

Изв. вузов «ПНД», т.4, № 2, 1996

## ФАРАДЕЙ - МАКСВЕЛЛ - ГЕРЦ - ХЕВИСАЙД ...

### О согласованности функциональных специализаций мозга\*

*Б.М. Болотовский, М.Л. Левин, М.А. Миллер, Е.В. Суворов*

Историко-психологический очерк, написанный по материалам конференции памяти М.Фарадея (Москва, осень 1991 г.). Приводятся некоторые соображения о ментальной совместимости ученых, занятых исследованием какой-либо единой проблемы. Люди с разными типами мышления (образным, логическим или комбинированным) более естественно включаются в эстафетно-преемственные научные последовательности (или действуют независимо), чем объединяются в добровольные научные коллективы. Весьма показательным примером удачной (производительной) последовательности служит цепочка участников построения классической теории макроэлектromагнетизма Фарадей - Максвелл - Герц - Хевисайд.

*Памяти И.М. Яглома*

## 0. Предисловие

Осенью 91 года в Москве состоялась конференция памяти М.Фарадея. Мы приняли в ней несколько странное участие: было подготовлено два независимых варианта доклада - один зачитан, а другой написан. После конференции написанный текст был распространен среди узкого круга людей, знакомых с нами и с богиней К. Они отнеслись к нему расположительно и советливо, а главное, высказали ряд сомнений и пожеланий. Мы приняли во внимание почти все. Они же рекомендовали нам растиражировать наши «исторические измышления», что мы сейчас и предпринимаем. Этот препринт - первый шаг; за ним, возможно, последует второй - в виде публикации в каких-либо «Вопросах...» или «Трудах...».

Стилевая разница понятна: в штучном и «своем» издании можно держаться любых неприятостей, а в массовом и «чужом» - приходится блюсти тамошний устав.

Архитектоника этих записок отклоняется от статейных стандартов. Сперва мы решаемся высказать какие-то общие взгляды о распределении естествоиспытателей с разными ментальными свойствами (в основном, акцентируя

\* © Б.М. Болотовский, М.Л. Левин, М.А. Миллер, Е.В. Суворов. Фарадей - Максвелл - Герц - Хевисайд ... О согласованности функциональных специализаций мозга. Препринт № 327. Нижний Новгород: Институт прикладной физики РАН, 1992. 32 с.

внимание на асимметрии мыслительных функций) в научных коллективах и научных последовательностях, понимая под первыми - одновременно (а часто и одномоментно) работающих людей, а под вторыми - цепочку ученых, преемственно (эстафетно) развивающих одну и ту же проблему (разрабатывающих «идейноносную жилу» - порой и одновременно, и разноместно).

В качестве редкостного примера удачной и очень индивидуально дискретной цепочки мы выбрали последовательность, составленную Фарадеем, Максвеллом, Герцем и Хевисайдом. И тоже сначала позволили себе некоторые общие суждения, а все поясняющие их цитаты собрали в отдельном месте (раздел 6. «Свидетельские показания»). Этому есть три оправдания: во-первых, нам хотелось заново учинить пробежку по всей цепочке, но уже в чисто документальном исполнении; во-вторых, большая часть «показаний» не имеет однозначной текстовой прописки, и наконец, в-третьих, все эти цитаты вкуче читаются как самостоятельное сочинение и даже способны удивлять.

В заключении мы снова возвращаемся к общим взглядам, как бы поощряя читателей на продолжение и развитие.

Нам очень хотелось, чтобы предлагаемый опус соответствовал духу и намерениям покойного друга нашего И.М. Яглома, некогда написавшего увлекательные исторические исследования на тему: «Почему Ньютон и Лейбниц одновременно открыли высшую математику» [1]. И всякий раз, дотягиваясь до какой-либо идеи, мы чувствовали свою близость к И.М.; нам казалось, что мы всего лишь трактуем ход его мыслей расширительно в физику и немного поддразниваем читателя на большее.

Мы признательны В.П. Визгину и Б.В. Булюбашу за подсказки и обсуждения, но еще и С.Д. Миллер, без участия которой ничего бы такого (на эту тему!) не произошло.

## 1. Пояснение замысла

В 1989 г. мы закончили многолетнюю работу по переводу на русский язык максвелловского «Трактата об электричестве и магнетизме». Как было отмечено в нашем предисловии к работе [2], «Трактат» Максвелла принадлежит к тем выдающимся произведениям цивилизации, которые, подобно «Началам» Ньютона, произвели крупномасштабные изменения в развитии естествознания, и не только в части проникновения в тайны мироздания, но и в отношении совершенствования способов мышления, принципов «понимания понимания», новых подходов к методам познания природы.

Но у «Трактата» есть еще одна заслуга перед историей науки, хорошо известная, но недостаточно, на наш взгляд, прославленная: он являет собой образец эстафетной преемственности идей двух разносвойственных, но равновеликих мыслителей - **Фарадея и Максвелла** [3].

Естественно бы посмотреть на эту «связку» более проникновенно: психологичнее, идеологичнее и даже - в каком-то свете - историчнее. Работа по переводу отменно этому способствовала, позволяя проследить фарадеевское влияние на Максвелла чуть ли не построчечно. И занятие сие инициировало размышления об аналогиях и обобщениях: как и насколько часто образуются такие цепочки? Какова роль психосвойств их участников? В чем разница между одновременными и разновременными соединениями людей? Сколько тут умысла, везения и типичности? Ну, и что это значит для истории?

Как нередко бывает на перекрестках наук и искусств, «однодельцам» не хватает ни знаний, ни умений из соседствующих занятий; поэтому в ряде случаев нам пришлось ограничиться лишь наводками на проблемы, не вторгаясь в профессиональные дотошности.

Но был и еще один довод в пользу краткости и полетной образности изложения. Как недавно замечено литератором Б. Хазановым [4], различаются три типа прозы: одна - прозрачная, выверенная, отжатая, лапидарная (условно он ее

называет французской, хотя русским читателям она известна, например, через Карамзина и Пушкина); другая - замедленная, ветвистая, обстоятельная (условно - немецкая, к ней могут быть отнесены Пруст и Л.Толстой), и наконец, проза «русского» типа - стихийная, хаотизированная, «неаналитическая», как бы нарочно непоследовательная, зато очень психологичная, как у Достоевского<sup>1</sup>. И каждому стилю - свое предназначение, приспособляемое к мотивам, содержанию и целям. Встречается, конечно, соединение (суперпозиция) манер, когда именно это способствует (не побоимся употребить тут старинный выразительный глагол) созданию точного представления о предмете описания<sup>2</sup>. Нам очень хотелось придерживаться далее (по хазановской раскидке) «французской» беглости и нетяжеловесности, но это желание по-видимому так и осталось декларативным, ибо побороть в себе «русскоязычные» склонности оказалось не под силу даже четверым, разнонациональным.

## 2. Поучительность истории <sup>3</sup>

История обязана (прежде всего!) последовательно изучать фактически случившееся прошлое. Но кроме чисто повествовательной функции она еще должна производить «взглядовую систематизацию» событий. Это придает ей многоликость и состояние «зависимости от наблюдателя», присущее психике человека и человеческих сообществ. Благодаря этому проступает еще одно назначение, его можно было бы назвать назидательным, занимательным или занимательно-назидательным.

Мы с удивлением следим за шарахающимися от одной случайности к другой поисками «истинной правды Природы» и, пользуясь преимуществами своего пребывания в будущем, вольно или невольно придумываем разного рода спрямления, альтернативные пути развития («виртуальные реальности»). Можно, конечно, относиться к этому как к отвлекающим фантазиям на тему - «а что было бы, если бы», а можно и по-другому: сопоставление «реальной реальности» с «реальностью виртуальной» должно вызывать восхищение перед величием простоты Замысла и незлонамеренной изощренностью («rafiniert aber nicht boeshaft») осуществления этого Замысла Создателем. А иногда даже кажется, что такое активное «вмешательство» в историю может научить людей делать меньше несуразностей и улучшать «методику жизни», по крайней мере, на участках прогнозируемого развития (вне «скачков парадигм»). Наконец, и в осуществленной истории встречаются двухпутные движения - одновременное отстаивание разных концепций и сценариев построения объединяющих теорий, собирающихся к единому (одному и тому же!) ответу. Именно такая картина рисуется нам в деле создания теории электромагнетизма во второй половине XIX века.

Один путь был аналитический, отталкивающийся от квазистатического приближения с последовательными расширениями и обобщающими продвижениями к быстропеременной динамике [5]. В основном, его приверженцы трудились на европейском континенте - Ампер, Лаплас, Гаусс, Нейман, Вебер..., Гельмгольц ... . Но не без исключений, конечно, таких весомых как, например, «образник» Риман.

Другой путь - аналоговый, модельный - не всегда подсказываемый «здравым смыслом» - как-то естественно приведший к построению общей картины явлений, единой, цельной... полевой. Он больше был свойственен

<sup>1</sup> Этот абзац вставлен весной 92 года во вторую редакцию текста; напомним, первая произошла осенью 91 года.

<sup>2</sup> Удивительно, что предлагаемая классификация имеет такую же тройственность, что и функциональная разделенность человеческого мозга, хотя взаимосоответствие и не строго по подраздельное, что прояснится чуть позже.

<sup>3</sup> Нам удобно и привычно держать в уме только историю науки, пусть даже как аналог чего-то более объемлющего.

представителям британской, островной физики <sup>4</sup>. Здесь тоже много высоких имен, но фактически почти все достижения вобрала в себя (подытожив) «связка» Фарадея и Максвелла. Сейчас нет сомнений в полезности (и результативности!) обеих линий развития, но вторая оказалась быстропроходимее первой и, в конечном счете, победительнее ее.

Есть и другие примеры состязательных сценариев, но лучшего (в смысле наиболее привлекательного для наших демонстраций), пожалуй, не было и не будет: он удачно «лег на эпоху», ибо раньше еще не возникало столь многолюдного ажиотажа поиска, а позже «индивидуумы от науки» уже не могли себе позволить столь высокую степень личной независимости.

### 3. Психологичность развития

Как-то даже неудобно «переоткрывать» истину, что общество есть совокупность взаимодействующих людей и что оно не однородно, а разбивается на многие подобщества - иногда территориально разнесенные, а иногда совмещенные - как бы вложенные одно в другое. В пределе подобщество можно считать состоящим из одного или нескольких людей, подобранных по какому-то признаку. Поэтому при изучении Всеобщей Истории Идей (истории развития понимания людьми Природы и самих себя) необходимо знать и учитывать особенности мыслительного устройства людей, в этой самой истории участвующих. И многое другое надо учитывать, но далее будем нарочито сосредоточены только на этом.

Важнейшее достижение в понимании природы мышления Человека Разумного (за последние десятилетия, по крайней мере) связано с установлением (точнее - с физиологическим подтверждением - R.Sperry. Nobel Prize. 1981, [7-9]) функциональной асимметрии человеческого мозга. Именно - подтверждением, ибо по «клиническим показаниям» разносторонность умственных проявлений людей была известна бездато давно, по догадкам еще с первоначальных кроманьонских поколений, то есть, по-видимому, когда предки наши стали задумываться над характерами близких своих. Но все эти наблюдения обволакивались художественной словесностью, бывали слабо устремленными и, уж во всяком случае, не поддержанными представлениями о соответствии между поведением и физиологичностью.

Напомним - поляризация мыслительного аппарата человека выражается в том, что правое полушарие мозга специализируется на так называемом образном мышлении, иногда его зовут «параллельным», а в математических занятиях оно проявляется через предпочтение, оказываемое геометрической, пространственной сообразительности. Тогда как левое полушарие осуществляет последовательно логические операции, следит за причинно-следственными (временными) связями, и при математических занятиях проявляется через склонность к алгебраической, аналитической сообразительности. Мы приводим умышленно контрастное описание - фактическая картина не такая уж примитивная. Междуполушарное взаимодействие хорошо налажено (через мозолистое тело и комиссуры), и при необходимости происходят перехваты функций и разные компенсационные чудеса. Кроме того, бывают «переставленные» полушария у левшей (но не у всех). И уж,

---

<sup>4</sup> Территориальное разделение - на островную и материковую ветви развития - факт удивительный, заслуживающий всеохватного изучения; наверное, это связано с явлениями психологической самоорганизации («самоохмуризации») народонаселения и преемственности культурных традиций. И ведь речь идет не только о науке! (см., например, книгу Дюгема «Физическая теория, ее цель и строение», изданную на русском языке еще в 1910 году [6]). Правда, сейчас, в конце XX века, благодаря разномасштабному информационному перемешиванию, геопривязки начинают смазываться и, похоже, мы, люди, восторгаясь разумностью и удобствами международных общностей, недопонимаем страстности потерь.

разумеется, нельзя не учитывать загадочных подсознательных процессов<sup>5</sup>.

Далее для поставленных нами целей достаточно знать, что люди по характеру своего мышления сочетают обе эти специализации в разных врожденно-приобретенных (плюс подправленных воспитанием и жизнью) пропорциях: встречаются доминантно-логические, явно выраженные «левополушарники» ( $l > r \rightarrow \text{left} > \text{right}$ ), доминантно-образные, явно выраженные правополушарники ( $l < r \rightarrow \text{left} < \text{right}$ ) и так называемые амбидекстры - двоякоправые ( $l - r \rightarrow \text{left} - \text{right}$ ) с приблизительно сбалансированными свойствами<sup>6</sup>. Определить пропорции каждого индивидуума (да еще при этом отделить вклад врожденный от вкладов приобретенных<sup>7</sup>) можно только с помощью хорошо продуманной системы тестов и корреляции откликов на специально подобранные ситуации. Особую форму такого рода детективного исследования приобретает задача «восстановления» соответствующих свойств исторических личностей прошлых времен, исходя из прямых или косвенных свидетельств. К счастью, чем крупнее деятель (по историческому вкладу в цивилизацию - хотя критерии весьма расплывчаты), чем он знаменитее, тем, как правило, больше от него остается «архивных уликов». Но этого еще мало, - необходимо, чтобы эти улики были четко персонифицированы. Лучше всего выглядят поэты и художники, композиторы и другие «творцы», выражающие себя через долго живущие произведения собственного изготовления. Хуже всего - политические деятели, потому что дворы не только играют королей, но и передают им свои «усредненные» качества. Огорчительно, что и Умные Мира Сего «высокопоставленные ученые мужи» начинают со временем обретать слабость к присвоению идей и манер подвластных им «научных дворов», тем затрудняя грядущую «архивную» идентификацию личности в изолированном от окружения представлении<sup>8</sup>.

Мы не вдаемся здесь во все тонкости «психо-нейро-историзма» ввиду - так нам кажется - запутанности классификаций и клинических диагностик. При этом различие «существенностей» в характерах политиков и ученых настолько

<sup>5</sup> К сожалению, многие интеллектуалы (то есть «умники» в хорошем смысле этого слова) «думают, не задумываясь», и уж во всяком случае, не числят культурной потребностью даже элементарную осведомленность о функциональных творческих и эксплуатационных возможностях (и невозможностях!) своего мозга. Эти вопросы неуместно разбирать в работе, посвященной уже приготовленному использованию этих знаний в истории науки. Так что ограничимся отсылками к литературе, но, как правило, увы, сильно профессионализированной (а порой даже «эзотеризированной», - доступной только «братьям по клану»). Чисто медицинские взгляды и пересылки собраны в книге [11], общенаучные - в обзорниках [7-10]. Многие публикации (еще с дофрейдовских времен!) касаются природы интуитивного подмышления («чутьевости!»), однако в пределах нашей достигаемости нет резюмирующих монографий на эту тему. Да и вообще все три типа подмышления еще ждут своих растолкователей. Правда, последние годы много внимания уделяется изучению распределения функциональных предназначений различных мозговых областей по глубине (корковые и подкорковые нейронные слои), однако, в основном их роль привязывается к характеру поведения, а не мышления. И мы не беремся судить об этом достаточно квалифицированно.

<sup>6</sup> Например, у некоторых левшей (по слухам!?) асимметрия полушарий выравнивается, то есть проявляется расположенность к амбидекстри.

<sup>7</sup> Насколько нам известно, этот вопрос более чем непрост: и логическое и образное мышление развивается в процессе воспитания «ума и чувств»; бывает даже возрастная динамика асимметрии функций мозга, чаще по схеме: ( $l < r$ )  $\rightarrow$  ( $l - r$ )  $\rightarrow$  ( $l > r$ ), реже ( $l > r$ )  $\rightarrow$  ( $l < r$ ). Это, конечно же, должно быть тщательно проанализировано при составлении психо-биографий [12], где всегда интересно отделить генетические (стойкие) признаки (впрочем, неточно - есть не только признаки, а еще и генетические команды развития признаков) от адаптационных. Пожалуй, самыми выразительными иллюстрациями мобилизационных возможностей человека служат переориентации манер письма некоторых художников после односторонних инсультов своих доминантных полушарий (болгарин Злато Бояджиев, нижегородец Михаил Виденский [13]. Такие критические («полундровые») ситуации подсказывают допустимость также и медленных плавных перестроек.

<sup>8</sup> Заметим все-таки, что имеет право на существование вполне безличностная история науки, где имена открывателей либо отсутствуют, либо фигурируют в качестве обозначенческих символов. Но при таком «подходе» напрочь утрачивается привязка деяний к мозговой специализации деятелей и тускнеет назидательно-занимательное значение прошлого. Ведь даже в групповых мозговых атаках или внутри тайных орденов, спянных по типу Бурбаки, поощрительность к творчеству все равно опирается на человеческие слабости.

очевидно, что разделение на «экспертов», «стратегов», «организаторов», «коммуникаторов», частично уместное для общественных деятелей, вряд ли разумно для людей одиночного самостоятельного думанья.

#### 4. Научные пары, научные коллективы и научные последовательности

В науке, как впрочем и в других «емких» занятиях людей (хотя нам сподручнее держаться только физиков и математиков), участвуют думатели всех свойств, но в разных сочетаниях. И воистину интересно понять, как ведут себя ученые-одиночки, как и в каких случаях они объединяются в коллективы, какими чертами продолжают в учениках, как образуются научные последовательности, то есть преемственные цепочки исследователей, погруженных в раздумья над решением какой-нибудь единой проблемы, и вообще, как происходят встречи подходящих людей с подходящими делами. Наверняка существуют наиболее благоприятные (для тех или иных судеб) обстоятельства. Однако, их поиск и выделение затруднены многочисленными жизненными запутанностями, только в очень «чистых реализациях» проглядываются признаки разумного соответствия людей и дел. Да и понятие «разумности» субъективно шатко. И все-же, казалось бы, на разных стадиях научных изысканий (поиск → догадка → утверждение → сопряжение → систематизация → «закононизация» → «мировоззрентизация») логические и образные уместности должны иметь свои предпочтения, причем не универсальные, а «подпроблемные»<sup>9</sup>.

Продвижение в этих трудно проходимых вопросах увлекательно и преисполнено неожиданностями. Одна из них раскрыта в уже упомянутой выше работе И.М.Яглома [1]. Речь идет о назойливо повторяющейся в истории парности разномыслных исследователей одного и того же дела. Впечатляющим примером служит одновременное и независимое открытие дифференциального и интегрального исчисления И.Ньютоном и Г.Лейбницем. Ньютон по многим своим качествам диагностируется как «правополушарник» ( $I < r$ ) [1], то есть человек с преобладанием образного мышления, а Лейбниц - как «левополушарник» ( $I > r$ ), то есть человек с предпочтительно логическим (педантично рассудительным) мышлением. Как известно, отношения между ними были крайне враждебными, недостойными их высоких интеллектов [16]. Предпринималось немало попыток объяснения этой вражды, но (насколько мы осведомлены) никто до И.М.Яглома не добирался до ее нейрофизиологических истоков, именно истоков, давших потом начало уже последующим распрям (и научным и житейским).

Пример этот значителен, но отнюдь не редкостен. В работе [1] приводится целый ряд аналогичных математических дуплетов; мы воспроизведем их ниже, понимая, конечно, что враждебность взаимных отношений между «напарниками» отнюдь не является непреложным следствием их разномыслия. Вот этот «список Яглома»:

<sup>9</sup> Заметим, что в пражные времена, когда до физиологической асимметрии мозга еще не догадывались (по-видимому, первое высказывание принадлежало Марку Даке в 1836 году), в ходу были довольно-таки расплывчатые характеристики разномыслящих людей. Например [6], противопоставлялись умы широкне ( $I < r$ ), но неглубокие ( $I < r!$ ?), умам глубоким ( $I > r$ ), но нешироким ( $I < r!$ ?), что вызывало сложномыслные ассоциации с истинными мыслительными расположениями.

С известными послаблениями асимметрия распространялась и на макроповедение сообществ, объединенных по профессиональным, территориальным (а порой и национальным) признакам. Так, например, считалось, что разделение по двум лагерям культуры - гуманитарной и естественной - соответствует их «мозговым-ложным перекосам»: правополушарники ( $I < r$ ) более привержены искусствам и искусствоведческим занятиям, а левополушарники ( $I > r$ ) - наукам и научно-подобным делам. В среднем основания для этого существуют, хотя, как будет ясно из приводимых далее примеров, такой примитивизм нефизиологичен. Практически в любом человеческом занятии участвуют думатели всех категорий [14,15]. И в литературе, и в живописи, и в музыке, и в политике, и в предпринимательстве, и в так называемых точных науках, и всюду-всюду можно видеть следы влияния и правых, и левых, и шалавых, с разными удельными весами, разумеется, но и не без неожиданностей в отклонениях от среднего.

l<г	l>г
Фалас	Пифагор
Платон	Аристотель
Кеплер	Галилей
Ньютон	Лейбниц
Гюйгенс	Паскаль
Лобачевский	Бойяи
Риман	Вейерштрасс
Гамильтон	Грасман

Его можно продолжить и распространить в другие профессии. Поразительна двухпуптевость познания! Практически любая задача допускает право- и левополушарные подходы (со всеми теми оговорками и смягчениями, которые мы без устали повторяем!). Вопрос об умственном преобладании одних над другими безответен, а скорее некорректен - рейтинги обеих команд в среднем примерно одинаковы.

Разумеется, парность открытий не есть обязательное явление, но ведь возможное! - вот в чем его «чудо-юдювость». Со временем потомки забывают разнохарактерности мук творчества предков и приходят к убеждению о совместимой полезности (а иногда и необходимости!) обоих подходов, когда-то казавшихся обоюдоострыми.

Следующим шагом должен быть анализ принципов... или чего-то еще, что объединяет разных «научников» около какого-либо общего дела, то есть переход от одиночных действий и вкладов к групповым. Как уже говорилось в разделе 0. Предисловие, разумно различать одновременно (и часто одновременно) работающие объединения (мы условно называем их научными коллективами) и разновременные (а часто и разноместно) преемственно действующих людей (мы условной называем их научными последовательностями). Как происходит «подбор кадров» в коллективах и последовательностях, вообще говоря, непостижимо, хотя в некоторых идеализированных случаях можно высветить некоторые важные черты.

Коллективы, пожалуй, формируются с помощью искусственного отбора, а последовательности - с помощью отбора, так сказать, естественного. Значит, состав коллектива может быть определенным образом запрограммирован - иногда руководством, иногда - смыслом, а иногда - загадочной общностью верований. Известно довольно расхожее понятие «коллектива единомышленников», но оно лишь частично отождествляется с однолево- или одноправополушарниками, думаясь, сие лингвистическое объединение формируется не столько по способу думанья, сколько по намерениям (или угождениям?!). Но все же люди с одинаковыми специализациями мозга легче приспособляются друг к другу, ибо обладают более или менее эквивалентными внутренними понятийными языками (!). Сейчас входят в моду попытки составления коллективов с помощью продуманно-придуманных тестирований, как правило, основанных на эталонных (контрольных) прецедентах, но ведь и старые способы - через впечатления и рекомендации - тоже сродни бездушным тестам. В общем же реальный процесс образования любого научного коллектива втягивает в себя такое количество привходящих социальных соображений, что вряд ли просто добраться даже до стадии классификации. (А было бы крайне заманчиво!).

Совсем иначе (в этом отношении) выглядят научные последовательности, где, по крайней мере, можно устанавливать определенные (возможные) схемы включения участников в процесс развития идей. При этом важно понять (или принять?) какие-либо начальные и окончательные фазы рассматриваемого фрагмента развития - например, он может обрываться (условно кончаться, а точнее, переходить в следующую стадию) построением строго логически замкнутого формализма, в котором люди типа (l<г) имеют определенные преимущества (обозначим такую законченность символом L), или «фрагмент» может выходить на создание логически-образной картины данного «уголка познания», где уже лучше выглядят амбидекстры (l-г) или «дружеские» соединения левых и правых

$(l>r) + (l<r)$ . Закрепим за таким концом символ LR. В физике и математике двух типов завершения вроде бы достаточно, но в других науках «образностное» описание (R) может оказаться заслуженным, вершинным достижением<sup>10</sup>.

Таким образом, допустимы (но не обязательны!) следующие (идеализированные!) схемы научных последовательностей:

1. Парное развитие  $(l<r) \Rightarrow \begin{matrix} \searrow \\ \rightarrow \\ \swarrow \end{matrix} (L,R);$   
 $(l>r) \Rightarrow$

2. Формально-образное развитие

$$(l>r) \Rightarrow (l\sim r) = (l<>r) \Rightarrow (LR);$$

3. Образно-формальное развитие

$$(l<r) \Rightarrow (l\sim r) \Rightarrow (l<>r) \Rightarrow (l>r) \Rightarrow (l\sim r) \Rightarrow (LR).$$

Первый порядок следовало бы назвать «схемой Яглома», второй хорошо представлен на всем пути истории физики (и математики, конечно!), особенно сейчас, когда многие ветви развития берут свое начало (и раньше бывало!) в разумно-формальном расширении лагранжианов. От чисто математических примеров лучше воздержаться по причине их избытия!

А вот на третьем варианте мы остановимся подробнее - именно он инициировал наш интерес ко всей проблеме в целом и, главное, он оказался в отменном соответствии с преемственно-последовательной цепочкой (точнее ее околоразностным фрагментом!) создания макроэлектродинамики в прошлом веке. И вообще этот вариант выглядит правдоподобно оптимальным: зарождение взглядов - новых и неожиданных - должно легче удаваться образно мыслящим умам  $(l<r)$ ; затем взгляды необходимо формализовать и привести в систему общепринятых понятий - подходящая работа для левополушарников  $(l>r)$ ; между этими двумя «отрядами экстремистов» неплохо бы иметь посредников, способных понять «правых» и объяснить «левым». К исполнению таких ролей отлично приспособлены прирожденные равнополушарники - амбидекстры  $(l\sim r)$  или же люди, научившиеся равнодейственно управлять своими умственными достоинствами, так сказать, благонастроенные амбидекстры  $(l<>r)$ .

В заключении этого раздела еще раз подстрахуемся против категоричности: понятно, что всякая схема выглядит навязчиво и возбуждает желание противостоять ей контрпримерами, ибо жизнь витиеватее любых рассуждений о ней, и потому особенно интересны те случаи, когда научная последовательность реализуется персонализированно, а не усредненно по ансамблю исполнителей (но и такое встречается тоже!).

## 5. Связка: Фарадей, Максвелл и далее

В создании феноменологической (классической, макро) электродинамики принимало участие множество людей на протяжении почти столетия [23]. Выделение отдельных звеньев (фрагментов) в едином эволюционном процессе познания, наверное, если и возможно, то должно быть обусловлено скачкообразным изменением взглядов, так сказать, фазовым переходом в процессе понимания.

Одной из таких зародышевых идей явилась фарадеевская концепция поля. По-видимому, он выстрадал ее из эксперимента, разглядывая распределение

<sup>10</sup> Кстати, качественную теорию чего-либо в физике и математике мы не без основания относим к LR-типу. Заметим, что в приведенных схемах мы различаем истинное индивидуализированное «амбидексторство»  $(l<r)$  от спаренного  $(l<>r)$ , исполняемого либо двумя разномыслящими представителями, либо одним, но способным к переключению своих «состояний»; последнее свойство уникально и почему-то слабо «освоено» изучателями функциональных проявлений мозга.



опилок в окрестности полюса. Причем одиночная «опилка» (овалоид) разворачивается магнитом по законам ньютоновско-кулоновского дальнего действия и не побуждает к еретизму. А вот множественное их распределение как бы само наталкивает на мысль о сплошной заполненности пространства (среды) силами, силовыми трубками с хребтами-спондилоидами [17,18]. И Фарадей сумел увидеть эту картину единым охватом и оживить ее, перенеся в динамику, что и привело к концепции близкого действия, а затем и к догадке о конечной скорости движения возмущений силовых полей. Это была работа Великого Правого ( $l < r$ ), создавшего новое представление о физической сущности.

Но, как известно, оно не вызвало ажиотажного спроса исследователей, особенно континентальных: им было трудно отступить от здравого консерватизма и последовательных (шаг за шагом) обобщений медленно изменяющихся во времени далекодействующих влияний. Да и бесформульный язык Фарадея не взывал к их рациональному разуму. Идея должна вызреть и дождаться своего понятеля - толмача-переводчика.

Таковым и стал Максвелл, ум которого был функционально разносторонним (ну, может быть с небольшим перекосом вправо!). Во всяком случае, так следует из «клиники его деяний». Максвеллу, конечно, еще и «эпохально повезло»: к его времени и в доступной ему близости был подготовлен математический аппарат, пригодный для работы с пространственно-распределенными величинами - скалярами и векторами. И хотя он сетовал на слабое развитие «геометрии положений», все же в его распоряжении были удивительные теоремы Гаусса и Стокса, подкрепляемые идеями Остроградского, которые как-то очень по-фарадеевски связывали интегральные свойства полей по всему пространству их существования. Этот недоступный Фарадею язык (отчасти благодаря по-иному сложившейся образовательной молодости) легко воспринимался Максвеллом (тоже отчасти из-за иной образовательной молодости). Но язык-то был ведь образный, топологический, «правый», и не зря Максвелл любил говорить, что не сделал ничего иного, как переизложил идеи Фарадея на языке математическом. Не совсем так, но и не совсем не так<sup>11</sup>.

Другой готовой математикой было кватернионное исчисление, придуманное Гамильтоном (и Тейтом), четкое, формульное, «левое». Для него сейчас, в нашем акселерантном обществе не отработано воображительных образов. Именно этот формализм позволил Максвеллу записать свои именные уравнения в интегральном и дифференциальном виде<sup>12</sup>.

Трудно придумать еще один пример, равный этому по научной значимости, где бы столь убедительно соединилось образное и формальное воплощение одной и той же идеи в одной и той же голове. Так что связка Фарадей - Максвелл вполне адекватно (в части электродинамики) может быть представлена символически

$$(l < r) \rightarrow (l \sim r) \rightarrow (LR).$$

Однако, этому фрагменту свойственна двоякая незавершенность. С одной стороны, правильность максвелловских уравнений требовала экспериментальных проверок, а с другой - они сами по себе еще являли собой как бы

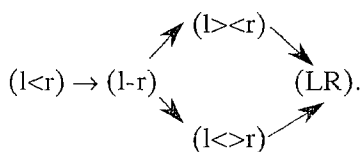
<sup>11</sup> Мы несколько спрямляем ход мыслей Максвелла, фактически придерживаясь духа «Трактата об электричестве и магнетизме» [2], между тем, как в первооткрывательных статьях [19] господствовали еще механико-модельные образы, а поля записывались в инвариантном, координатном представлении. Об этом подробно рассказано в обзоре [3] и нашем Послесловии к работе [2].

<sup>12</sup> Для более профессионального углубленного знакомства с кватернионным электромагнетизмом читатель может заглянуть, например, в статью [20]. Важно знать принципиальную разницу между каноническим векторным и кватернионным исчислениями - первое удобно благодаря геометрической (пространственной) наглядности ( $R!$ ), а второе строго алгебраично ( $L!$ ). Интересно, что практически вся послемаксвелловская жизнь максвелловской электродинамики происходила в векторном представлении ( $R!$ ), его придерживаются даже левополушарники ( $l > r$ ). Повидимому, большинство физиков все-таки предпочитают (если нет к тому «противопоказаний») образно представлять то, что хотят понять!

«неосвобожденное от строительных лесов здание», да и при том с многочисленными «архитектурными излишествами», поскольку их строитель хотел сохранить в них следы исходных физических предпосылок, в чем он сам сознательно признавался. Удивительно, но факт: математическое «очищение» и опытное подтверждение сделаны одним и тем же человеком - Г.Герцем. По своему научному принадлежанию он был строгим «левым» ( $l > r$ ) - в духе континентальной школы Гельмгольца, но в своих экспериментальных увлеченностях часто выглядел школоотступником - образником ( $l < r$ ), и эта двойственность изумляла его близких. Такое поведение, скорее всего, не обычная прирожденная амбидекстрность, а умение пребывать в каждом из двух состояний ( $l > r$ ) или ( $l < r$ ) в зависимости от целесообразности (мы обозначаем это свойство символом ( $l \gg r$ )). В результате Герцу удалось изумительными экспериментами доказать верность максвелловских предсказаний и не менее изумительными теоретическими ходами освободить максвелловские уравнения от некоторого косноязычия, перейти от кватернионов к «нормальным» скалярам и векторам, да еще и ввести удачно-удобный потенциал (потенциал Герца), автоматически сводящий «островные» уравнения Максвелла к «континентальному» уравнению Гельмгольца (тем, видимо, частично скрасив свое отступничество от программы учителя!).

В принципе, этот исторический фрагмент создания классической электродинамики можно было бы здесь и замкнуть. Однако, одновременно с Герцем в развитии максвелловских идей принимала участие целая плеяда «островных» физиков, в основном, теоретиков [10]. Среди них мы решаемся выделить только одного - О. Хевисайда [21]. Своеобразие его мышления было сопоставимо с герцевским, но как бы антисимметрично ему. По своей природе он редкостный (мало на кого похожий) правополушарник ( $l < r$ ), умевший топологически красиво манипулировать с электромагнитными полями в самых неожиданных их комбинациях, - так им было открыто будущее «черенковское» излучение методом воображаемого построения источников и полей (плоских волн!) задолго до будущего принципа Бриллюэна [21]. И в то же время при необходимости действуя в режиме «формализатора» ( $l > r$ ), он сумел придать уравнениям Максвелла двойственно-симметричный вид, введя в них удобные (и до сих пор природно загадочные!) магнитные заряды и токи. А посему хевисайдовскую голову уместно характеризовать символом ( $l < > r$ ).

Таким образом, общей «ментальной схеме» преемственной последовательности Фарадей  $\rightarrow$  Максвелл  $\rightarrow$  Герц + Хевисайд может быть придан вид:



Подытоживая, выскажем одно важное соображение. Изю всей многовариантной и даже многострадальной истории создания теории (макро) электродинамики нами вывучена только одна трех- четырехзвенная цепочка. И хотя входящие в нее Великие Умы взаимодействовали с большим числом соисследователей (порой не меньшей величины!), все же каждый из участников работал в значительной степени в одиночку, и потому их подходы и результаты информативно отражали их личные отличия, слаженно распределенные по всей цепочке. И сейчас, из векового отдаления, стершего многие случайные черты (побочности!), может показаться, что тогда к «состязаниям» подключилась отлично подготовленная эстафетная команда, причем (если уж продолжать спортивное сравнение) речь шла о комбинированной эстафете, где на каждом этапе своя дистанция, свой вид преодоления и свои рекордно-лучшие преодолеватели.

## 6. «Свидетельские показания»

А теперь настало время фактов. В этом параграфе собраны выдержки из «показаний» самих участников эстафеты, а также «судей со стороны». Они подобраны целенаправленно, дабы наилучшим образом освещать догадки и суждения, но за пределами ссылок и цитат осталось много полезного для дела материала, увы, не приведенного здесь из-за нашей недооценки или незнания. Ниже приводятся тексты (нетронутые никакими комментариями!) в таком порядке, который давал бы возможность - даже при оторванном от всего предыдущего чтении - как бы восстанавливать «догадки из намеков» в желательном для нас истолковании.

**Паскаль** [6, с. 68]. «Есть различные типы здравого ума: одни проявляют свою силу в одной группе вещей, а в других обнаруживают полную несостоятельность, другие - наоборот. Одни из них делают правильные выводы из небольшого числа принципов, и это и есть здравый ум. Другие же делают правильные выводы из положений, включающих много принципов».

«Есть... два типа умов: первые живо и глубоко проникают во все последствия, вытекающие из принципов, и это есть ум, правильно рассуждающий; другие усваивают большое число принципов, не смешивая и не спутывая их, и это есть умы геометрические. Одни характеризуются силой и правильностью суждения, а другие умы - широкие. Может быть одно без другого, может быть ум сильный и узкий или же широкий, но слабый».

**Яглом** [1, с.124, 114]. «Сила человеческого мозга в значительной степени заключается в согласованной деятельности двух интеллектуальных центров, в одновременной способности к анализу и синтезу. И вся история математики, как и вся история человеческой культуры, может служить подтверждением этого основного тезиса».

«Если Лейбниц, бесспорно, может быть охарактеризован как логик (или алгебраист), то Ньютона с неменьшей степенью определенности можно отнести к категории физиков (геометров), то есть людей, которым в высшей степени свойственно картинное восприятие мира, стимулированное деятельностью правого полушария головного мозга. Типичен в этом отношении предложенный им образ, когда Ньютон сравнивал себя с ребенком, которому удалось найти те или иные красивые раковины, вынесенные на берег океаном (то есть расшифровывать отдельные законы природы), в то время, как весь океан колышется перед его глазами и цепко держит все множество своих тайн, - более правомозговое описание деятельности естествоиспытателя, право же, нелегко дать».

**Хокинг** [16, с. 152]. «Лейбниц и Ньютон независимо друг от друга развили область математики, называемую дифференциальным исчислением, составляющую основу большей части современной физики. Хотя, как мы теперь знаем, Ньютон открыл это исчисление на несколько лет раньше Лейбница, свою работу он опубликовал значительно позже. Возник грандиозный спор по поводу того, кто был первым. Ученые рьяно защищали обоих соперников. Замечательно, что почти все статьи в защиту Ньютона были написаны им самим и лишь опубликованы под именами его друзей. Спор разгорался, и тут Лейбниц совершил ошибку, обратившись в Королевское общество с просьбой разрешить противоречие. Ньютон, будучи президентом Общества, назначил для разбора дела «незаинтересованную» комиссию, случайно составленную целиком из друзей Ньютона! И это было еще не все: затем Ньютон сам написал отчет комиссии и заставил Общество его опубликовать, официально обвинив Лейбница в плагиате. Все еще не чувствуя себя удовлетворенным, Ньютон анонимно опубликовал сжатый пересказ этого отчета в газете Королевского общества. Говорят, что после смерти Лейбница Ньютон заявил, что он получил большое удовлетворение от того, что ему удалось «разбить сердце Лейбница».

**Джон Тиндаль** [22, с. 61]. «... Основные исследования Фарадея... связаны между собой невидимой нитью умозаключений... Фарадей был более чем философом - он был пророком, и часто работал по вдохновению, встречая понимание только у тех, кто сочувственно к нему относился».

**Редакторы «Трактата»** [2, т. II, с. 412, 413]. «Фарадей был, по-видимому, человеком, которому нет и не может быть объяснений, если под таковым и понимать логические доводы. Он соединял в себе дотошность приверженности фактам, подкорковую бдительность к отвлекающим случайностям с симфоническим воображением, позволяющим ему составлять правильное представление о свойствах ответов без решения задач и без умения решать их в общепринятом понимании».

«Такие люди, как Фарадей, принадлежат сами к странным («аномальным») явлениям природы, именно потому и могли столь непринужденно углядывать не менее странные явления Природы вообще...»

**Максвелл** [2, т. II, п. 528, с. 154]. «Идеи Фарадея были выражены на языке, более пригодном для науки, находящейся в стадии зарождения, ибо язык этот до некоторой степени чужд стилю тех физиков, которые привыкли устанавливать математические формы мышления...»

В отличие от Ампера, Фарадей демонстрирует неудачные эксперименты наряду с удачными и незрелые свои идеи наряду с развитыми; поэтому читатель, каким бы он ни был менее способным по сравнению с Фарадеем в отношении индуктивного мышления, испытывает скорее симпатию, нежели чувство восхищения, и искушение поверить, что при удачном стечении обстоятельств он и сам стал бы первооткрывателем...

Возможно, большую пользу науке принесло то, что Фарадей, хотя и глубоко осознавший фундаментальные свойства пространства, времени и силы, не был профессиональным (professed) математиком. У него не возникло искушения входить во многие интересные исследования в области чистой математики, которые подсказали бы ему его открытия, если бы они были представлены в математической форме, и он не чувствовал потребность втискивать свои результаты в приемлемые - по математическим нормам того времени - формы, то есть выражать их в виде, доступном для нападок со стороны математиков. Благодаря этому он был оставлен в покое и мог делать работу, ему присущую, - находить соответствие между своими идеями и своими фактами, прибегая к языку естественному, а не профессиональному».

**Кравец** [17]. «Интересно также отметить, кого не цитирует Фарадей. Так как он не знает немецкого языка, то он не читал Ома..., не знаком с Гауссом. Из французов он ни при каких случаях не говорит ни о Лапласе, ни о Лагранже, ни о Коши. Это уже не условия окружения, а личная особенность Фарадея: великие классики Математики и математической физики не оказали на него никакого влияния; математический метод мышления был и остался ему совершенно чуждым».

**Фарадей** [17]. «... я выказываю свои личные взгляды с сомнениями и тревогой, так как если они окажутся неверными, это только помешает дальнейшему развитию науки об электричестве. Эта теория сопоставилась в моем уме давно, но я решился опубликовать ее, только когда убедился, что она совпадает со всеми известными мне фактами, и дает возможность объединить в одно целое явления, не имеющие на первый взгляд ничего общего. До сих пор я не замечаю никакого несоответствия между теорией и природой».

**Максвелл** [2, т. II, п. 529]. «Мы привыкли считать, что мир состоит из отдельных частей; поэтому обычно математики начинают с рассмотрения отдельной частицы, постигают ее связь с другой частицей и так далее. Обычно такой подход считают наиболее естественным».

Однако, для того, чтобы вообразить какую-то частицу, требуется прибегнуть к некоторому процессу абстрагирования, ибо все наши восприятия относятся к телам протяженным, и идея целого, существовавшая в нашем сознании на данный момент, возможно, столь же первична, как и представление о любой вещи, обладающей индивидуальными свойствами...

Метод Фарадея, по-видимому, органически связан со вторым подходом. Фарадей никогда не рассматривает тела, между которыми не существует ничего, кроме расстояния, и которые действуют друг на друга лишь в соответствии с некоторой функцией этого расстояния. Он представляет себе все пространство как некое поле силы... Фарадей даже говорит о принадлежащих телу силовых линиях в известном смысле как о частях самого этого тела, так что при его действии на удаленные тела нельзя сказать, что оно действует там, где его нет...»

**Редакторы «Трактата»** [2, т. II, с. 412]. «... Это какой-то парадоксальный стереотип «непризнания признанного». Человек, уже прославившийся Великим Исследователем Природы, казалось бы, должен хотя бы настораживать людей каждым своим размышлением, намерением, поступком. А они, как замороженные, отмечают их, не вникнув, будто руководствуются какими-то тягостными соображениями типа «он так долго был прав, что когда-то должен быть неправым».

**Фарадей** [2, п. 1306, с. 222]. «Возможно, что я сделал много ошибок, ибо даже мне самому мои идеи по этому вопросу кажутся лишь тенью умозрения или теми умственными впечатлениями, которые допустимы лишь временно как проводники к мышлению и исследованию. Человек, занимающийся опытным изысканием, знает, как эти впечатления многочисленны и как часто их кажущаяся пригодность и изящество исчезают с прогрессом и развитием истинного и реального познания природы».

**Фарадей** [18]. «Эти безуспешные изыскания и многие другие, никогда не обнародованные, не могли поколебать моего глубокого убеждения, основанного на философских соображениях».

**Дорфман** [23, с. 94]. «Характерной особенностью творчества Максвелла является его серьезный подход к выбору тематики. Словно предчувствуя, что судьба уготовила ему короткий срок жизни, он тратил отпущенные годы на решение важных задач науки. В эпоху, когда никто еще всерьез не задумывался о планировании научных исследований, Максвелл фактически наметил себе план, направленный на то, чтобы оказать максимальное воздействие на эволюцию науки и техники».

**Максвелл** [2, т.1, с.12]. «... прежде, чем начать изучение электричества, я решил не читать никаких математических работ по этому предмету, пока не проштудирую вначале «Экспериментальные исследования по электричеству» Фарадея».

**Редакторы «Трактата»** [3]. «Будучи по образованию, в общем-то, математиком, Максвелл по своему способу мышления и исследования принадлежал, скорее всего, к «модельным» физикам в тогда еще не задерганном значении этого понятия. По-видимому, все, что было им понимаемо, он мог себе представить».

**Максвелл** [19, с.11]. «Для успешного развития теории необходимо прежде всего упростить выводы прежних исследований и привести их к форме, наиболее доступной восприятию. Результаты такого упрощения могут быть представлены или в виде чисто математической формулы, или в виде физической гипотезы. ...Мы должны... найти такой метод исследования, который на каждом шагу основывался на ясных физических представлениях, не связывая нас в то же время какой-либо теорией, из которой заимствованы эти представления, благодаря чему мы не будем отвлечены от предмета в погоне за аналитическими тонкостями и не отклонимся от истины из-за излюбленной гипотезы».

**Редакторы «Трактата»** [3]. «Искренность высказываний, несомненно, возрастает по мере становления человека, ибо познавший успех возвышается над страхом заблуждений. Поэтому с современной точки зрения «Трактат» представляет собой удивительный (а следовательно педагогически поучительный) образец научной искренности. Он вполне может быть уподоблен зданию, у которого хотя строительные леса уже удалены, но еще заметны следы работ. Вполне допустимо, что это послужило причиной того, что не все и не сразу оценили величие вознесенного собора».

«Вслед за Фарадеем Максвелл воспринимал поле как некое «живое» образование, наделенное самостоятельными, уже не зависящими от источников свойствами. Аналогия с гидродинамикой... была почти вынужденной: она приводила к конечной скорости распространения этого самостоятельного поля, и принцип близкодействия даже не требовал какого-то специального постулативного близкодействия».

**Максвелл** [24, с. 2]. «Каждая наука должна иметь свои фундаментальные идеи, свои типы мысли; с их помощью процесс мышления приводится в полное гармоническое соответствие с природными процессами. И эти идеи не станут совершенными по форме, пока останутся облаченными в образы, свойственные явлениям самой науки, а не будут выражены теми структурами, которые математики привыкли привлекать для решения проблем, содержащих абстрактные величины».

**Максвелл** [24, с. 4]. «Существует узко профессиональная тенденция обучения, взращенная как среди людей науки, так и среди других профессионалов. Поэтому именно университеты могут преодолеть это стремление людей как бы распределиться по малым мирам, где они выглядят - из-за этой малости - более земными и мирскими. И если мы не сумеем вобрать в себя что-то от духа и настроения людей, придерживающихся особой (отличной от нашей) позиции, мы потеряем преимущества иметь в своем распоряжении людей, у которых разнообразные свойства и умения сосредотачиваются в каждом человеке индивидуально, в одной голове».

**Редакторы «Трактата»** [2, т. II, с. 419]. «К счастью, Максвелл избежал участи некоторых других первооткрывателей - ему не пришлось бороться за приоритет. Уравнения были неожиданны и не сразу поняты. Многие другие исследователи, занятые аналогичными делами, то есть развивающие свои варианты теории, не восприняли достижения Максвелла как решающие и тем более как завершающие. Одной из причин, наверное, было привлечение образной, фарадеевского толка аргументации... Это отпугивало, по крайней мере, некоторых континентальных физиков. Как ни странно, но такая территориальная поляризация наблюдалась на самом деле: немецкая и французская наука были более привержены рассудочному, аналитическому способу познания, чем британская, тяготеющая к образным, геометрическим методам. И шло это традиционно еще со времен Великого Противостояния дифференциалов Лейбница и флюксий Ньютона. Вообще, написанные Максвеллом уравнения показались «конкурентам» неубедительными и неубедительно обоснованными. И они не приняли их за фундаментальные исходные законы, по существу не нуждающиеся в почленной аргументации и не подлежащие выводу из иерархически более элементарных (такая потребность возникла позже, в процессе создания квантовой теории поля)».

**Клейн** [25]. «Максвелл не был мастером безупречного, отделанного изложения; его умозаключениям часто недоставало безусловной убедительности... И в физике Максвелл тоже является гением, творящим из непосредственной интуиции».

**Пуанкаре** [26, с. 21]. «Почему... идеи английского ученого (Максвелла) прививаются у нас с таким трудом? Причина этого несомненно заключается в том, что образование, получаемое большинством французов, развивает в них

склонность к тому, чтобы ценить прежде всего логичность и точность. С этой точки зрения старые теории математической физики вполне нас удовлетворили. Таков был метод всех наших учителей, начиная с Лапласа и Коши. Исходя из точно сформулированных гипотез, они с математической точностью выводили из них все следствия, которые затем сравнивали с опытом. Они как бы стремились придать всем областям физики точность небесной механики. Ум, воспитанный на подобных образцах, предъявляет ко всякой теории чрезвычайно строгие требования».

**Герц** [27, с. 80]. «Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая по временам такого чувства, будто математические формулы обладают собственным разумом - кажется, что эти формулы умнее нас, умнее даже самого автора, как будто они дают нам больше, чем в свое время было в них заложено».

**Хевисайд** [21, с. 32]. «... Ни один математический пурист никогда не смог бы выполнить работу, заключенную в максвелловском трактате, он мог бы знать всю необходимую математику и даже более, но это не привело бы к цели, потому что он не смог бы сложить все вместе без физического руководства. Это обстоятельство ни в коей мере его не позорит, но только показывает различие в путях мышления».

**Максвелл** [24, с. 4]. «Человеческий ум отнюдь не похож на нагретое тело, ведущее себя по законам Фурье, то есть постепенно переходящее в предельное состояние спокойной, ровной однородности, характер которого мы можем заранее предсказать; скорее он подобен дереву, выпускающему ветви, способные принаравливаться к новым свойствам небес, куда они тянут себя, и корни, способные пробираться сквозь странные, чуждые и неведомые слои грунта, куда они внедряют себя. И для нас, живущих только заботами своей эпохи и усваивающих только характер современных нам идей, невозможно предсказать общую тональность науки будущего, точно так же, как и невозможно предчувствовать отдельные открытия».

Физические изыскания непрерывно раскрывают нам все новые и новые черты естественных процессов, и мы, таким образом, оказываемся вынужденными выискивать новые и новые формы мышления, пригодные для усвоения этих новых черт. Отсюда проистекает важность тщательного изучения таких соотношений между Математикой и Физикой, которые устанавливали бы условия, позволяющие без опасения переносить идеи, извлеченные из одной отрасли физики, в другую, и формировать взгляды, могущие эксплуатироваться в этой другой отрасли».

**Максвелл** [24, с. 5]. «Я считаю, что пчелы роятся около цветов ради изготовления меда и только; им никогда не приходит в голову, что пыльца, переносимая от цветка к цветку, открывает возможность превосходного расширения цветочной плантации, тем обеспечивая большее скопление пчел на следующий год. А потому нет ничего лучшего для нас, чем увеличивать световой день и тем способствовать перекрестному оплодотворению наук».

**Дорфман** [23, с. 120]. «Герц первоначально был сторонником традиционных теорий и перешел на позиции теории Максвелла лишь под давлением открытых им самим опытных фактов. Продолжительное время Герц находился под влиянием воззрений Гельмгольца... «Научная осторожность» Гельмгольца (как он сам выражался) и следовавшего за ним Герца несколько задержала признание максвелловской теории».

**Григорьян, Вяльцев** [27, с. 25]. «В диссертации Герца более всего поражает легкость, с которой он оперирует весьма сложными уравнениями и специальными формулами. Диссертация занимает более 100 страниц, сплошь заполненных формулами. Для выполнения такой работы, тем более в столь короткий срок, надо обладать совершенно недюжинными математическими способностями... Если проследить за проявлениями его талантов во времени, получается «впечатляющая картина»: вначале большие способности к школьным наукам, к ремеслам и

языкам, затем склонность к инженерному делу, после нее необыкновенное экспериментальное мастерство и, наконец, выступление в роли одаренного математика. Воистину природа не часто наделяет людей такими яркими и разнообразными способностями, и прав был Гельмгольц, назвавший Герца «любимцем богов».

**Болотовский** [21, с. 28]. «Хевисайд не вошел в научное сообщество, как теперь говорят, «не вписался». Его подход к проблемам был нетрадиционным, непривычным... Он выработал свой стиль выбора и рассмотрения научной проблемы... Он создал свой язык и свою систему образов в науке, и они отличались от традиционных... Поэтому иногда труднее было понять, в чем заключается утверждение Хевисайда, чем убедиться в справедливости этого утверждения».

**Фицджеральд** [21, с. 84]. «Максвелл, как и всякий другой первопроходец, который не живет для того, чтобы разрабатывать открытую им страну, не имел времени для того, чтобы разрабатывать прямые пути доступа в эту страну, или наиболее систематический способ исследования. Это было оставлено на долю Хевисайда. Трактат Максвелла загроможден следами его блестящих путей продвижения, обломками его укрепленных лагерей, следами его битв. Оливер Хевисайд убрал все эти обломки, открыл прямой путь, провел широкую дорогу и возделал значительную область страны».

**Фарадей** [22, с. 57. «... лектор никоим образом не должен быть «приклеенным» к столу или «привинченным» к полу... (Он) должен быть непринужденным и собранным, бесстрашным и беззаботным, а его мысли и сознание ясны и свободны, когда он размышляет о предмете и излагает его... Все его поведение должно внушать аудитории уважение, и он никогда не должен забывать о присутствии этой аудитории... Я не одобряю (лектора), диктующего (свой предмет..) я не одобряю длинных лекций; один час достаточен для любого лектора, никому нельзя позволять превосходить это время».

**Сергей Маковский** [28, с. 198].

«Отчизна милая, не ты ли  
Отвергнув полуправды ложь,  
Держаньем праведных усилий  
Две истины в одну сольешь?»

## 7. Несколько заключительных слов

Затронутая выше общая тема шире и богаче «доставшегося нам» исторического материала. Как ясно из намеков, рассыпанных по всему тексту, нам хотелось уловить значение мыслительных особенностей людей при их соединении в научные коллективы и научные последовательности. Но мы понимаем, что скорее преуспели в замахе на проблему, чем в заметном продвижении к ответу. Различия между коллективами и последовательностями главным образом в характере взаимодействия между людьми. В коллективах взаимодействие сильное: люди работают вместе, соприкасаются жизнями и потому их совместимость (слаженность, срабатываемость, содружественность или просто взаимотерпимость) определяются всей совокупностью (набором) человеческих свойств, среди которых способности ментально-оптимально соответствовать делу и друг другу могут легко затеряться в среде отвлекающих пороков и добродетелей. Не всегда (но засекаемо часто) из-за сильной связанности Сильные (и обычно своенравные) Мира Сего не уживаются внутри одной «ячейки», и происходят разукрупнения или распады на «подъязычки», тем создающие простор для самодержавия каждому Лидеру.



Иначе - в научных эстафетных последовательностях. В них связь между исполнителями однонаправленна (вообще говоря) и тем очищена от многих «психологизмов», особенно, когда она осуществляется бесконтактно - через публикации. Согласованность таких эстафетных цепочек определяется, в основном, способностью (склонностью, предрасположением) к восприятию предшествующих идей, так что Великие Умы (и невеликие, кстати, тоже) могут без ущемления своей личной независимости (или представления о ней) вступать - куда добровольнее, чем в совместных коллективах - в соединения, оптимально подлаженными к особенностям мышления.

Нам думается, свободное объединение таких людей как Фарадей, Максвелл, Герц, Хевисайд «под одной» крышей было бы совершенно немислимо. Однако, в эстафетную цепочку, развернутую во времени, они вошли почти без утеснений и потерь своих уникальностей.

В истории науки аналогичных цепочек не так уж много (но и не мало все-таки). По мере развития информационного единения их участники как бы коллективизируются, усредняются, захватываются чужими (иногда - чуждыми) манерами, и задача выделения индивидуальных качеств усложняется, но не утрачивает интересности и поучительности. Впрочем, эта фраза возвращает нас к началу нашего эссе <sup>13</sup>.

## Послесловие

Пока тянулась подготовка второй редакции этих заметок, на нас обрушилось горе: умер Михаил Львович Левин. И теперь этот препринт станет его первым посмертным деянием. Первым, но не последним. М.Л.Левин оставил после себя столько влияний на людей разных судеб, профессий и склонностей, что еще долго-долго его черты будут просвечивать в свершениях всех, соприкасавшихся с ним ранее, а теперь временно пребывающих по разные стороны бренности и вечности.

Одной из базисных идей представленной статьи - по нашему замыслу - является раскрытие связующей роли людей с удачно сбалансированными приемами мышления. Мы почти не затрагивали общественную роль таких думателей, понимая, однако, ее безусловную важность. Тенденция к разъединению двух культур, условно называемых гуманитарной и естественной (может быть, лучше бы сказать одушевленной и неодушевленной), дестабилизирует даже умственно развитую часть общества (интеллектуальную элиту). И хотя такая «макрополяризованность» отнюдь не обязательно совмещается с «микрополяризованностью» мозговой деятельности отдельных «вкладчиков в цивилизацию» (об этом уже говорилось выше), но все-таки среди гуманитариев преобладают «образники», а среди «технарей» - логики, рассудочники. Иногда даже не от природы, а от профессиональных нацеливаний. Такое впадение в крайности неприемлемо ни для физически изолированных личностей, ни для разумно организованных сообществ. (Впрочем, может быть, слово «разумно» здесь обязывает к чему-то большему, чем мы хотели бы сказать). По-видимому, возможны два-три варианта «коллективизации правых и левых». Один был, вслед за И.М. Ягломом, продемонстрирован выше: «иносвойственные мыслители» спонтанно возникают внутри каждой из культур (образники среди логиков и логики среди образников) и выполняют там ответственные миссии чудотворцев. Другой вариант, к сожалению, иногда воинственный, состоит в попеременном

---

<sup>13</sup> Примечание. К моменту второго редактирования нашего текста появилась весьма интересная (и по постановке проблемы и по содержательности) статья А.С.Новикова «О природе повторных открытий» ("Вопросы истории естествознания и техники". 1992, № 1), где отмечается «разнополушарность мышления» Фарадея и Максвелла. Более того, как нам думается, изучение природы одновременных, повторных и последовательно развиваемых открытий, предпринятое А.С. Новиковым и отчасти нами, являет собой показательный самопример действий, поясняющих намерения и цели авторов.

преобладании одной культуры над другой. На каких-то этапах этих необъявленных «межкультурных сражений» гуманитарные подходы уступают свои позиции логическим (часто под прикрытием «математических обоснований»); на других этапах наоборот - логические доводы меркнут и сдаются под стихийным напором иррациональных взглядов, впечатлений, поступков (часто под прикрытием «окультурных обоснований»), и так далее. Но есть и третья возможность, на наш взгляд, наиболее адекватная природной сущности бытия. Она реализуется благодаря присутствию в человеческом обществе людей особого дара, особого склада ума, подкрепленного вдобавок обиходной образованностью. Такие люди редки и часто бывают не столько *от*, сколько *для* мира сего, ибо они - центры притяжения разномыслия и разноумельцев.

Именно такими «полномочиями свыше» был облачен наш друг и учитель Михаил Львович Левин. Он совмещал в себе гармонично согласованного образника и логику, умел переключаться в любое состояние - в зависимости от внешних условий или внутренних побуждений. Его окружение, насчитывающее до  $10^3$  активных взаимодействий (цифра сама по себе значительная для людей, не занятых управлением или правлением), состояла из людей почти всех человеческих влечений: политики, историки, художники, литераторы, киношники, юристы, медики, ученые всяких принадлежаний... и, уж конечно, математики и физики. И для всех он был необходимостью: кому-то спарринг-партнером, кому-то поставщиком или экспертом идей, кому-то внимательным понимающим (отнюдь без обязательной согласности!), а кому-то... просто духовным пастором...

Мы надеемся рассказать о нем более подробно где-то в другом месте.\*\* Здесь же, придерживаясь главной направленности статьи, мы ограничиваемся такими вот поминальными словами:

М.Л.Левин, будучи по своей специальности физиком-теоретиком, благодаря редкостному сочетанию логического и образного мышления, щедро расточаемого по неперечислимому множеству познаний и любопытств, претворил себя в человека-явление, в интеллектуальный феномен особого предназначения - «связного» разнополюсных культур. Ибо его искрометный ум удачно соединился с общительным, расположительным, добронаправленным характером, не препятствующим, однако, обладанию незыблемыми нравственными принципами, определяющими пределы возможных взаимодействий с людьми, коим выпала судьба жить с ним в одном пространстве и времени.

Да будет он продлен в памяти нашей и наших делах!

## Литература

1. И.М. Яглом. Почему высшую математику открыли одновременно Ньютон и Лейбниц? (Размышления о математическом мышлении и путях познания мира). М.: Знание, Число и Мысль, 1983, № 6.
2. Д.К. Максвелл. Трактат об электричестве и магнетизме / Пер.под ред. М.Л.Левина, М.А.Миллера, Е.В.Суворова. М.: Наука, 1989.
3. М.Л. Левин, М.А. Миллер. Максвелловский трактат об электричестве и магнетизме // УФН. 1981. Т.135, в.3.
4. Б. Хазанов. Госка по многословию // Лит. газета. 1992. № 10 (5387).
5. Б.В. Булюбаш. Электродинамика дальностей // Физика XIX века в социальном и общенаучном контексте. М.: Наука (в печати).
6. Пьер Дюгем. Физическая теория, ее цель и строение / Пер.с франц. Г.А.Котляра. СПб: Образование, 1910.
7. Мозг / Пер. под ред. В.П.Симонова. М.: Мир, 1984.
8. Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л.Хофстедтер. Мозг, разум, поведение. М.: Мир, 1988.

\*\* см. Анонс на с. 123.

9. Дж. Эдельмен, В. Маунтклас. Разумный мозг / Пер.под ред. Н.Ю. Алексеенко и Е.Н.Соколова. М.: Медицина, 1988.
10. Д. Норман. Память и научение / Пер.под ред. П.В. Симонова. М.: Мир, 1985.
11. Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. Функциональные асимметрии человека. Второе издание. М.: Медицина. 1988.
12. Г.Ю. Мошкова, А.В. Юевич. Психобиография - новое направление в изучении науки // Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1989, №3. С. 67.
13. М.А. Миллер. Размышления о размышлениях // Препринт ИПФ РАН № 287, допечатка 1992 г.
14. Вяч. Вс. Иванов. Чет и нечет (асимметрия мозга и знаковых систем). М.: Сов.радио, 1978.
15. Е.Л. Фейнберг. Кибернетика, Логика, Искусство. Сер. Кибернетика. М.: Радио и связь, 1981. Второе издание: Е.Л.Фейнберг. Две культуры. М.: Наука, 1992.
16. С. Хокинг. От большого взрыва до черных дыр (краткая история времени) / Пер. под ред. Я.А. Смородинского. М.: Мир, 1990.
17. М. Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству / Под ред. Т.П.Кравца. АН СССР, 1947-1959.
18. М. Фарадей. Избранные работы по электричеству / Под ред. З.А.Цейтлина. М.-Л.: ГОНТИ, 1939.
19. Д.К. Максвелл. Избранные сочинения по теории эм поля / Под ред. П.С.Кудрявцева. М.: Гостехиздат, 1950.
20. A.Singh. Quaternionic Form of Linear Equation for the Gravitational Field with Heavisidian Monopoles // Lettere al Nuovo Cimento. 1981. Vol. 32, № 1, 5 Settembre.
21. Б.М. Болотовский. Оливер Хевисайд, 1850-1925 / Под ред.акад. В.Л.Гинзбурга. М.: Наука, 1985.
22. Д. Мак-Дональд. Фарадей, Максвелл и Кельвин / Перевод А.В.Давыдова и В.А.Кузьмичевой. М.: Атомиздат, 1967.
23. Я.Г. Дорфман. Всемирная история физики (с начала XIX до середины XX века). М.: Наука, 1979.
24. J.K. Maxwell. The Sesquicentennial Symposium / Ed. M.S.Berger. North-Holland. 1984.
25. Ф. Клейн. Лекции о развитии математики в XIX столетии. М.: Наука, 1989.
26. Из предыстории радио: сборник оригинальных статей и материалов // Сост. С.М.Рытов под ред. Л.И.Мандельштама. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1948. Вып.1.
27. А.Т. Григорьев, А.Н.Вяльцев. Генрих Герц. М.: Наука, 1968.
28. С. Маковский. // Ковчег (поэзия первой эмиграции) / Сост. В. Крейд. М.: Полит.литерат., 1991.

*Поступил в редакцию ИПФ РАН  
3 ноября 1992 г.*

**FARADAY - MAXWELL - HERTZ - HEAVISIDE...  
ON THE COORDINATION OF THE FUNCTIONAL  
SPECIALIZATION OF CEREBRUM**

*V.M.Bolotovskiy, M.L.Levin, M.A.Miller, E.V.Suvorov*

This is a historical-psychological sketch based on the material of the Conference dedicated to M.Faraday's memory (Moscow, autumn 1991). Some consideration on the mental compatability of scientists occupied with the study of some common problem is

given. People with different types of thinking (figurative, logical or combined) form relay-race scientific successions more naturally (or act independently) than join voluntary scientific associations. A rather vivid example of a successful (productive) succession is the chain Faraday - Maxwell - Hertz - Heaviside who are the participants of the classic macroelectromagnetic theory development.



*Болотовский Борис Михайлович* - родился в Москве 20.09.1928 года. Отец и мать - школьные учителя. Во время Отечественной войны был эвакуирован из Москвы в Пензенскую область, где прожил год, затем вернулся в Москву. В 1945 году поступил на физический факультет Московского университета. Закончил университет в конце 1950 года и был направлен на работу в Физический институт им. П.Н. Лебедева Академии наук. Там и работает поныне в должности ведущего научного сотрудника. Защитил кандидатскую диссертацию по торможению заряженных частиц в диэлектрике и плазме (1955) и докторскую диссертацию на тему «Излучение равномерно движущихся зарядов» (1965). Опубликовал около 150 статей в научных журналах, написал две книги «Излучение Вавилова - Черенкова» и «Оливер Хевисайд». Перевел несколько книг с английского. Вместе с М.Левиным и М. Миллером участвовал в переводе на русский язык классической двухтомной книги Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме».

Область научных интересов - классическая электродинамика.



**Автобиография.** *Я, Левин Михаил Львович*, родился в 1921 г. в г. Саратове, в семье научного работника. В 1926 г. переехал в Москву. В 1938 г. после окончания средней школы поступил на физический факультет Московского университета, который и окончил в 1944 г.

В 1943-44 гг. я одновременно с учебой в МГУ работал в качестве научного сотрудника сперва в теоретической лаборатории завода 465 НКЭП, а затем в той же лаборатории (руководитель - М.А.Леонтович), переведенной в НИИ-108 НКЭП. В июле 1944 г. был арестован органами тогдашнего НКГБ. Приговорен постановлением ОСО от 3 марта 1945 г. к 3-м годам по ст. 58-10.11 УК. В августе 1945 г. освобожден по амнистии. До этого три месяца работал в так называемой «Кучинской шараге» (точного названия не знаю), где начальником был полковник Ф.Ф. Железов. В сентябре 1945 г. начал работать на радиофизическом факультете Горьковского университета. В ноябре 1946 г. защитил кандидатскую диссертацию, после чего, занимая

штатную должность ассистента, исполнял обязанности доцента кафедры теоретической физики.

В 1948 г. по «аллилуевскому делу» была арестована моя мать - Р.С. Левина, член-корр. АН СССР. Это усугубило зыбкость моего положения, а в июне 1950 г. я был уволен, не получив на руки характеристику с места работы. Поэтому 1950-51 учебный год провел в Горьком «тунеядцем», зарабатывая на жизнь анонимными переводами научных книг.

С сентября 1951 г. по август 1955 г. работал в Тюменском пединституте, сперва ст. преподавателем, затем и.о. доцента. Осенью 1954 г. смог защитить докторскую диссертацию, написанную еще в 1948 г. В сентябре 1955 г. после избрания по конкурсу занял должность профессора кафедры теоретической физики Ивановского пединститута. В мае 1956 г. Военная Коллегия Верховного Суда СССР отменила постановление ОСО из-за отсутствия состава преступления. Моя мать была полностью реабилитирована еще раньше, в 1955 г.

С сентября 1956 г. работаю в Радиотехническом институте АН СССР. В 1960 г. избран на должность нач. лаборатории, которая в 1977 г. переведена в Московский Радиотехнический институт АН СССР. С декабря 1989 г. нач. теоретического отдела института. Кроме того, начиная с осени 1957 г. являюсь по совместительству профессором кафедры радиофизики МФТИ.

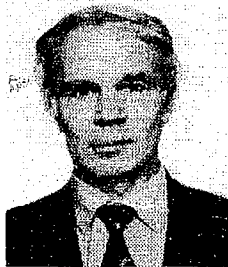
Моя жена - Наталья Михайловна Леонтович, математик, сейчас на пенсии. Дочь - Татьяна, научный сотрудник Гос. Третьяковской галереи. Сын - Андрей, научн. сотрудник Института океанологии АН СССР. Сын - Петр, студент МФТИ.

8 июня 1990 г.

Левин



*Миллер Михаил Адольфович* - родился в 1924 году на улице Старая Канава города Сормова Нижегородского края. Во время войны (1942) служил в рядах Красной Армии. Закончил радиофизический факультет Горьковского университета (1949). Некоторое время работал в Горьковском филиале Арзамаса-16, затем поступил в аспирантуру Горьковского университета к профессору М.Т. Греховой. Защитил кандидатскую диссертацию по поверхностным волнам (1953), затем докторскую диссертацию по взаимодействию заряженных частиц с высокочастотными полями (1960). В настоящее время работает главным научным сотрудником Института прикладной физики РАН и по совместительству профессором Нижегородского университета. Научные интересы: электродинамика, физика плазмы и науковедение. Любимая геометрическая фигура - тор.



*Суворов Евгений Васильевич* - родился в 1943 году в Ульяновске. Окончил Радиофизический факультет Горьковского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского (1965). Кандидатскую и докторскую диссертации защитил по специальности физика и химия плазмы. Заведующий отделом Института прикладной физики РАН, по совместительству - профессор кафедры «Высшая школа общей прикладной физики» Нижегородского госуниверситета. Круг научных интересов - взаимодействие мощного излучения с плазмой, ЭЦ нагрев и безындукционная генерация тока в установках УТС, плазменная диагностика, электродинамика.



**В издательстве Института прикладной физики РАН и при поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
вышел в свет сборник**

Михаил Львович Левин. **Жизнь, воспоминания, творчество.** Нижний Новгород: Институт прикладной физики РАН, 1995, 464 с.

Сборник посвящен памяти М.Л. Левина, одного из основателей горьковской (нижегородской) радиофизической школы. М.Л. Левин начинал свою педагогическую деятельность в Горьковском университете на радиофизическом факультете, 50-летие которого отмечалось в 1995 г. В книге несколько разделов. В первом - краткое описание жизни М.Л. Левина; здесь же приводятся документы, относящиеся к драматической части жизни его и родителей (аресты, освобождения, реабилитации). Второй раздел - воспоминания друзей и близких, которые воссоздают образ этого необыкновенного человека, щедро делившегося своими знаниями, мыслями и чувствами. Краткий обзор чисто научных достижений занимает сравнительно небольшую часть; он предназначен в основном для физиков, но кое-что полезное для себя может найти любой читатель. Четвертый раздел полностью посвящен литературному творчеству М.Л. Левина (стихи, проза, публицистика). Здесь, в частности, помещены его воспоминания о М.А. Леонтовиче, А.Д. Сахарове, Б.Л. Пастернаке, разрозненно публиковавшиеся ранее в других изданиях и получившие высокую оценку. В целом сборник полифоничен и несомненно будет полезен читателям разных поколений независимо от их профессий

Составители: Н.М. Леонтович, М.А. Миллер  
Ответственные редакторы: А.Г. Литвак, М.А. Миллер  
Рецензент: А.В. Гапонов-Грехов  
Редакционная коллегия: Ю.Н. Беляев, С.Д. Жерносек, Н.Н. Кралина,  
Г.В. Пермитин

