскрытие тайн природы было главным устремлением Фарадея, а вовсе не их использование»⁵. Как отмечает сам Фарадей в начале своих лекций, посвященных истории свечи, а затем и наглядно показывает этими лекциями, «не существует более удобного пути для того, чтобы приступить к изучению естественной философии, чем изучение физических явлений, связанных со свечой». В последней

лекции Фарадей высказывает твердое убеждение в том, что «занимаясь наукой, мы начинаем с надежд и ожиданий; постепенно мы оправдываем эти надежды и ожидания, превращая их в свои достижения, которые уже навсегда остаются за нами. Но за этими достижениями возникают новые надежды на дальнейшие открытия, и все начинается снова: осуществление надежд, получение новых результатов и снова и снова новые надежды и новые ожидания». Превосходное описание метода экспериментатора! Серию лекций, посвященных силам, Фарадей заканчивает следующими словами: «Какая еще наука может быть столь близкой человеческому уму, как физика? И что еще может в равной степени дать ему столь глубокий взгляд на действие этих сил, знание которого придает интерес самым незначительным явлениям природы и позволяет вдумчивому студенту обнаружить «язык деревьев, легенды в журчащих ручьях, поучения в камнях и добро, разлитое во всем».

Фарадей был очарован красотой в природе: «Какая красота заключена в мысли о том, что в природе идут такие процессы и что даже такое грязное вещество, как древесный уголь, можно накалить добела!» Размышляя о драгоценных камнях — рубинах и бриллиантах, — он пишет: «Ни один из этих драгоценных камней не может соперничать по своей яркости и красоте с очарованием пламени». Очень интересно еще одно замечание: «Самыми красивыми вещами являются обыденные вещи».

Но при всем том Фарадей ясно понимал и практическую сторону вопросов: «Все то, что слишком рафинировано и красиво, оказывается довольно бесполезным». И далее: «Нам более необходимы эффективно действующие вещи, чем вещи эффектно выглядящие». Оценивая пассивность азота, он замечает: «Он (азот) довольно странный, и вы могли бы даже сказать, возможно, очень неинтересный (не горит)... И вместе с тем он выполняет самые удивительные функции, хотя, занявшись выяснением его свойств, вы обязательно спросите: „Но почему же? Ведь это совершенно безразличный (химически неактивный) элемент“. Это, конечно, так, но он сдерживает дыхание и уносит с собой дымы». Вентиляцию Фарадей рассматривает в социальном плане: «Теперь вам понятна дефективность, присущая жилищам бедняков, которые дышат все время одним и тем же воздухом». Фарадей убежден, что «вся Природа связана воедино общими законами, которые обуславливают пользу одних частей природы для других». Он вспоминал, что «он (Дэви) смеялся над моей идеей о том, что мораль людей, занимающихся естественной философией, самая возвышенная; он говорил, что он дает мне несколько лет на наблюдения и размышления, чтобы я встал на здравую точку зрения»⁴. И тем не менее, уже совсем в зрелом возрасте, Фарадей обращается к своей юной аудитории, завершая серию лекций, посвященную свече, со словами: «Все, что я могу сказать вам в заключение этих лекций (потому что мы рано или поздно все равно должны кончить эти лекции), так это выразить пожелание, чтобы вас — все ваше поколение — можно было сравнить со свечой; чтобы вы могли так же ярко, как и она, светить для окружающих; чтобы вы во всех ваших поступках могли оправдать красоту горящей свечи своими достойными и полезными делами, выполняя свой долг перед соотечественниками».

СЛУШАТЕЛИ О ЛЕКЦИЯХ ФАРАДЕЯ

Приведем мимоходом несколько воспоминаний, оставленных нам теми, кому довелось слушать лекции Фарадея. Леди Поллок писала после смерти Фарадея: «Он мастерски владел аудиторией. Безукоризненная речь принуждала слушателей к вниманию и настойчиво вела

к пониманию... Освежающая жилка юмора сопровождала его богатое воображение и время от времени, но не слишком часто, помогала снять напряжение у слушателей». Леди Оуэн вспоминает о лекции, посвященной силам притяжения (1856 г.): «Он заставлял всех нас от души смеяться; и когда он бросал ведро, полное угля, кочергу, пару щипцов на гигантский магнит и все эти вещи буквально приклеивались к магниту, театр взрывался криками восторга»⁴. Бенс Джонс выразил общее мнение следующим образом: «В лекциях для юношества его простая речь и превосходные эксперименты, его быстрота и ясность держали всех в непрерывном внимании и заставляли сохранять все его рассуждения в памяти. Это относится даже к самым юным слушателям, тогда как большинство опытных учителей обнаруживало, что хорошо известные опыты представляли перед ними совсем в новом виде, изобрести который мог только гений Фарадея; осуществить такие опыты мог лишь человек, очень искусный в экспериментальной работе». Точно так же и Крукс отмечает в связи с лекциями, посвященными силам: «Радость, которую все мы получали, наблюдая Фарадея, не идет ни в какое сравнение с тем, что мы видели на лекциях других философов, где нам приходилось бывать. Частично это объясняется его крайней одаренностью как демонстратора... Лекция в целом представляла собой искрящийся поток красноречия и лекционных демонстраций. Не нашлось бы химика, любящего свою науку, независимо от того, насколько часто он сам может повторять тот же самый эксперимент, который не испытывал бы интереса, видя этот опыт в руках Фарадея». Фарадей, без сомнения, был редким сочетанием блестящего лектора, убеждающего удивительными истинами, и творческого ученого, умеющего наделять своим энтузиазмом исследователя юную аудиторию.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА И САМООБРАЗОВАНИЕ

Нам следует остановиться, хотя бы и вкратце, на его лекции «Размышления по поводу воспитания ума», которая была включена им в последнее (1859 г.) собрание его статей⁷. Предисловием служило написанное самим Фарадеем оправдание (ему было тогда 67 лет) за включение этой статьи в собрание научных статей: «Эти размышления были прочитаны в виде лекции членам Королевского института 6 мая 1854 г. Они столь непосредственно связаны по своему происхождению и характеру со всей моей жизнью экспериментатора, что рассматриваются мною либо как ее следствие, либо как ее причина, и их появление в конце этого тома мне кажется вполне уместным». Вот самое точное указание на теснейшую связь между исследовательской работой и образованием.

Хотя в этой лекции действительно воссоздается «интеллектуальный автопортрет»⁸, основные мысли Фарадея, касающиеся самообразования, имеют в виду других в неменьшей степени, чем себя. Он начинает с широкого определения, что такое образование: «Образование можно понимать в столь широком смысле, что оно будет включать в себя все то, что приводит к совершенствованию ума... Необходимо, чтобы человек экзаменовал сам себя, причем беспощадно... Первым результатом этого умственного навыка будет „внутреннее убеждение в том, что ты не знаешь много такого, что знают другие“».

«Первый шаг в сторону совершенствования состоит в выяснении того, чего нам не хватает... самообразование должно продолжаться всю жизнь».

«Следовательно, то образование, за которое я выступаю, потребует терпения и труда со стороны нашего мозга в каждом упражнении для совершенствования мышления».

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ М. ФАРАДЕЯ

- 1791 г. Родился 22 сентября в Лондоне.
- 1804 г. Стал мальчиком на посылках у владельца книжного магазина и переплетной мастерской (Джордж Рибо).
- 1805 г. 7 октября поступил к Рибо на 7 лет в качестве ученика.
- 1810 г. Посещает лекции, организованные Дж. Татумом в городском Фило-софском обществе; первая лекция была прочитана самим Татумом.
- 1812 г. Присутствует на четырех лекциях сэра Хэмфри Дэви в Королевском институте; пишет прошение сэру Джозефу Бэнксу, Президенту Королевского общества о предоставлении должности, позволяющей заниматься научной работой (ответа Фарадей не получил).
- 1813 г. Поступил 1 марта в Королевский институт в качестве лабораторного ассистента; совершает поездку на континент как личный секретарь Дэви.
- 1815 г. В апреле возвращается в Англию; становится ассистентом и заведующим материальной частью лаборатории и минералогической лаборатории.
- 1816 г. Опубликована первая научная работа (по химии): «Анализ гашеной извести, встречающейся в естественных условиях».
- 1821 г. 12 июня женился на Сарре Бернар (супруги живут в Королевском институте), присоединяется к Сендмениянской церкви месяцем позже. Занимается исследованием свойств сплавов. Становится заведующим зданием и лабораторией Королевского института.
- 1823 г. Сжижает хлор; становится первым секретарем Научного общества.
- 1824 г. Лекции в лаборатории Королевского института.
- 1825 г. Открыл бензол; организованы вечерние дискуссии по пятницам в Королевском институте. Назначен директором Королевского института.
- 1826 г. Организованы рождественские лекции для детей.
- 1827 г. Опубликованы «Опыты по химии»; отклонено предложение быть заведующим кафедрой химии в Лондонском университете.
- 1829 г. Начал чтение лекций в Королевской военной академии, Вулвич (продолжались до 1851 г.); опубликованы исследования оптического стекла.
- 1831 г. Открыто явление электромагнитной индукции и динамо-машина; опубликована первая работа из цикла «Экспериментальные исследования по электричеству»; эти работы воспроизведены в томах I (1839 г.), II (1845 г.), III (1855 г.) его сочинений. Впервые появляется упоминание о магнитных силовых линиях.
- 1832 г. Подтвержден магнитный эффект, вызываемый движением электростатических зарядов. Награжден Королевским обществом медалью Коули; Оксфордский университет присуждает ученую степень Doctor of Civil Law.
- 1833 г. Открыты два закона электролиза (изобретен вольтметр); занял пост профессора (Fullerian professor) химии в Королевском институте.
- 1835 г. Начаты исследования электростатической индукции; приглашен научным советником в Trinity House (Адмиралтейство).

- 1840 г. Становится старостой Сепдменианской церкви (впоследствии был смещен, а в 1860—1864 гг. восстановлен).
- 1841 г. Серьезное ухудшение здоровья.
- 1844 г. Описан опыт с бадьей для льда (закон сохранения электрического заряда).
- 1845 г. Открыто вращение плоскости поляризации света в магнитном поле; повторено открытие явления диамагнетизма.
- 1846 г. Размышление о свете как о поперечных колебаниях в импровизированной лекции «Мысли о колебаниях лучей».
- 1847 г. Обнаружен парамагнетизм у водорода, в отличие от других газов, которые диамагнитны. Первая лекция цикла «История свечи».
- 1848 г. Обнаружены магнитные свойства кристаллов.
- 1850 г. Исследование связи между магнитными явлениями и явлениями тяготения (безрезультатно).
- 1852 г. Статья «О физической природе силовых линий».
- 1854 г. Лекция «Размышления по поводу воспитания ума».
- 1857 г. Переезжает в загородный дом; отклоняет предложение стать президентом Королевского общества.
- 1859 г. Рождественская лекция «О различных силах в природе»; опубликован окончательный вариант сборника работ «Экспериментальные исследования по химии и физике».
- 1860 г. Представлена последняя статья (отвергнутая Королевским обществом).
- 1861 г. Уходит в отставку как лектор Королевского института. Рождественские лекции («О различных силах в природе», «История свечи») обработаны и изданы У. Круксом.
- 1862 г. Кембриджский университет присваивает ученую степень Doctor of Laws. Последнее научное исследование (о влиянии магнитного поля на спектральные линии, с отрицательным результатом).
- 1863 г. Избран иностранным членом Национальной Академии наук США.
- 1865 г. Уходит в отставку как заведующий Королевским институтом.
- 1867 г. Смерть 25 августа. Похоронен на Хайгетском кладбище (Лондон).
- * * *
- 1869 г. Первая Фарадеевская лекция в Лондонском химическом обществе.
- 1873 г. Джеймс Клерк Максвелл публикует свой «Трактат об электричестве и магнетизме», основанный на исследованиях Фарадея.
- 1933 г. Старая могильная плита заменена на такую же простую новую.
- 1936 г. Опубликованы «Дневники Фарадея» (8 томов, издатель — Мартин).

«Я со всей серьезностью подчеркиваю этот пункт самообразования, потому что твердо верю в то, что каждый человек в той или иной степени способен усовершенствовать свое мышление». Остановимся теперь на относительной роли ума, природы и самого мышления в процессе критического самоанализа человека.

«Тренированный таким образом ум легко *вводит на разумных основаниях необходимые поправки* по любому вопросу». Он приводит примеры своих взглядов, которые оказались ошибочными: с одной стороны, его неверное убеждение (связанное с одной из его немногочисленных экспериментальных ошибок) в том, что искра может возникать просто из-за близости вольтаического металла; с другой стороны, его верные представления о том, как проводят электричество электролиты. Фарадей подчеркивает: «Я считаю важнейшим пунктом самообразования, чтобы студент непрерывно работал над кристаллизацией ясных идей, пытаюсь сформулировать их ясным языком». Вместе с тем он подчеркивает, что «воображение должно быть натренировано до такой степени, чтобы оно могло поставить вопрос в любом допустимом аспекте, и даже в недопустимом; оно должно искать подобные случаи и аналогии, а также (если можно так выразиться) противоположности — обратные или контрастные аналогии». Например, нам трудно рассуждать об электричестве, не представляя себе его в виде жидкости или в виде колебаний, или какого-либо еще известного состояния, или формы движения» (Фарадей считал такие модели крайне желательными, но отнюдь не необходимыми). Бенс Джонс замечает в связи с этим: «Оно (воображение) иногда переходило в предвидение или второе научное зрение, которое позволяло ему предугадать результаты; лишь впоследствии он сам или кто-либо другой убеждались в их правильности».

ПРИРОДА КАК УЧИТЕЛЬ

Фарадей был глубоко убежден в важной роли самой природы: «Я верю, что всякий может найти в окружающих нас вещах превосходную школу для самообучения и область, вполне пригодную для тренировки ума; привычка мыслить, выработанная при наблюдении природы, может быть легко перенесена и на явления общественной жизни. Такая тренировка ума просто необходима, как долг перед самим собой, так и перед обществом».

«Законы природы, которые мы познаем, служат основой нашего понимания явлений природы... они становятся, как это всегда и было, нашей верой и правдой». Пересказывая историю открытия Нептуна, он восклицает: «Какая истина, даже меньшая по своему значению, чем это открытие, могла бы получить более надежное подтверждение, чем эта?» И далее: «Если мы обратимся к электричеству, то в руках опытного исследователя оно откроет самые неожиданные возможности; оно приближается по мановению руки, вырывается из металлов; его можно извлечь из атмосферы; оно окружает заряженный шар; оно говорит, оно пишет, оно делает отметки — оно представляется исследователю (достаточно опытному и предусмотрительному) как всеобщий дух природы».

«Прелесть электричества или любой другой силы состоит совсем не в том, что эта сила затрагивает неизвестным образом все наши чувства таинственно и неожиданно, а в том, что она подчиняется известным законам и что образованный человек может в значительной мере управлять им». В своих лекциях по пятницам в 1858 г., обсуждая связь между электрическим телеграфом Уинстона и наукой вообще, Фарадей подчеркивает, что наука — это неперемнное условие образования, и говорит: «Я могу привести вам много примеров из собственной жизни... Я хочу

просто выразить свое твердое убеждение в том, что именно этот процесс самообразования, который состоит в тренировке ума сопротивляться его собственным желаниям и наклонностям до тех пор, пока не выяснится, что они соответствуют истине,— является самым важным и не только в области естественной философии, но и во всех областях повседневной жизни. Тиндаль совершенно справедливо заметил: «Сама природа, а вовсе не образование, сделала Фарадея столь сильным и тонким исследователем».

Позже, в 1862 г., выступая перед уполномоченными общественной школы, Фарадей убеждает их: «Я думаю, что изучение естественных наук является столь великолепной школой для ума, что наряду с теми законами, которыми наделил все вещи в природе Творец, и удивительным единством и устойчивостью материи и сил, не существует лучшего способа для тренировки ума». Он признается: «То, что знания в области естественных наук, которые столь мощным потоком нарастали в течение последних пятидесяти лет, я осмелюсь сказать, остались неиспользованными, и то, что не было приложено достаточно усилий, чтобы передать эти знания молодым людям, только еще получающим образование и впервые знакомящимся с этими вещами,— все это представляется мне настолько странным, что я не в состоянии этого понять». Что бы сказал Фарадей о научном образовании в наши дни?

УМ И ЧУВСТВА

Наконец, пытаясь понять роль рассудка, следует непосредственно обратиться к нашим чувствам. «Наши чувственные ощущения просто удивительны. Даже только в наблюдающем, но не рассуждающем ребенке, они дают такие эффекты, которые выглядят как интуиция из-за их совершенства». С другой стороны, Фарадей предупреждает, что «ум должен понимать роль чувств и их сигналы на каждой ступени жизнедеятельности».

«Ошибка возникает иногда от слепой веры в наши чувства, однако ее следует считать скорее ошибкой рассудка, чем ошибкой наших чувств». Он отмечает, что «наша интерпретация чувственных впечатлений в высшей степени зависит от опыта (вспомните неуверенные движения кончиков пальцев, когда руки скрещены, а пальцы сцеплены). Бывают случаи, когда они и вовсе отказывают нам, потому что наша память не удерживает отчетливого впечатления предшествующих ощущений». Большое значение имеет также «тенденция к самообману, когда у нас возникает расположение к тому, что мы хотим; нужно выработать в себе сопротивление желаниям». Он отчетливо сознает, что сила «искушения, которое понуждает нас искать такие данные и обстоятельства, которые соответствуют нашим желаниям, и, наоборот, отвергать то, что им противоречит, удивительно велика». (Сравните это высказывание с интересным вопросом: станет ли колебаться кольцо, подвешенное на очень длинной нитке? Если да, то по какой кривой будет происходить это движение — по прямой линии или по овалу?) Он замечает далее: «Фундаментальный факт, также как и элементарный принцип, никогда не подводит нас; они всегда остаются правильными: но, с другой стороны, мы очень часто должны задать себе вопрос, что означает реально тот или иной факт, потому что зачастую мы этого не понимаем и переоцениваем или, наоборот, недооцениваем его подлинный смысл. Без сомнения, необходимо «знать все обстоятельства, касающиеся того предмета, относительно которого мы должны высказать некоторое суждение». Вот кредо Фарадея в этом отношении: «Я убежден, что взгляды людей можно культивировать в весьма значи-

тельной степени; они могут быть непосредственно применены и к искусству, придавая и там доказательную силу определенным суждениям». С этим высказыванием хорошо вяжется любовь Фарадея к музыке, опере и театру.

Одно широко распространенное увлечение вызывало у Фарадея глубокое отвращение, причем он рассматривал его как социальное явление. Речь идет о «вращении столиков», т. е. о спиритизме. Слова Фарадея звучат как упрек: «Стоило ли нам заниматься образованием, постигая веками накопленные знания, а затем отбрасывать все то, что мы приобрели, и дать невежеству вести нас в неизвестное?»

«Этот закон [тяготения] часто игнорируют, как не имеющий значения или недостаточно подтвержденный... Я не сказал бы, что отрицают полностью этот закон, хотя я сам слышал излагаемые в триумфальных тонах вымышленные факты, опровергающие этот закон; однако, насколько мне известно, никогда не пускали в ход эти самые факты».

«Что может еще следовать из этого, кроме того, что общество, вообще говоря, не только невежественно в том, что касается умственного воспитания, но также и то, что оно абсолютно не осведомлено о своем невежестве». Вот как обосновывается его точка зрения: «Что значит ясновидение, месмеризм или столовращение по сравнению с таким достижением, как это [фотография]?» И он заканчивает следующим образом: «Я не выступаю против наблюдения столовращения самого по себе, потому что однажды затеянное дело переросло в стихийное бедствие и стало, хотя и весьма мало перспективной, но все же областью исследования; но я выступаю против нежелания сторонников этого направления заняться серьезными исследованиями этого круга вопросов, против их самоуверенных утверждений, против их уверенности в том, что сдержанный и осторожный наблюдатель всегда также ошибается. Я хотел бы, привлекая внимание ко всем этим вопросам, создать всеобщую атмосферу дисциплины мышления и превосходства образования». Более того, Фарадей предупреждал, что «в отношении действия магнита на человеческое тело почти невозможно вести плодотворные исследования без соответствующей подготовки».

Наглядной иллюстрацией деятельности в наши дни, не имеющей ни малейшего научного обоснования, может служить астрология. Несмотря на значительный прогресс научного образования, число астрологических публикаций непрерывно растет; Американская федерация астрологов (основанная в 11 ч. 38 м. до полудня восточного стандартного времени 4 мая 1938 г.) имеет свою штаб-квартиру в Вашингтоне, а издательский центр в Тускане — совсем поблизости от Национальной обсерватории Китт-Пик. Недавно Барт Бок, Френсис Хейдан и я собирались изучить предыдущий критический обзор астрологических работ примерно двадцатипятилетней давности. Американское астрономическое общество не проявило большого интереса к этому предложению; по всей видимости, там уже убедились в чрезвычайных трудностях борьбы с этим интеллектуальным и общественным злом. Тем не менее, как это отметил Джон Каррен, «неусыпная бдительность все еще является условием сохранения свободы человека».

Сам Фарадей прекрасно понимал, что иногда следует просто воздержаться от поспешных суждений. «Когда у нас собираются различные данные и мы можем уже пытаться делать общие выводы, наше мышление должно быть в состоянии взвешивать каждый отдельный факт и не впадать в ошибки из-за слишком скоропалительных выводов».

«Раз мы не непогрешимы, мы должны быть осторожными». Он считал нежелание Франсуа Араго давать объяснение поведению магнита, сво-

бодно подвешенного над вращающимся медным диском, как «самое мудрое и поучительное промедление с выводами». Фарадей вполне допускал неопределенность в собственных высказываниях: «Я не могу с уверенностью сказать, существуют ли две электрические жидкости или же не существует вообще никакой такой жидкости».

Он был убежден в том, что «временами и довольно часто сопоставление различных мнений должно заканчиваться абсолютным отказом от окончательных выводов». Он цитировал известный пример «предположительного вывода»: «Как часто официальное мнение Дэви о невозможности вспышки газа в больших масштабах приводилось дельцами, вербующими людей на работу». Фарадей добавляет к этому: «Существует много вопросов, в которых спокойно уживаются самые надежные и ценные научные результаты наряду с самыми фантастическими и бесполезными предположениями, которые непрерывно проходят через различные стадии интеллектуального, экспериментального или даже коммерческого развития; некоторые из них получают право на существование, некоторые бесследно исчезают, а некоторые возвращаются снова и снова, как сорная трава, от которой не удастся избавиться, и могут продолжать еще культивироваться совершенно бесплодно как в смысле окончательных результатов, так и в смысле пищи для ума. Примерами — в различной степени — могут служить тепловые машины, электрический свет, ...мезмеризм..., вечное движение» и т. д.

ОСУЖДЕНИЕ НЕДОСТАТКОВ

Наиболее существенным дополнительным фактором собственного образования Фарадея была, без сомнения, его позиция смирения; поэтому нас не могут удивить исходные позиции в его философии образования. «Это образование [умственное] начинается и заканчивается смирением. Оно может начаться только с осуждения своих недостатков». У самого Фарадея смирение уходило своими корнями в его религиозные убеждения¹⁰. В начале лекции, посвященной умственному образованию, Фарадей оправдывается: «Здесь было бы неуместно вдаваться в этот предмет [теологию] глубже; достаточно ограничиться требованием абсолютного разграничения между религиозной и повседневной верой. Меня могут упрекнуть в слабости, когда я отказываюсь использовать интеллектуальные процедуры, которые я считаю безукоризненными в применении к достаточно высоким материям, к еще более возвышенным предметам. Я согласен принять этот упрек. Но даже в самых земных вещах, Его неуловимые следы со времен сотворения мира можно различить вполне отчетливо и понять через другие созданные предметы, несмотря на Его вечную власть и божественную силу; и я никогда не обнаруживал ничего несовместимого между теми вещами, которые человек может познать благодаря душе, заложенной в человеке, и теми вещами, относящимися к его будущему, которые заложены в нем самом, и теми возвышенными вещами, относящимися к его будущему, которые он не может знать, даже обладая душой». Приверженец агностицизма Тиндаль признавал, что «созерцание Природы и его собственные взаимоотношения с ней вызывали в Фарадее некоего рода душевную экзальтацию... У него нельзя отделить философию и религиозные чувства; как правило, одно переходило в другое».

«Фарадей отстаивал примат веры. Мир познаваем и приспособлен к нуждам человека, потому что Бог разумен и добр».

Наконец, несколько замечаний Фарадея, касающихся официального образования. Как член сената Лондонского университета он состоял в комитете, рассматривавшем «наиболее эффективные методы экзамена»;

он приводит свои соображения в письме к генералу Королевской военной академии Портлоку. Фарадей уверен, что лучший способ экзамена — это тогда, когда ответы представляются в письменной форме и когда устный опрос играет лишь вспомогательную роль: «Я провожу совсем краткий устный экзамен поступающих в Академию... Я всегда прошу просматривать записные книжки экзаменуемых, чтобы видеть результаты». Он замечает также: «Мы думаем, что совсем не обязательно добиваться численных ответов, потому что самое важное — выяснить, как выглядит ход рассуждений». Он сожалеет, что «слушателям читаются только лекции, а практических лабораторных работ по химии нет, а ведь химия в основном наука экспериментальная. (Этот факт иногда забывают и в наше время.— Р. С.) Одни только лекции могут дать в лучшем случае лишь общие представления об этой весьма обширной области знания».

Прислушивайтесь, современные деятели просвещения!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение я не могу придумать ничего лучшего, как процитировать слова Жана Батиста Дюма, посвященные этому естествоиспытателю и учителю: «Природа наделила его способностями, позволившими ему стать учителем, неустанно несущим людям истину, неутомимым тружеником, полным задора и энтузиазма в лаборатории, самым достойным и любимым членом в своей семье и, наконец, наиболее просвещенным проповедником среди тех простых людей, к вере которых он примкнул»¹¹.

Национальный научный фонд,
США

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Select Ehxortations Delivered to Various Churches of Chirst by the late Michael Faradey. Wm. Buchanan, John M. Baxter and Alexander Moir (T. Rorie, Ed.), Tohn Leng, Dundee, 1910.
2. N. B. J o n e s, The Life and Lertters of Faraday, vol., 1-2, Longmans, Green, London, 1870.
3. M. F a r a d a y, Advice to a Lecturer, The Royal Institution, London, 1960.
4. M. F a r a d a y, On the Various Forces of Nature, Thomas Y. Crowell, New York, 1961.
5. The Chemical History of a Candle by Michael Faraday (W. Crookes, Ed.), Viking, New York, 1960. Есть много переводов на русский язык.
6. J. T y n d a l l, Faraday as a Discoverer, D. Appleton, New York, 1890.
7. M. F a r a d a y, Experimental Researches in Chemistry and Physics, Richard Taylor and William Francis, London, 1959.
8. L. P. W i l l i a m s, Michael Faraday, Chapman and Hall, London, 1965.
9. B. T. B o k, M. W. M a y a l l, Sci. Monthly 42, 233 (1944).
10. R. T. S e e g e r, Physics 8, 220 (1966).
11. T. A. G r o w t h e r, The Life and Discoveries of Michael Faraday, Macmillan, New York, 1920.