



Т. И. РАЙНОВ

Русское естествознание второй половины XVIII века и Ломоносов

I

Постановка вопроса

Когда в 1783 году умер Л. Эйлер, Академия посвятила ему горячее похвальное слово (*feloge*), составленное Н. Фусом*, и поспешила (в декабре 1784 года) поставить его бюст в зале ученых заседаний. Когда в 1765 году умер М. В. Ломоносов, никто не произнес ему похвального слова. Он дождался его от Академии Наук только в 1805 году, когда академик В. М. Севергин огласил на торжественном ее собрании «Слово похвальное Михаилу Васильевичу Ломоносову»**. Правда, не через 40 лет, а всего только через 22 года, в 1787 году, президент Академии Е. Р. Дашкова распорядилась повесить и портрет Ломоносова в том же зале, в котором с 1784 года стоял бюст Эйлера. Но этот поздний знак почтительной памяти появился в стенах Академии несколько случайно. Дело началось с приказа Дашковой перенести из Библиотеки в зал и повесить на стене портрет Даниила Бернулли¹. При этом обнаружилось, что для экспозиции портрета Бернулли требуется — вероятно, ради симметрии — другой портрет. И вот, как говорится в официальной хронике академической жизни, «чтобы дать ему достойный *pendant*»², Дашкова велела раздобыть и повесить там же портрет Ломоносова. Такового, по-видимому, не оказалось в стенах всей Академии или его не сумели разыскать, если он там был. Поэтому пришлось обратиться за портретом к «семье этого любимого гения народа», откуда и был получен «достойный *pendant*» к портрету Д. Бернулли. Впрочем, для оправдания этого шага нашелся и другой мотив,

* «Eloge» Эйлеру см. в «Acta Academiae Scientiarum Petropolitanae ad a. 1783». Русский перевод, в «Академических сочинениях, выбранных из первого тома Деяний Академии Наук», ч. I, 1801.— О бюсте Эйлера — «Nova Acta ad a. 1784», *Historica*, p. 14.

** Вышло отдельным изданием в 1805 г.

кроме соображения внешней симметрии. В той же официальной академической хронике указывается, что Ломоносов удостоен почета как «первый из русского народа, отличившийся в науке»*. Это — похвала, и хотя она звучала и звучит достаточно скромно, очевидно, в 1787 году Академии было еще трудно понять и оценить заслуги Ломоносова по всей справедливости.

Между тем, как известно, позднейшие историки взглянули на дело иначе. Ломоносов уже в XIX веке был признан не только «отличившимся в науках» в России, но и ученым первой величины в мировом масштабе. А в своей «Истории Российской Академии» М. И. Сухомлинов выступил, в частности, и с первой оценкой значения Ломоносова для развития русской науки во второй половине XVIII века. Говоря, правда, не об Академии Наук, а о примыкавшей к ней литературно-филологической «Российской Академии»**, Сухомлинов заявил: «Ученики Ломоносова принадлежали к первому поколению русских ученых, вступивших в Российскую Академию. Румовский, Котельников, Протасов получили свое научное образование под руководством Ломоносова; Лепехин и Иноходцев были учениками Румовского и Котельникова; Озерецковский, Соколов, Севергин³ образовались под благотворным влиянием Лепехина и т. д. Названные... поколения русских ученых, от Ломоносова до Севергина, связаны между собой основными началами своей научной деятельности и литературным преданием, вытекавшим из жизненных условий времени и исторического хода русской образованности»***.

Выставив это положение, Сухомлинов не доказал его во всем объеме. Он имел в виду преимущественно «литературную» сторону деятельности Ломоносова и русских ученых второй половины XVIII века. Даже эту сторону Сухомлинов не успел выяснить достаточно отчетливо. Как раз «основных начал научной деятельности» Ломоносова и первых его русских преемников Сухомлинов не мог раскрыть вследствие биографического характера собранных им обширных материалов. Естественнонаучной стороны вопроса он, как правило, и вовсе не должен был касаться в истории Российской Академии. И хотя в его восьмитомнике для освещения этой стороны тоже собрано много материала, его все же недостаточно, а главное, и здесь биографический метод препятствовал раскрытию истории «основных начал научной деятельности».

Биографический подход к вопросу о значении Ломоносова для русского естествознания второй половины XVIII века вообще не может дать много.

* Nova Acta ad a. 1787, Historica, pp. 8–9.

** Сперва самостоятельная, она в XIX в. составила так называемое II Отделение Академии Наук.

*** Сухомлинов М. И. История Российской Академии, вып. IV. СПб., 1878, стр. 2.

Из собранных Сухомлиновым материалов и из нескольких других источников мы узнаем, например, что Ломоносов еще в 40-х годах требует присылать для обучения в Академии Наук учащих-ся духовных семинарий* и что, в частности, в 1748 году он с этой целью отбирает из учеников Александро-Невской семинарии Румовского (будущего астронома и академика)**, хотя позднее, когда Румовский вырос и сложился, между ним и Ломоносовым установились враждебные отношения, и Румовский высказывался скептически об ученых заслугах Ломоносова***. Установлено далее, что Ломоносов в 1745 году обучал будущего математика Котельникова физике**** и что, в отличие от Румовского, Котельников навсегда остался (по выражению Румовского) «неизбежным спутником Ломоносова»*****. Равным образом и будущий анатом Протасов слушал физику у Ломоносова в 1745 году^{6*} и переводил анатомический труд под руководством Ломоносова^{7*}. Ломоносов помог Протасову добыть разрешение на поездку в Страсбург для получения ученой степени^{8*}, а в личной библиотеке Протасова находилось «рассуждение» Ломоносова «О большой точности морского пути»^{9*}. Знаменитый русский конструктор парового двигателя И. И. Ползунов в одной докладной записке 1783 года, по-видимому, обнаруживает знакомство с механической теорией теплоты в редакции Ломоносова (о «коловратном движении нечувствительных частиц, тела составляющих»)^{10*}. Следующее поколение русских ученых второй половины XVIII века, судя по биографическим данным, тоже испытало известные влияния со стороны Ломоносова. Не говоря о том, что ученики Ломоносова были учителями таких ученых младшего поколения, как Иноходцев и Лепехин и т. д. (см. выше выдержку из Сухомлинова), можно узнать из биографических материалов, что, при всем своем прохладном отношении к Ломоносову-ученому, руководители Академии Наук ценили его как мастера русского научного языка и неоднократно рекомендовали командируемым за границу русским ученым читать произведения Ломоносова для усвоения русского научного языка^{11*}. Мы можем догадываться также о косвенном влиянии Ломоносова — через

* Там же, вып. II, стр. 6.

** Там же, стр. 9.

*** Там же, вып. II, стр. 75.

**** Там же, вып. II, стр. 5 и 67.

***** Там же, вып. II, стр. 75.

^{6*} Там же, стр. 67.

^{7*} Там же, вып. II, стр. 91.

^{8*} Там же, стр. 83.

^{9*} Там же, стр. 120.

^{10*} Замечание В. В. Лермонтова в статье: «Шихтмейстер И. И. Ползунов» (Журн. Русск. физ.-хим. общ., т. 16, вып. 5, часть физическая, стр. 263–266).

^{11*} М. И. Сухомлинов, цит. соч., вып. II, стр. 194; вып. III, стр. 178–179.

И. И. Ползунова — на химика Лаксмана, обучавшегося в Барнауле горному делу под руководством Ползунова*.

В вопросе о Ломоносове и русском естествознании второй половины XVIII века дело идет об установлении отношения ломоносовского направления интересов и системы его методов и идеи к тем методам и идеям, которые применялись и разрабатывались в русском естествознании XVIII века после Ломоносова (зависимо или независимо от его влияния). Было ли здесь принципиальное (а не просто личное) преемство и преемственное развитие, или русское естествознание второй половины XVIII века принципиально порвало с тем, чем жило естествознание в трудах Ломоносова?

Для разрешения этой задачи в полном объеме мы еще не располагаем всеми необходимыми средствами. Если нельзя считать законченным изучение естественнонаучного наследия Ломоносова, несмотря на значительные достижения в этой области (особенно в трудах Б. Н. Меншуткина), то уровень нашего знакомства с содержанием русского естествознания второй половины XVIII века несравненно ниже. В сущности, к этому еще не приступлено сколько-нибудь обстоятельно и систематически. Выполнение этой задачи потребует соединенных усилий разных специалистов в течение ряда лет. В настоящее время в этой области возможны только предварительные разведки. Поэтому и выяснение отношений русского естествознания второй половины XVIII века к естествознанию Ломоносова может быть пока лишь неполным и предварительным.

Задача изучения указанного отношения складывается, по меньшей мере, из трех вопросов. Первый заключается в уяснении того, каково было направление и общий ход разработки естествознания у Ломоносова и в русском естествознании второй половины XVIII века. Здесь речь идет об объеме научной продукции, о распределении ее между разными областями науки и о темпах ее разработки. Этому вопросу, почти совершенно неразведанному, мы посвятим первую главу нашего очерка.

Второй вопрос, несколько более освещенный в литературе, относится к типу русских ученых второй половины XVIII века по сравнению с типическими чертами Ломоносова как ученого. Этот вопрос не ставился еще систематически, хотя в биографических материалах разного рода, накопившихся в литературе, для его постановки созданы отправные точки. Попытке такой постановки вопроса посвящена вторая глава нашей работы.

Остается третий вопрос — об отношении методов и идей Ломоносова к методам и идеям, которые разрабатывались в русском естествознании второй половины XVIII века. При изучении это-

* В. Лагус. Эрик Лаксман. СПб., 1890, стр. 31.

го отношения нужно исходить из того факта, что даже в течение XVIII века в России существовали бок о бок (и не всегда в тесном общении) два пути развития естествознания. Один из них заключался в разработке теоретической науки, т. е. тех областей знания, в которых на первом плане и как нечто самостоятельное стояли задачи теоретические, а задачи практические, никоим образом не пренебрегаемые, ставились и разрешались на основе результатов теоретического познания. В XVIII веке, по разным причинам, о которых мы здесь распространяться не будем, разработка естествознания происходила у нас еще и на другом пути. Сравнительно мало вооруженные готовыми результатами теоретической науки, наши техники — разных рангов осведомленности и одаренности — ставили еще в XVIII веке и более или менее успешно разрешали ряд технических задач, при которых либо незнание теории, либо ее отсутствие возмещалось путем практического нащупывания. При этом дело обычно не доходило до одновременной формулировки научно-теоретических результатов такого нащупывания. Тем не менее такие результаты в технических достижениях все же заключались и служили их теоретической базой. Только задним счетом, в свете позднейшего развития науки, можно понять теоретическую природу и общее теоретическое содержание подобных не явно выраженных, лишь практически-нащупанных познаний. Но в истории естествознания их отмечать следует и потому, что такие познания иногда являлись конденсатом огромных умственных усилий. Пренебрегая их учетом и ограничиваясь только познаниями более или менее «теоретического» характера, мы рискуем тяжело ошибиться в понимании реальной истории развития науки.

В истории русского естествознания всего XVIII века два указанных пути развития науки являются, несомненно, фактом. К сожалению, если теоретическое течение тогдашнего естествознания пока еще мало известно, то с практическим, связанным с техникой течением мы знакомы еще менее. Между тем оно требует к себе внимания не только по общим соображениям, но и вследствие того, что даже еще у Ломоносова мы встречаем массу лишь технически найденных познаний. Их изучение у него едва только начинается (изучение мозаичных работ Ломоносова, его оптических работ и т. п.), и мы в сущности не имеем еще понятия об их действительном содержании и объеме.

Наше рассмотрение идей и методов русского естествознания второй половины XVIII века в их отношении к Ломоносову будет посвящено в большей своей части «теоретическому» пути разработки науки. Лишь в конце очерка мы коснемся в нескольких словах «технической» струи ее развития у Ломоносова и его преемников.

II

Общее направление и ход разработки русского естествознания XVIII века

Для характеристик этого хода целесообразнее всего воспользоваться некоторыми статистическими данными.

Прежде всего можно привлечь с этой целью погодную статистику русской продукции на русском и иностранных языках в области всех физико-математических наук в XVIII веке, давно составленную В. В. Бобыниным*. Мы соединим выходные данные Бобынина в десятилетние группы и получим следующую статистику выпуска физико-математических книг, оригинальных и переводных (см. табл. 1).

Таблица 1

| Годы | Число книг | |
|-----------|--------------|------------|
| | Оригинальных | Переводных |
| 1701–1710 | 4 | 12 |
| 1711–1720 | 2 | 10 |
| 1721–1730 | 3 | 6 |
| 1731–1740 | 8 | 8 |
| 1741–1750 | 6 | 12 |
| 1751–1760 | 16 | 15 |
| 1761–1770 | 22 | 38 |
| 1771–1780 | 25 | 16 |
| 1781–1790 | 65 | 56 |
| 1791–1799 | 64 | 48 |

Из таблицы видно, что отношение между оригинальной и переводной продукциями было одним в первой половине века и другим во второй. В течение первой половины переводная литература сперва количественно преобладает, а затем в общем сравнивается с оригинальной. Во второй половине века число переводных книг неизменно отстает от числа оригинальных. Тогда же все более налаживается и укореняется своя научная литература, пользующаяся как русским, так и иностранными языками. Авторами этой литературы сперва являются иностранцы на русской службе и отчасти иностранцы в русском подданстве. Но во второй половине века медленно, но определенно начинает расти и продукция русских подданных разных национальностей, и прежде всего — русских по происхож-

* Бобынин В. В. Физико-математическая библиография, т. 2, 1889, стр. 244–247.

дению. Этот факт иллюстрируется табл. 2, которая тоже составлена на основании погодной статистики В. В. Бобынина.

Таблица регистрирует количество статей в русских повременных изданиях XVIII века, начиная с 1731 г. (раньше их почти не было).

Таблица 2

| Годы | Число статей | Статей русских авторов на иностранных языках |
|-----------|--------------|--|
| 1731–1740 | 165 | 0 |
| 1741–1750 | 163 | 6 |
| 1751–1760 | 186 | 5 |
| 1761–1770 | 228 | 15 |
| 1771–1780 | 284 | 13 |
| 1781–1790 | 766 | 38 |
| 1791–1799 | 413 | 15 |

В одной графе таблицы подсчитано общее число статей на русском и иностранном языках как коренных русских авторов, так и иностранцев по происхождению. Во второй графе отмечено число статей русских по происхождению академиков в специальных научных журналах Академии Наук, издававшихся на иностранных языках.

Как видим, начиная с 60-х годов русские по происхождению ученые принимают все большее участие в оригинальной творческой разработке физико-математических наук, результаты которой в то время печатались почти исключительно на иностранных языках (латинском, отчасти немецком и французском). Напомним, что во многих странах Европы латынь тогда все еще оставалась основным научным языком. Доля русских по происхождению ученых росла не только в оригинальной продукции, но и в популяризации. Можно было бы показать, что в столбце цифр, составляющем первую графу таблицы статейной продукции, довольно значительное и все растущее число работ популярного характера принадлежит русским по происхождению ученым (на таблице мы этого элемента общей продукции не выделили).

Обе приведенные таблицы демонстрируют еще один важный факт. От начала к концу XVIII века объем физико-математической продукции как книжной, так и статейной устойчиво растет вплоть до десятилетия 1781–1790 годов включительно. Продукция этого десятилетия образует количественно резкий скачок по сравнению с предшествующими. Характерно, однако, что достигнутый в это время уровень не удерживается на той же высоте в следующем, последнем десятилетии XVIII века.

Тот же факт отражается в табл. 3, учитывающей число отдельных научных работ по математике и естествознанию на иностранных языках в трех специальных журналах Академии Наук: «Novi Commentarii» (тома за годы 1747–1775), «Acta» (за годы 1776–1782) и «Nova Acta» (за годы 1783–1798). По нашему подсчету получаются следующие цифры (табл. 3):

Таблица 3

| Годы ¹ | Число работ |
|-------------------|-------------|
| 1747–1757 | 137 |
| 1758–1767 | 146 |
| 1768–1777 | 280 |
| 1778–1787 | 356 |
| 1788–1798 | 366 |

В течение 80-х годов и по этим данным наблюдается максимум роста, хотя они в то же время позволяют отметить одну дополнительную важную деталь. По предыдущим таблицам, максимум в 80-х годах достигался путем резкого скачка. По последней таблице столь резкого скачка не замечается. Рост продукции отражен под 80-ми годами и в ней, но он менее значителен, чем по данным других таблиц. Мало того, например, в 70-х годах скачок в объеме продукции по сравнению с 60-ми годами был гораздо резче, чем рост от 70-х годов к 80-м: в 70-х годах объем продукции по сравнению с 60-ми годами почти удвоился, тогда как от 70-х годов к 80-м прирост объема продукции не достигает и 20%. Существенно и то, что от 80-х к 90-м годам рост продукции все еще продолжался, хотя и несравненно медленнее, чем прежде. По данным предыдущих таблиц (1 и 2), продукция не только перестала расти в 90-х годах, но пошла более или менее заметно на убыль.

По-видимому, отмеченное различие в показаниях табл. 1 и 2, с одной стороны, и 3 — с другой, отражает тот факт, что условия (в чем бы они ни заключались), под влиянием которых происходил рост объема научной продукции в 60–90-е годы XVIII века, действовали на специальную научную продукцию Академии Наук и на всю научную продукцию неодинаковым образом. В работе Академии Наук образовалась некоторая внутренняя инерция или закономерность после подъема 70-х годов. Стимулы, повышавшие научно-литературную активность во всей стране в целом и достигшие максимума своего действия в 80-х годах, доходили до самой Академии в ослабленном виде и вызвали в ее специальных изданиях меньший прирост продукции, чем в продукции, взятой по стране в целом. Это впечатление подтверждается и тем, что в 90-х годах в продукции по стране в целом происходил довольно резкий упадок, кото-

рый в специальной продукции Академии выразился опять в ослабленном виде: вместо абсолютного падения объема продукции здесь наблюдается только относительное, хотя и заметное падение темпа роста; но рост продолжается. Штат и оборудование такого крупного и относительно сложного уже в те времена учреждения, как Академия Наук, однажды установленные в конце 60-х годов и в течение 70-х годов, позволяли затем Академии работать с меньшей степенью зависимости от внешних факторов, за пределами Академии то резко повышавших, то столь же заметно понижавших уровень научной активности.

Что эти факторы — в чем бы конкретно они ни заключались — имели своим источником не специально академические, а какие-то общерусские, универсально-общественные условия, видно из того, что колебания активности, отмеченные нами по данным всех 3 таблиц в области математической и естественнонаучной продукции, происходили и в других областях русской жизни XVIII века.

Например, новейший историк металлургической и металлообрабатывающей промышленности России в XVIII веке и начале XIX века отмечает, что строительство крупных заводов черной металлургии происходило всего интенсивнее в 1783–1791 годах: за девять лет тогда было построено 16 заводов, тогда как с 1763 по 1779 год, т. е. за 17 лет, было создано 17 заводов, а после 1791 года за 15 лет — только 4 завода. Говоря вообще о строительстве черно-металлургических и металлообрабатывающих заводов 1763–1806 годах, тот же историк указывает, что здесь «особая задержка в темпах проявляется в начале и еще более в конце... периода»*.

Во внешней русской торговле тот же автор также отмечает в 1762–1804 годах знакомые нам хронологические колебания активности. Их можно продемонстрировать на русском вывозе железа в означенные годы** (табл. 4).

Таблица 4

| Годы | Вывоз железа в пудах |
|-----------------------------|---|
| 1762 | 1.016.000 (по другим данным — 1.158.000) |
| 1772 | 1.805.000 |
| 1782 | 3.840.000 |
| 1790–1792 (средняя годовая) | 2.600.000 |
| 1802–1804 (средняя годовая) | 2.400.000 |

* Любомиров П. Г. Очерки по истории металлургической и металлообрабатывающей промышленности в России (XVII, XVIII и нач. XIX в.). Л., 1937, стр. 233–234.

** Там же, стр. 171.

Приводя эти данные, цитируемый автор указывает, что цифра вывоза, отвечающая 1782 год, является максимальной, и как до того, так и после того вывоз был гораздо меньше. Следовательно, и здесь 80-е годы отвечают максимальному подъему активности.

Мы очень далеки от наивной мысли «объяснить» колебания творческой активности в области русской математической и естественнонаучной продукции второй половины XVIII века непосредственным влиянием промышленного производства и экспорта на научную работу. Можно утверждать только, что между обеими областями, как видно из приведенных цифр, существовала связь, вероятно вызванная какими-то общими условиями. Для их уяснения нужно было бы расширить круг сопоставляемых материалов путем привлечения данных о всех основных областях общественной жизни второй половины XVIII века. В настоящее время мы еще не располагаем такими данными и вопрос остается пока открытым.

Чем бы ни объяснялась связь между подъемом активности в 80-х годах в хозяйстве и в науке, для ее понимания в будущем существенное значение может иметь выяснение того, насколько ученые второй половины XVIII века участвовали в разработке вопросов техники, интересных для производства. Некоторые данные об этом у нас имеются.

В академических изданиях второй половины XVIII века, выходящих на русском языке и обычно популярных, встречаются некоторые работы прикладного характера. Они относятся к разным отраслям технологии и техники. Например, по прикладной механике появилось в указанное время на русском языке около 14 работ (все переводные), по добыванию и обработке металлов — 14 (преимущественно переводных) работ, по добыванию и обработке минеральных веществ — 11 работ, по вопросам навигации — 6 работ, по прикладной химии — около 8 работ и т. д. Относительно больше внимания уделялось сельскохозяйственной технологии. Например, о техническом употреблении фруктов, семян, соков, листьев и т. п. было 26 работ, а об обработке животных веществ — 12. Первое, кажется, обстоятельное описание парового двигателя и каменноугольного топлива для него было опубликовано на русском языке в изданной Академией Наук книге И. Шлаттера: «Обстоятельное наставление рудному делу...» (чч. I–II, 1760), и известно, что она была в руках И. И. Ползунова, когда он работал над конструкцией своего парового двигателя в Барнауле в начале 60-х годов.

В чисто исследовательской продукции Академии Наук, публиковавшейся на иностранных языках, вопросы прикладного характера тоже привлекали некоторое внимание. Показателем этого внимания могли бы служить, например, прикладные темы в творчестве самого плодовитого члена Академии Наук Л. Эйлера. По теории навигации и судостроения он выпустил замечательную книгу. К области при-

кладной механики относится также и ряд других его исследований. Например, в «Principia theoriae machinarum»* Эйлер рассматривал вопрос об отношении между скоростью действующей силы и скоростью передвигаемого ею груза, причем принимались во внимание не только машины, но и характерные для домашнего производства «двигатели» — человек и животное. Позднее Эйлер занимался еще вопросами о насыпных плотинах, о вращающихся зубцах, о грузоподъемности колонн, о прочности мостов и т. д. В трех специальных журналах Академии Наук за 1747–1798 годы («Novi Commentarii», «Acta» и «Nova Acta») по прикладной механике была напечатана разными авторами 21 работа. По отношению к продукции в области теоретической механики (128 работ) это составляло несколько больше 15%. Характерно, что в течение 1747–1777 годов этот процент доходил лишь до 10, но за 1778–1798 годы поднялся до 23 с лишним.

Не следует, однако, переоценивать по этим данным глубины связи научных работ Академии Наук с интересами производства. Для сравнения мы можем взять долю работ прикладного характера в общей продукции Королевского общества в Лондоне, напечатанной в органе общества «Philosophical Transactions». Мы располагаем относительно этого данными, охватывающими в совокупности период 1665–1800 годов. Старый историк Королевского общества Т. Томсон** отметил за этот период число работ в области, которую он называет на языке своего времени «механической философией». Сюда входят (по терминологии и классификации Томсона): астрономия, оптика, динамика, механические силы и машины, гидродинамика, акустика, навигация, электричество, магнетизм, химия, химическая промышленность, метеорология и «смесь». Всего за означенный период у Томсона зарегистрировано 1898 работ по «механической философии». Точных данных о соотношении прикладных и теоретических тем в этой массе работ у Томсона нет, но по приблизительным подсчетам можно видеть, что прикладные темы занимают значительно больше 50% общего числа работ. Действительно, работы Королевского общества и в данной, и в других областях в течение 1665–1800 годов находились в очень тесной связи с интересами производства.

Для иллюстрации того, как наша Академия Наук второй половины XVIII века, несмотря на растущий интерес к темам прикладного характера, все-таки отставала от потребностей производства, можно упомянуть, что, издав в 1774 году «Книгу, содержащую в себе учение о равновесии и движении тел» (т. е. курс механики)

* Novi Commentarii, VIII, 1760–1761, pp. 230–253; резюме, стр. 39–43.

** Thomson. History of the Royal Society. London, 1812. — Данные, суммированные нами, разбросаны в разных разделах книги.

С. К. Котельникова, Академия не могла удовлетворить этой книгой нужд в прикладных механических знаниях. Навстречу этой потребности пошел «тверской губернский механик» Л. Сабакин, который перевел и издал в 1787 году труд англичанина Фергюсона — «Лекции о разных предметах, касающихся до механики, гидравлики и гидростатики» (с прибавлением об «огненных» машинах, составленным самим переводчиком). Когда в русском морском ведомстве возникла в 90-х годах надобность в руководстве для подготовки русских специалистов по паровым двигателям и вообще по прикладной механике, пришлось обратиться не к учебнику Котельникова, а к «лекциям» Фергюсона в обработке Сабакина*.

Ограничиваясь сказанным о прикладных работах Академии Наук (как материалом для будущего объяснения связи между подъемом активности в русском производстве и в науке 80-х годов XVIII века), обратимся к дальнейшей характеристике общего хода развития русского естествознания второй половины этого века. От вопроса об общих количественных тенденциях этого процесса мы можем перейти к некоторым качественным моментам, пытаюсь уловить их с помощью статистических данных.

Не все области естествознания разрабатывались у нас в это время с одинаковой интенсивностью. Пользуясь данными произведенного нами подсчета числа работ в трех специальных журналах Академии Наук («*Novi Commentarii*», «*Acta*», «*Nova Acta*») за 1747–1798 годы, получаем следующие данные (см. табл. 5).

Таблица 5

| Науки | Абсолютное число работ | В % к общему числу работ |
|---|------------------------|--------------------------|
| Чистая математика | 350 | около 27 |
| Физико-математические науки (механика, астрономия, физика, химия) | 576 | около 45 |
| Науки о земле (география, геология, минералогия, метеорология) | 170 | около 13 |
| Биологические науки (ботаника, зоология, анатомия, физиология) | 188 | около 15 |
| Всего | 1284 | около 100 |

На первом месте находилась разработка физико-математических наук, затем следовали чистая математика, биологические науки и науки о земле. Такое распределение интереса между отдельными

* Об этом см.: *Забаринский П. П.* Первые «огневые» машины в Кронштадтском порту. М.; Л., 1936. С. 144, 174.

группами наук вовсе не являлось чем-либо обязательным для всех стран. Для сравнения мы опять приведем данные о продукции Королевского общества в Лондоне, опубликованные на страницах «Philosophical Transactions». К сожалению, мы не располагаем подсчетами о ней за тот же период, к которому относятся русские материалы. У нас есть сведения о двух других периодах. Один охватывает первые 37 лет существования «Philosophical Transactions» (1665–1702). Другой период относится к 1765–1800 годам. Цифры по первому периоду мы составили, пересчитывая и группируя данные, недавно опубликованные Мертоном* (табл. 6).

Исходные данные о распределении продукции между отдельными группами наук в «Philosophical Transactions» за 1765–1800 годы, мы почерпнем из упомянутой выше книги Томсона, группируя их по возможности так же, как и в табл. 5 (табл. 7).

Таблица 6

| Науки | Абсолютное число работ за 1665–1702 гг. | В % к общему числу работ |
|---------------------|---|--------------------------|
| Чистая математика | 99 | Около 7 |
| Физико-матем. науки | 529 | Около 38 |
| Науки о земле | 186 | Около 13 |
| Биологические науки | 592 | Около 42 |
| Всего | 1406 | Около 100 |

Примечание. В состав каждой группы входят приблизительно те же науки, что и в табл. 5.

Таблица 7

| Науки | Абсолютное число работ за 1665–1800 гг. | В % к общему числу работ |
|---------------------|---|--------------------------|
| Чистая математика | 111 | Около 4 |
| Физико-матем. науки | 1469 | Около 48 |
| Науки о земле | 570 | Около 19 |
| Биологические науки | 878 | Около 29 |
| Всего | 3028 | Около 100 |

При сопоставлении данных табл. 5 и 7 друг с другом нужно иметь в виду, что каждый из их авторов производил свои подсчеты

* Merton B. K. Science technology and Society in Seventeenth Centnry England (в сборнике «Osiris», vol. IV 1938, табл. на стр. 405).

не по абсолютно тождественным рубрикам, хотя в общем эти рубрики близки друг к другу. Именно их близостью, а не тождественностью объясняется, например, то, что, по Мертону, в «Philosophical Transactions» за первые только 37 лет напечатано 99 работ, а по Томсону, их отмечено всего 111 за период в 135 лет; вероятно, каждый из этих авторов по-своему понимал круг математических проблем, и очевидно, что Мертон включал в математику некоторые темы, которые, по Томсону, относились, например, к теоретической механике, астрономии и т. д. Для суждения о деталях это расхождение в границах рубрик является, конечно, препятствием, но для получения приблизительной общей картины вряд ли имеет решающее значение.

Итак, мы видим, что во второй половине XVII века в органе Королевского общества распределение между группами наук существенно отличается от распределения в журналах Петербургской Академии Наук во второй половине XVIII века. Физико-математические науки, занимавшие первое место у нас, были в Англии только на третьем месте. Издания по математике занимали у нас второе место, в то время как в Англии — четвертое (последнее). Тогда как биологические науки занимали у нас почти последнее место, в таком же почти проценте, как науки о земле, — в Англии биологические науки стояли на первом плане, по числу работ далеко превышая в процентном отношении науки о земле. Принимая во внимание возможное формальное расхождение между Мертоном и Томсоном в понимании объема рубрик, все же видим, что, и при учете продукции «Philosophical Transactions» за 135 лет (1665–1800), распределение наук в Англии остается довольно отличным от русского за 1747–1798 годы. Математика по-прежнему занимает весьма скромное место в Англии и одно из первых мест в России. Биологические науки в Англии все еще пользуются несравненно большим вниманием, чем в России. Что касается наук физико-математических, то, по сравнению с данными Мертона, цифры Томсона свидетельствуют о повышении интереса к этим наукам в Англии после второй половины XVII века, т. е. в XVIII веке. Это повышение вряд ли можно приписать только расхождению между Мертоном и Томсоном в понимании границ отдельных групп наук. Оно вызвано, несомненно, реальным сдвигом внимания в Англии к физико-математическим наукам, происшедшим в течение XVII века.

Для проверки этого предположения мы пересмотрели (без точных подсчетов) сокращенное издание «Philosophical Transactions» за 1665–1800 годы*. В этом издании, по указанию составителей,

* Philosophical Transactions of the R. S. of London from their commencement in 1665 to the year 1800. Abridged, with notes and biographical illustrations, vol. I–IV, London, 1809.

заглавия всех наиболее важных работ воспроизведены полностью, причем одни из этих работ представлены в сокращенном издании только заглавиями, другие — выдержками, третьи — полным текстом. Просматривая это издание год за годом, мы могли убедиться, что интерес «*Philosophical Transactions*» к математическим и физико-математическим проблемам действительно увеличивался между 1665–1800 годами. Можно поэтому отнестись с некоторым доверием к цифрам Томсона, из которых видно, что в течение 135 лет физико-математические науки в Англии выдвинулись на первый план, и можно думать, что это произошло преимущественно в XVIII веке и даже скорее во второй его половине. В таком случае Англия только в это время приближалась к тому первоочередному интересу к физико-математическим наукам, который так характерен для русской Академии Наук второй половины XVIII века.

Однако и за вычетом этого, между двумя центральными научными учреждениями обеих стран остаются другие существенные различия в проявлении внимания к разным группам наук. В России математика привлекала к себе интерес больше, чем в Англии: даже по абсолютному числу математических работ Россия в 1747–1798 годах (350) идет далеко впереди Англии в 1665–1800 годах. (111). Другим пунктом различия и по данным Мертона, и по данным Томсона является, как мы видели, слабый интерес к биологическим наукам в России и, наоборот, большое внимание к ним в Англии.

Объяснить все эти различия мы не имеем возможности, так как это большой вопрос, требующий специального рассмотрения.

Обычно в истории европейской науки развитие математических и физико-математических наук справедливо приводится в связи с потребностями техники развивающегося капитализма. Эта техника, с одной стороны, ставит перед наукой ряд проблем на отыскание технически важных количественных закономерностей, а с другой — питается открытием таких закономерностей, происходящим так сказать побочным путем — благодаря самостоятельной разработке теоретической науки. Последняя первоначально складывается в ответ на конкретные технические проблемы, но потом приобретает и некоторую свободу ставить и разрешать вопросы более или менее теоретические и отвлеченные. Опыт показал, что в качестве следствия из работы над вопросами последнего рода часто получают технически важные открытия.

Эти общие соображения справедливы, но индивидуальные исторические условия вносят в них свои поправки. Если в журналах русской Академии Наук мы встречаем во второй половине XVIII века по математике 350 работ, а в Англии при любом учете их вряд ли наберется больше и за 135 лет существования «*Philosophical Transactions*» с 1665 по 1800 год; если в России в академических журналах за 1747–1798 годы напечатано 576 работ в области

физико-математических наук, т. е. в среднем по 11 в год, а в Англии за 1665–1800 годы. в этой же области опубликовано 1469 работ, т. е. в среднем тоже почти 11 в год, то из всего этого не следует, что в Англии и в России в сравниваемые годы существовали сходные условия, благоприятные для развития математических и физико-математических наук. Из всего этого не следует, что и в России, как в Англии, потребности техники развивающегося капитализма являлись основными стимулами развития математики и физико-математических работ. Ибо ведь всем известно, что в России во второй половине XVIII века капитализма еще не было.

В таком случае, не объясняется ли разработка математики и физико-математических наук в России этого времени тем, что, собственно, она происходила в России только номинально, только внешне-территориально, вне русских общественных условий, в своего рода теплице, где росли и развивались привозные экзотические плоды, неспособные культивироваться и не культивировавшиеся на открытом воздухе? Не в том ли дело, что место, занимаемое в русских академических журналах второй половины XVIII века математикой и физико-математическими науками, отражает влияние не русских, а чужих, иноземных общественных условий — условий, в которых техника развивающегося капитализма обычно стимулирует разработку этих отраслей знания? Ведь и участниками академических журналов были в это время преимущественно ученые иностранного происхождения.

Последнее справедливо. Страницы трех специальных журналов Академии Наук заполнялись преимущественно трудами служивших в Академии иностранцев, а также работами лиц, проживавших за границей и присылавших оттуда отчеты о своих работах для опубликования в органах, имевших международное распространение. Впрочем, работ последней категории было сравнительно немного. Основная масса продукции принадлежала штатным сотрудникам Академии из иностранцев.

Однако их иностранное происхождение не объясняет руководящего места, занимаемого в продукции Академии Наук математическими и физико-математическими науками. Подавляющее большинство этих ученых происходило из Германии, отчасти из Швейцарии. В этих странах во второй половине XVIII века почти не было ни капитализма, ни капиталистической техники. Во всяком случае, по уровню своего хозяйственного развития Германия и Швейцария этого периода далеко отставали от Англии, и промышленное их производство по своему социальному типу стояло ближе к русским условиям, чем к одновременным английским.

Мало того, немецкие и швейцарские ученые, занимавшиеся математическими и физико-математическими науками, чувствовали себя во второй половине XVIII века в России лучше, чем в Герма-

нии или Швейцарии. Например, Д. Бернулли большую часть своей научной продукции, уже после отъезда из России, публиковал в журналах нашей Академии Наук. Да и вообще в его творчестве замечательно то, что либо проживание в России, либо участие в печатных органах нашей Академии соответствовало как раз периодам максимума его творческой активности*. Не менее показательны в этом отношении работы Л. Эйлера. В библиографии работ последнего, составленной Энестремом**, между прочим, приводится перечень работ великого математика по годам их написания. Подсчет их показывает, что в период первого пребывания Эйлера в России (1727–1740) им написано 102 работы, за годы его службы в Берлине (1741–1766) — 375 работ, а за годы вторичного проживания в Петербурге (1767–1783) — 409 работ. В среднегодовом выражении это дает для первого периода несколько больше 7 работ, для второго — несколько больше 14, а для последнего — 24 работы. В 1727–1740 годах Эйлер еще не развернулся полностью. Только в берлинский период он был в полном расцвете сил. Однако его продукция в этот период расцвета личных сил в годовом выражении ниже продукции последнего, старческого периода, протекавшего в Петербурге. Преклонные годы и слепота не помешали грандиозному подъему математического творчества Эйлера. Очевидно, этот подъем нужно приписать в значительной степени благоприятному, стимулирующему действию русской среды.

Было бы вульгарным и поверхностным объяснять это действие только или по преимуществу более выгодными материальными условиями, в которых протекала работа иностранных ученых на службе Петербургской Академии. Высокие оклады и другие подобные блага, предоставлявшиеся лицам вроде Эйлера, конечно, играли некоторую роль в его деятельности, но не все иностранцы находились в Петербурге в таких условиях (вспомним, что Шлёцер находил материальный уровень жизни некоторых петербургских академиков в 60-х годах ниже уровня жизни парикмахеров)***. Кроме того, как видно из переписки Д. Бернулли с Эйлером, на иностранных по происхождению членов Академии действовали ободряющим для их работоспособности образом не только благоприятные материальные условия, но и общая моральная обстановка. Жалуясь Эйлеру на отсутствие интереса швейцарской среды к теоретической науке, Д. Бернулли находил петербургскую среду несравненно более

* Мы писали об этом в статье о Д. Бернулли, опубликованной в «Вестнике Академии Наук», 1939, № 7–8.

** *Enestrom G. Verzeichniss der Schriften L. Eulers. Leipzig, 1910–1913, стр. 222–268.*

*** Общественная и частная жизнь Авг. Людв. Шлёцера, им самим описанная... Сборн. Отдел, русск. яз. и словесн. Акад. Наук, т. XIII, СПб., 1875, стр. 72.

способной к оценке научной работы*. Наконец, надо отметить и то, что немногочисленные сотрудники Академии русского происхождения, работавшие в ней бок о бок с иностранцами, вовсе не награждались так щедро, как Эйлер, и в условиях их жизни многое менее благоприятствовало науке, чем в жизни иностранных служащих. Тем не менее и они, как увидим, в очень большой степени занимались теоретическими вопросами в области математики и физико-математических наук.

Все это заставляет искать объяснения повышенного интереса нашей Академии второй половины XVIII века к математике и физико-математическим наукам в каких-то условиях русской среды. Так как у нас в то время не было ни капитализма, ни капиталистической техники, эти условия в противоположность условиям в Англии во второй половине XVII века и в XVIII веке надо искать в чем-то другом. Дело, по-видимому, в следующем.

Огромное русское крепостное государство второй половины XVIII века должно было существовать в окружении стран либо более или менее чувствительно затронутых капитализмом, либо служивших (как Германия, Польша и Турция) объектом политического и экономического воздействия со стороны наиболее передовых стран. В этой обстановке Россия второй половины XVIII века, начиная с 7-летней войны и кончая войнами Французской революции, должна была заботиться о высоком уровне своих вооруженных сил, об усвоении передовой техники в военном и морском деле, в фортификации, артиллерии, судостроения и навигации. Отсюда рано и отчетливо осознанная потребность в усвоении точных наук, необходимых для надлежащей постановки военной техники, отсюда признание особой государственной важности этих наук.

Это признание находило себе выражение в ряде правительственных мероприятий.

Например, в регламенте Академии Наук 1747 года Академия Наук определялась весьма характерным образом только как коллектив ученых, изучающих природные явления и действия всех тел, существующих во Вселенной. Перечисляя основные функции и разделы Академии, регламент 1747 года упоминает о необходимости разрабатывать географию и астрономию для морского дела и для открытия новых стран, заниматься вопросами военной и гражданской архитектуры, механики и гидравлики, изыскивать «инструменты и машины» как военного, так и гражданского назначения и т. п.** Хотя в регламенте упоминается также о необходимости изучения

* См. нашу упомянутую статью о Д. Бернулли.

** Латинский текст в «*Novi Commentarii*», I, 1747–1748, стр. 9–33; русский текст — в «Содержании ученых рассуждений имп. Академии Наук», с. 14–39.

трав и минеральных ресурсов, это указание как бы тонет среди задач технического и физико-математического характера. Структура Академии тоже подчеркивала ведущее место последних задач. В составе Академии были «классы» математический, физико-математический, физический и астрономический, причем биологические науки не были выделены в особый класс и относились к ведению «физического» класса.

При создании или реорганизации военно-учебных заведений тоже высказывалась забота о надлежащей постановке преподавания физико-математических наук. Например, в 50-х годах XVIII века к преподаванию математики в морском корпусе был привлечен англичанин Ньюбери с целым штатом русских помощников. По инициативе одного из этих помощников, Курганова, при морском корпусе в 1765 году была создана астрономическая обсерватория с постановкой практических занятий в ней для учащихся*. В 1758 году П. И. Шувалов требовал, чтобы в военной школе, созданной путем слияния артиллерийской и инженерной школ, надлежащее внимание уделялось математике, которая «есть основание всем наукам в свете». И по уставу 1766 года в программу школы вошло серьезное преподавание математики, механики, физики, химии и «натуральной истории»**. Деятели русской школы и науки того времени (Н. Муравьев, С. Назаров, Котельников, Румовский и др.), выступая с публичными речами или с предисловиями к учебникам, настаивали на необходимости изучения и разработки теоретических наук, особенно математических и физико-математических***.

Навстречу осознанной потребности в изучении математических и физико-математических наук в XVIII веке шла соответствующая книжная продукция. По статистике В. В. Бобынина, на которую мы уже ссылались по другому поводу, в течение XVIII века в России по математике и физико-математическим наукам было опубликовано около 450 названий на русском языке (оригинальных и переводных) и 122 названия на иностранных языках (в обоих случаях журналы не учитывались), т. е. всего около 570 названий. Если принять, что в те времена каждая книга выпускалась в среднем тиражом не свыше 500 экземпляров, окажется, что в течение XVIII века у нас было пущено в оборот около 285 000 экземпляров книг в названной области наук.

Можно сделать прикидку, сколько экземпляров этой литературы приходилось в какую-либо дату второй половины XVIII века

* Ф. Веселаго. Очерк истории морского кадетского корпуса. 1852, стр. 126–127, 159.

** Лалаев. Исторический очерк военно-учебных заведений... 1880.

*** В. В. Бобынин. Приложения истории математики к решению и постановка некоторых вопросов преподавания математических наук ... в журн. «Физико-математические науки», 1890, №№ 3–4, стр. 105–117.

на одного потребителя. Мы располагаем некоторыми приблизительными данными о численности более или менее культурного населения России к началу 70-х годов XVIII века. Известный публицист и историк екатерининской эпохи князь М. М. Щербатов насчитывал тогда «дворян, офицеров чужестранных и других чиновных людей» около 50 000. Кроме того, в гвардии состояло до 10 000 человек, преимущественно дворян. В регулярной армии числилось на 1766 год около 300 000 человек. Можно принять, что в составе офицеров было приблизительно 5000 человек (если не меньше). Следовательно, более или менее образованных людей, преимущественно из дворянства, получается около 65 000 человек*. К ним можно прибавить еще 5–10 тыс. человек из прочих, не учтенных Щербатовым категорий образованного населения — «разночинцев», купцов и т. п. Едва ли цифра в 70–75 тыс. человек очень отличается от реальной численности более или менее образованного населения России в начале 70-х годов XVIII века.

Выпускавшаяся в XVIII веке книжная продукция по математическим и физико-математическим наукам распространялась среди представителей более или менее образованного населения. Допустим, что из 285 000 экземпляров математических и физико-математических книг, изданных в течение всего XVIII века, к началу 70-х годов около 1/3 вышло из оборота (в старину книги береглись и дольше хранились, чем теперь). Можно принять также, что к этому времени другая треть всей продукции совсем не поступила в оборот. Таким образом к началу 70-х годов в обороте к услугам 70–75 тысяч читателей могло быть (ориентировочно) около одной трети продукции, т. е. около 95 000 экземпляров книг интересующей нас категории, или немного больше 1 книги на человека. Допустим, что из 70–75 тыс. человек только 1/10, т. е. 7–8 тысяч, действительно пользовались математической и физико-математической книгой. Тогда на каждого потребителя приходилось бы 12–13 книг. Все это значит, что ученый (русский или иностранный), работавший в России в 1770-х годах в области математики и физико-математических наук, трудился не в общественной пустоте, не в среде, равнодушной к тому, что делалось для разработки этих областей науки и для их преподавания. Правда, представители этой среды не были способны непосредственно понимать ту специальную продукцию, которая публиковалась, например, Академией Наук на иностранных языках в специальных журналах Академии. Но, во-первых, путем последующей популяризации кое-что из этой продукции все-таки попадало и в руки упомянутых 7–8 тыс. читателей, а во-вторых, сознание того, что хотя бы окольно, через учебную и популярную литературу, плоды исследовательской работы дости-

* Кн. М. М. Щербатов. Сочинения, т. I, 1896, столбец 540.

гают потребителя и удовлетворяют его умственным запросам, — это сознание является важным фактором в самосознании ученого. Этот фактор дает ученому ощущение сочувственной общественной среды, сообщает ему стимулы к дальнейшему творчеству и таким образом содействует разработке науки в соответствующем направлении. Это, по-видимому, объясняет нам и отзывы Д. Бернулли о бодрящем действии русской среды и высокую продуктивность творчества старика Эйлера и физико-математические работы русских по происхождению академиков из числа учеников Ломоносова и Эйлера.

Почему столь благоприятная для разработки математики и физико-математических наук русская среда не оказала в рассматриваемое время столь же эффективного действия на разработку биологических наук и наук о земле, которые, как мы видели, занимали третье и четвертое место в специальной исследовательской продукции Академии Наук? И почему в Англии XVII–XVIII веков дело обстояло иначе?

Что касается наук о земле, то приведенные выше цифры русской продукции в этой области не во всех отношениях показательны. Дело в том, что целый ряд крупнейших работ Академии Наук во второй половине XVIII века в области географии отразился не столько в журнальной продукции, сколько в особо изданных специальных книгах. Особенно это относится к знаменитым в развитии географии итогам академических экспедиций 1768–1774 годов (Палласа, Лепехина и др.). Если присчитать их, процентное место географии в работах Академии Наук несколько изменится. Но все же учет этого обстоятельства не выдвигает еще всю группу наук о земле на первый план в работах Академии. Кстати, заметим, что во время упомянутых экспедиций было сделано немало наблюдений и в области разных биологических наук (ботаника, зоология). Часть этих наблюдений специально излагалась и на страницах ученых журналов Академии. Однако это не дало крупного увеличения доли биологических работ в специальной журнальной продукции Академии.

Относительно второстепенное значение в журнальной продукции Академии как биологических тем, так и тем, относящихся к изучению земли, объясняется, по-видимому, особыми сторонами общественного строя России того времени.

Интерес к геологическому, минералогическому и метеорологическому изучению земли и интерес к биологическим темам складывается в более или менее интенсивных формах в том случае, когда на очереди в народном хозяйстве стоит вопрос о систематическом использовании земных недр, о планомерном учете факторов погоды и о широкой утилизации животных и растительных ресурсов. Например, в Англии XVII–XVIII веков растущая обрабатывающая промышленность нуждалась в изыскании источников материального сырья, в частности — в изучении залежей каменного угля, кото-

рый с середины XVIII века, в связи с истощением ресурсов древесного топлива, становится главным видом топлива в Англии. Отсюда толчок к разработке геологии и минералогии. В России в это время усиленно истребляются леса, служившие не только топливом в быту и в промышленности, но (в форме древесного угля) и для специальных металлургических целей. Кроме того, в России крепостной строй тормозил использование промышленных ресурсов и разведку недр. Последняя несколько повышалась только в работах академических экспедиций 1768–1774 годов. Широкое развитие британского мореплавания во всех морях и океанах вынуждало вести систематические метеорологические наблюдения во всех концах земли. В России этого стимула не было, и метеорология развивалась сравнительно медленно. Наконец, в Англии капиталистическая форма хозяйства и выгоды приложения капитала к торговле «колониальными» товарами явились энергичным поводом для учета и изучения растительных и животных богатств всего мира, откуда получился и стимул к разработке описательной ботаники и зоологии. Богатые растительные и животные ресурсы России второй половины XVIII века утилизировались еще слабо при господстве крепостного хозяйства. Поэтому они были еще мало известны и едва начинали открываться участниками академических экспедиций. Собранные последними (особенно Палласом) флористические и фаунистические материалы долго и медленно разрабатывались, и публикаций об этой работе выходило сравнительно еще не много в пределах XVIII века.

Таблица 8

| Науки | 1747– 1757 гг. | | 1758– 1767 гг. | | 1768– 1777 гг. | | 1778– 1787 гг. | | 1788– 1798 гг. | |
|---------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | абсол. число раб. | в % к общему числу работ | абсол. число раб. | в % к общему числу работ | абсол. число раб. | в % к общему числу работ | абсол. число раб. | в % к общему числу работ | абсол. число раб. | в % к общему числу работ |
| Математика | | | | | | | | | | |
| | 35 | Ок. 26 | 42 | Ок. 29 | 73 | Ок. 26 | 83 | Ок. 25 | 112 | Ок. 30 |
| Физико-матем. науки | | | | | | | | | | |
| | 77 | Ок. 56 | 70 | Ок. 48 | 125 | Ок. 45 | 157 | Ок. 47 | 132 | Ок. 39 |
| Науки о земле | | | | | | | | | | |
| | 7 | Ок. 5 | 16 | Ок. 11 | 23 | Ок. 8 | 43 | Ок. 13 | 81 | Ок. 20 |
| Биологические науки | | | | | | | | | | |
| | 18 | Ок. 13 | 18 | Ок. 12 | 59 | Ок. 21 | 51 | Ок. 15 | 41 | Ок. 11 |
| Всего | 137 | 100 | 146 | 100 | 280 | 100 | 334 | 100 | 366 | 100 |

Указанные выше условия, определявшие распределение интереса между разными группами наук в специальной ученой продукции Академии Наук, сохранялись в общем неизменными и действовали весьма устойчиво на протяжении всего рассматриваемого пятидесятилетия. Это подтверждается табл. 8, показывающей по десятилетиям распределение между группами наук числа специальных работ в трех последовательно выходивших специальных журналах Академии, которые мы учитывали и выше.

Поставим теперь вопрос, каково положение Ломоносова по отношению к очерченному сейчас общему ходу разработки точных и естественных наук в России во второй половине XVIII века.

Известно, что научные интересы Ломоносова были весьма разнообразными, далеко выходя за рамки естествознания. Мы ограничимся здесь только этой областью.

Опять-таки известно, что преобладающие темы его исследовательских работ относятся к физике и химии. В этом отношении Ломоносов уже стоял на той линии, которая характерна для всего русского естествознания второй половины XVIII века.

Он отчасти отступал от этой линии в области математики. Глубоко убежденный, что без математики невозможна успешная разработка физико-химических наук, Ломоносов, однако, не имеет математических работ и (как еще увидим) сравнительно мало применяет математические приемы в своих физико-химических работах. В этом отношении его преемники во второй половине века выполняли на деле то, что Ломоносов горячо проповедывал в принципе.

В области наук о земле Ломоносов тоже, как известно, оставил крупное наследие, хотя и в его творчестве, как во всем русском естествознании второй половины XVIII века, интерес к этим наукам, в частности к геологии, отступал назад перед интересом к физико-химическим наукам.

После указанных черт сходства — вот существенное различие: в своих физико-химических и геологических работах Ломоносов сочетал вопросы теории с вопросами практики, прикладной науки, в ином виде и в иной пропорции, чем давало это большинство ученых в России во второй половине века.

Мы видели, что, например, в специальных журналах Академии Наук темы по прикладной механике встречаются не часто (15% общего числа работ по механике). Для других наук мы подобного подсчета не производили, но просмотр соответствующих работ показывает, что в некоторых из них дело обстоит примерно так же, как в механике (астрономия, физика). В одной области — химии — положение складывалось иначе. Здесь большинство работ имело прикладной характер. Теоретические вопросы отражались в них чрезвычайно слабо. Типическими в этом отношении являются многочисленные работы руководящего химика в Академии, Т. Ловица⁴.

Есть, наконец, области, где заметного преобладания тем теоретических или прикладных не наблюдается (геология, минералогия). Во всех областях естествознания нет той тесной, неразрывной и непосредственной связи теоретической науки с прикладной, которая так характерна для творчества Ломоносова. Он обычно держался в своих работах программы, выраженной им в «Слове о пользе химии»: «Науки художествам путь показывают; художества происхождение наук ускоряют. Обоим общею пользою согласно служат»*. На этом основании он требовал, например, в химии: «Истинный химик должен быть теоретиком и практиком»**. В своих специальных трудах Ломоносов стремился и на деле следовать этой программе. Теоретические и практические моменты разрабатываются рука об руку и в «Слове о явлениях воздушных», и в «Рассуждении о большей точности морского пути», и в «Первых основаниях металлургии».

Относительное разобщение теории и практики в русском естествознании после Ломоносова объясняется, с одной стороны, развитием дифференциации и специализации в русской науке, а с другой — отсутствием в ней людей такого калибра одаренности, каким был Ломоносов. Благодаря своей гениальности, он не просто совмещал работу в разных областях знания (для этого не требуется гениальности), а преодолевал границы между ними, синтезируя методы и результаты разных областей и направлений познания.

III

О профиле русских естествоиспытателей второй половины XVIII века

Господствующий дворянский класс в России XVIII века не занимал господствующего положения в русской науке этого времени. Во второй половине века некоторые представители дворянской знати, правда, проявляли интерес к науке вообще и к естествознанию в частности, но обычно это были дилетанты, для которых ученые занятия являлись не профессией, а родом возвышенного и часто модного времяпрепровождения. Одни из них, вроде графа Д. П. Бутурлина или кн. Е. Р. Дашковой, собирали богатые коллекции научно интересных физических, минералогических и биологических объектов, так называемые «кабинеты натуральной истории». В их руках эти кабинеты не помогали развитию науки, но оказывались полезными для него впоследствии, попадая от своих владельцев в руки профессиональных ученых из «разночинцев». Например, богатый физический кабинет Бутурлина был куплен в 1802 году. Медико-хирургической академией и там сыграл важную роль в ра-

* Акад. изд. Соч. Ломоносова, IV, стр. 276.

** Там же, VI, стр. 2.

ботах физико-химика В. В. Петрова. Кабинет Дашковой был пожертвован в 1807 году Московскому университету и там явился пособием для преподавания. Другие из аристократических ученых второй половины XVIII века пробовали заниматься научной работой лично. Известный канцлер Бестужев-Рюмин занимался химией. Один из представителей фамилии Демидовых, П. Г. Демидов, обладатель большой научной библиотеки и целого «музея естественной истории», проявил себя во второй половине XVIII века и в начале XIX (ум. в 1821 году) работами в области математики, физики, химии, минералогии, ботаники и зоологии. Кн. А. А. Урусов издал в 1780 году «Опыт естественной истории». Один из членов фамилии Голицыных, кн. Д. А. Голицын, почитатель Вольтера и Дидро и дипломат, занимался опытами по электричеству и защищал вихревую теорию электричества и магнетизма. А. А. Мусин-Пушкин, крупный чиновник горного ведомства и камергер, известен рядом работ по химии. Один из младших членов богатой семьи Разумовских, гр. Г. К. Разумовский, выступил с многочисленными работами в области минералогии. Сколько-нибудь серьезное значение в науке второй половины XVIII века имели только немногие из аристократических ученых.

Рядовое дворянство втягивалось в науку очень неохотно, — гораздо слабее дворянской аристократии. Среди русских сотрудников Академии Наук в области, например, естествознания в рассматриваемое время не было ни одного дворянина по рождению. В Московском университете с 1755 по 1814 год среди преподавателей было несколько (4) дворян на физико-математическом факультете, еще меньше на юридическом (2) и историко-филологическом (1) и ни одного на медицинском (подсчеты мы производили по словарю профессоров и преподавателей Московского университета С. П. Шевырева).

Основной кадр профессиональных ученых второй половины XVIII века в России складывался из представителей духовенства, мещанства, вольного крестьянства и т. д., — из той смешанной категории, которую обычно обозначают именем «разночинцев». Например, в Академии Наук мы встречаем (по данным Сухомлинова) несколько «солдатских детей» из гвардейских полков (С. К. Котельников, А. П. Протасов, П. Б. Иноходцев, И. И. Лепехин), несколько «поповичей» (С. Я. Румовский, Н. П. Соколов, Н. Я. Озерцовский), одного сына «унтер-мастера» шпалерной фабрики (А. К. Кононов), одного сына придворного музыканта (В. М. Севергин) и т. д. В Московском университете (по материалам словаря Шевырева, в котором в большинстве случаев приводятся и сведения о социальном составе) за 1755–1814 годы насчитывается разночинцев среди преподавателей на физико-математическом факультете 13, на медицинском — 10, на историко-филологическом — 14,

на юридическом — 5, причем с каждым десятилетием и абсолютное число разночинцев, и процентное их отношение к общему числу преподавателей проявляли определенную тенденцию к росту.

Очень часто профессиональные ученые этой эпохи начинают свое образование в церковных школах, затем их за отличие в науках или в виду проявленного собственного желания отправляют для продолжения образования в академическую гимназию и университет и в заключение командируют за границу (Страсбург, Лейден, Берлин, Париж), где они завершают свою ученую подготовку и получают ученую степень после представления диссертации. Иногда образование заканчивается в России (так случалось в начале этой эпохи), без заграничной командировки. Обучение за границей не отрывает будущих ученых от России. Во-первых, они предварительно знакомятся с наукой в академическом университете, слушая то Ломоносова (старшее поколение), то Котельникова, Румовского, Протасова, Лепехина и др. (младшее поколение). Во-вторых, Академия заботится о том, чтобы студенты за границей не забыли родного языка и начавших складываться в России научной терминологии и научно-литературной манеры изложения мыслей. С этой целью студентов снабжают русскими книгами для их изучения, и среди этих книг обычно фигурируют разные научные труды и переводы Ломоносова. В некоторых случаях студенты до командировки за границу проходят довольно основательный практикум, участвуя в экспедициях академиков и знакомясь с русской природой (например, Соколов — в экспедиции Палласа, Озерецковский — в экспедиции Лепехина и т. д.). Возвратившись на родину после завершения научного образования или получив подготовку дома, русские ученые второй половины века редко становятся «узкими специалистами». С одной стороны, потребности страны и ее бедность учеными силами заставляют каждого ученого браться за несколько специальностей, и вовсе не всегда смежных. С другой же стороны, и уровень развития тогдашней науки допускал еще в большей степени, чем теперь, подобное соединение специальностей. Кроме разных областей естествознания, ученые того времени разрабатывают в порядке совместительства и вопросы истории, и вопросы литературы и языка, переводят классиков, участвуют в составлении словаря русского языка, оказывают содействие армии и флоту, горному ведомству и провинциальной администрации. Обо всем этом собрано много материалов в «Истории Российской Академии» Сухомлинова, в работах Пекарского (особенно о Рычкове), у Пыпина в его статьях о «Русской науке и национальном вопросе в XVIII в.» («Вестник Европы», 1884, май — июнь), у Чистовича, в «Русском биографическом словаре», в истории военных школ и т. д.

Проявления разносторонности у русских естествоиспытателей этого времени не являются чем-либо специфически-русским. Вы-

борочным путем автор настоящего очерка показал в другом месте, что среди 455 естествоиспытателей и математиков XVIII века, взятых из всех стран, ученых, работавших более чем в одной области знания, оказалось около 28%. Это приблизительно тот же процент разносторонних ученых, какой (столь же выборочным путем) устанавливается для указанной категории ученых в XVII веке*. Но несомненно, что в России процент разносторонних ученых во второй половине XVIII века был выше среднего их процента в других странах на протяжении всего XVII века. Упомянутая бедность России учеными силами является достаточным объяснением этого.

Кстати, разносторонность является в XVIII века отличием не только профессиональных русских ученых, но и ученых аристократического происхождения. Последние тоже проявляли себя в различных областях знания и порою тоже довольно далеких друг от друга.

Ученая деятельность и, в частности, разносторонность профессиональных и дилетанствующих ученых имели совершенно различный общественно-исторический смысл. Профессиональные ученые разрабатывали науку и совмещали при этом разные науки и другие области деятельности прежде всего в ответ на потребности страны и уже затем из любознательности. Аристократы не обслуживают никак потребностей русской среды, они просто удовлетворяют личным склонностям: либо ищут в занятиях науками занимательного времяпровождения, либо соблюдают требования моды.

Оттого у них нет общественных связей с родиной, они иностранцы в России и скорее чувствуют себя дома за границей. П. Г. Демидов печатает свои труды преимущественно в Германии и в Швеции. Д. А. Голицын становится председателем Иенского минералогического общества (Германия) и завещает ему свой минералогический кабинет. Г. К. Разумовский основывает в Лозанне общество физических наук, а под конец жизни переходит в протестантизм и принимает австрийское подданство. Работа, производимая этими аристократическими учеными, не оказывает почти никакого влияния на развитие науки в России. Хотя в те времена у нас было широко принято печататься на иностранных языках (главным образом на латинском языке), разночинные русские ученые находили возможность по крайней мере популяризировать науку на русском языке, участвовать в разработке русского научного языка и терминологии и т. д. Аристократические ученые пишут почти исключительно на иностранных языках и не проявляют почти никакого интереса к судьбам науки в России.

Выполняя у себя дома общественно необходимую работу, русские профессиональные ученые второй половины XVIII века постепенно

* Подробности в статье Т. И. Райнова: О типе разностороннего ученого (Социалистическая реконструкция и наука, 1934, № 10).

изживают то ощущение духовного одиночества в общественной пустоте, которое у них еще встречается в самом начале этого периода. Не случайно в 1759 году, по выражению покойного Б. Н. Меншуткина, «скончался от пьянства» молодой химик, ученик и лаборант Ломоносова В. Клементьев: он не сразу нашел достаточную поддержку своим ученым стремлениям и получил признание своих заслуг только тогда, когда затаенной алкоголизм уже вел его к преждевременной смерти*. Не случайно также талантливый биолог и врач К. И. Щепин⁵ (1728–1770), не встретив бережного к себе отношения, был исключен в 1766 году со службы опять «за непрерывное пьянство» и скоро умер, не успев развернуться**». Во второй половине 50-х годов Румовский, только что вернувшись в Петербург из заграничной командировки и обучения у Эйлера, в письмах к учителю жалуется еще на свое одиночество и на то, что он беседует только с книгой***. Так это бывало в начале нашего периода, но с годами обстановка менялась. В Академии Наук создавалась интернациональная ученая среда, в которой русские ученые могли находить отклик своим интересам. Со второй половины 60-х годов начинаются крупные ученые экспедиции, участие в которых давало удовлетворение не только научным стремлениям, но и заставляло ставить себя в связь со своей средой, ее нуждами и интересами. Например, участники академических экспедиций 1768–1774 годов обязываются делать наблюдения не только географические, геологические, биологические и этнографические, но и относящиеся к хозяйству и технике, и на этот счет они получают инструкции от соответствующих правительственных учреждений и научных организаций (часть их опубликована у Сухомлинова)****. Участие ряда русских ученых в экспедициях для наблюдения прохождения Венеры в 1769 году тоже происходило в обстановке общественного и правительственного интереса и сочувствия. Привлечение ряда русских ученых в созданную в 1783 году Российскую Академию было тоже актом общественного поощрения их деятельности, и равно было таковым и поручение им переводов, терминологических и словарных работ и т. д. Во второй половине XVIII века возникает и ряд русских научно-популярных журналов, участие в которых давало возможность русским ученым того времени обращаться к более широкой читательской аудитории, чем академическая. Все эти и подобные проявления правительственного и общественного внимания к деятельности ученых, в «абсолютном» выражении, конечно, достаточно скромные, относительно же должны расцениваться высоко

* О Клементьеве см. *Меншуткин*, 1936, стр. 352 и 448.

** *Я. Чистович*. История первых медицинских школ в России, 1883, стр. 111–117, 333–338. — Ср. *Русский биографический словарь*. Биография Щепина.

*** *М. И. Сухомлинов*. История Российской Академии, вып. II, стр. 42.

**** Там же, стр. 472–481.

как показатели возникновения общественной среды, оказывающей ободряющее действие на работу ученых.

В дальнейшем мы убедимся, что русские ученые данного времени в общем воспользовались всеми этими относительно благоприятными условиями и сделали не малый вклад в науку XVIII века. Предвосхищая здесь результат последующего нашего изложения, мы можем согласиться с тою общей оценкой русских ученых второй половины XVIII века, которую более полувека тому назад дал А. Н. Пыпин в своих упомянутых выше статьях о русской науке XVIII века: «Эти [ученые] силы были, конечно, неравномерного качества, но вообще говоря, было много людей с хорошими знаниями, с добросовестным отношением к делу, и наконец, было не мало людей с замечательными достоинствами».

Основные черты и особенности профессиональных русских ученых второй половины XVIII века те же, что и у Ломоносова: то же «разночинное» происхождение, тот же путь в науку через церковную школу, то же обучение в Академии и за границей, та же — и еще большая, чем у Ломоносова, — разносторонность деятельности, те же, можно сказать, кровные связи с потребностями родины, для удовлетворения которых Ломоносов еще больше своих преемников второй половины века работает, в частности, и над созданием русского научного языка и терминологии. Одно только существенно отличает Ломоносова от большинства его преемников: гораздо меньшее ощущение своих связей с умственной средой, во времена Ломоносова еще малочисленной, большая зависимость от капризных требований двора и придворных, при постоянной необходимости бороться за самую элементарную возможность заниматься хоть сколько-нибудь работой в области естествознания. Возможностью больших связей со своей умственной средой русские естествоиспытатели второй половины XVIII века в очень большой мере обязаны как раз Ломоносову. Он один больше кого бы то ни было в XVIII века способствовал созданию той умственной среды, в которой жили и работали его ученые преемники, он внушал этой среде сознание необходимости в естествознании, он приспособлял к ее нуждам и перерабатывал русский язык, он боролся за общественное место и достоинство ученого, и он первый показал миру пути и возможности создания русских «собственных Невтонов».

IV

Методы и проблематика естествознания

1

Для русских ученых второй половины XVIII века в большинстве случаев не возникало принципиального вопроса об отношении науки к религии, о полной независимости первой от второй. В прин-

ципе, это был для них решенный вопрос, но именно в принципе. Однако границы принципа могли пониматься различно, и тут открывалась возможность разных точек зрения. Едва ли кто сомневался в независимости науки от религии, но вряд ли многие заходили так далеко, чтобы эту независимость трактовать открыто как выражение и следствие антирелигиозной, атеистической сущности науки. По-видимому, некоторые все-таки доходили до такого взгляда. Например, Сухомлинов сообщает об академике Озерецковском, что он «слишком откровенно и свободно высказывал на лекциях свои суждения о религиозных предметах»*. «Слишком» — это относится, очевидно, не только к форме высказывания, но и к их содержанию, по-видимому, антирелигиозному. Может быть, так же были настроены и некоторые другие, но осторожность заставляла их молчать. Поэтому обычно ограничивались тезисом о независимости науки от религии в смысле права науки решать свои вопросы, не оглядываясь на религиозные догматы. Но и в этом случае последовательность проведения принципа могла быть разной.

Например, в 1762 году в популярном журнале Академии Наук «Сочинения и переводы, к пользе и увеселению служащие» была напечатана анонимная переводная статья «из Аглинского Гвардиана» под заглавием «Сравнение притягательной силы в больших телах света с оною, которая усматривается между душ человеческих». В ней проводилась мысль, что «тяжести тел не можно иным образом изъяснить, как токмо приписать оную непосредственному действию всемогущего...»**. Таким образом в науку вводилось понятие о действии бога как объяснительном факторе. Встречались, наоборот, и работы, отчетливо отрицавшие допустимость подобных объяснений. Например, в «Acta» Академии Наук за 1782 год (*pars posterior*, pp. 185–213) была напечатана статья И. Фербера, вышедшая позднее, в 1801 году, и в русском переводе под названием «Рассуждение о сравнительной древности гор и слоев, кору земного шара составляющих»***. «Поелику, — говорилось здесь, — предмет откровения выпреннее и иного рода нежели прочие человеческие познания, то не должно в оном искать изъяснений, кои к цели оно не принадлежат, о образовании земли или об астрономии, о летоисчислении или о мнимом превращении металлов...»****

Мысль многих ученых XVIII века в вопросе об отношении науки и религии становилась неуверенной и начинала колебаться между двумя только что изложенными взглядами, как только дело заходи-

* Там же, стр. 315.

** Сочинения и переводы, к пользе и увеселению служащие, 1762, август, стр. 188.

*** Академические сочинения, выбранные из первого тома Деяний Академии Наук, ч. I, СПб., 1801, стр. 270–310.

**** Там же, стр. 271–273.

ло об оценке более или менее сложных естественных структур. Здесь их подстерегала «высшая всеобщая идея естествознания» XVII–XVIII веков, «мысль о целесообразности естественных процессов»*. Она легко приводила к пользованию в науке религиозными категориями. В России во второй половине XVIII века дело иногда обстоит таким же образом. В рассматриваемом вопросе русские естествоиспытатели и люди чуждые естествознанию, но образованные, нередко оказывались единомышленниками.

Например, в «Письмах русского путешественника» Н. М. Карамзина под 1 декабря 1789 года записана беседа автора с известным швейцарским натуралистом Бонне (Боннет), написавшим, между прочим, теистически окрашенное и проникнутое телеологией «Созерцание природы» (опубликовано впервые в 1764 году). Карамзин просил у Бонне разрешения на русский перевод его сочинений. «С чего же Вы думаете начать? — спросил автор. — С созерцания природы (Contemplation de la Nature), — отвечал я, — которое по справедливости может быть названо магазином любопытнейших знаний для человека»**.

Карамзин не успел выполнить своего намерения, но через 3 года, в 1792 году, «Созерцание природы» начало выходить в другом русском переводе Ив. Виноградова, который заявил в предисловии, что, читая подлинник, «столь им пленился», что решил перевести его на русский язык. Карамзин и Виноградов не были естествоиспытателями. Но с ними в телеологическом понимании природы был согласен, например, талантливый натуралист Лепехин.

В своих примечаниях к русскому переводу «Естественной истории» Бюффона Лепехин оспаривает мнение Бюффона о совершенной недопустимости пользования «физико-телеологическими» объяснениями в науке. По мнению Лепехина, нужно следовать «естественным» объяснениям, но когда в них мы доходим до предела человеческого разумения, дальнейшие успехи познания возможны, «если при рассматривании творений и их частей будем прилагать попечения и о познании намерения (т. е. целей. — Т. Р.) бытия оных...»*** Соответственно этому Лепехин в своих «Дневных записках» иногда рассуждал о «провидении природы», о «премудрости попечительной природы» и т. п.**** Старшие коллеги Лепехина, Румовский и Котельников, тоже иногда склонялись к «физико-телеологии» в области физико-математических наук. Например, Котельников в своей работе «О равновесии сил, приложенных к телам»***** опирался

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, 6-е изд. М. 1934, стр. 89.

** Письма русского путешественника. Изд. Ключкина, 1900, стр. 218.

*** Бюффон. Естественная история, т. 6, 1801, прим. на стр. 566.

**** Подробнее см. в статье Т. И. Райнова: Русские академики второй половины XVIII в. и Бюффон (Вестник Академии Наук СССР, 1939, № 10).

***** Novi Commentarii, VIII, 1763, pp. 286–303.

на принцип наименьшего действия в редакции Мопертюи и Эйлера. При этом он не отмечает весьма ощутительной разницы между подходами Мопертюи и Эйлера к этому принципу (Мопертюи откровеннее Эйлера в телеологическом его толковании) и не оговаривает о своем несогласии с телеологическим пониманием принципа. Румовский перевел и издал без всяких оговорок и с упоминанием только своего имени (без имени автора) известные «Письма» Эйлера к немецкой принцессе*, в которых частично защищались права телеологии в естествознании и подробно излагались попытки Эйлера истолковать в религиозном духе ряд явлений.

Делая уступки теологии и телеологии в некоторых частных случаях, русские естествоиспытатели второй половины XVIII века в общем старались обходиться в науке понятиями и объяснениями «естественными», т. е. причинными. Упомянутый Лепехин все-таки считал, что в науке пользование «физическими отношениями» «неоспоримо полезно и нужно» (цитированное выше примечание к Бюффону). И в своих «Дневных записках», резюмировавших итог его знаменитой экспедиции для изучения природы и производительных сил России, и в своих специальных биологических монографиях в журналах Академии Наук Лепехин обычно придерживался именно «физических отношений». Котельников, исходя в механике равновесия из принципа наименьшего действия Мопертюи и Эйлера, в применении этого принципа несколько не интересовался его телеологическим толкованием, пользуясь им, как чисто математическим приемом для составления соответствующих уравнений. Румовский, не отмежевываясь от телеологии Эйлера в принципе, на деле старался держаться подальше от нее. Как Лепехин в своих «Записках» критиковал «теорию» библейского «потопа» в геологии, так и Румовский в своих статьях об исторических колебаниях уровня моря (в журнале «Новые ежемесячные сочинения», 1786–1787) отклонял апелляцию к авторитету Библии в этом вопросе и стремился «искренно... познать истину», оставаясь свободным «от всех предрассуждений», в том числе и религиозных. Мы увидим, что и в вопросах космогонии Румовский удерживался на этой позиции, хотя и употреблял при этом весьма осторожные в цензурном отношении выражения.

В вопросе о независимости науки от религии русские ученые второй половины XVIII века более или менее последовательно проводили линию, уже намеченную Ломоносовым. При своем убеждении, что бог есть творец «естественных уставов», «всесильный строитель и начальник природы» («Программа при начале публичного чтения на российском языке изъяснения физики», 1746), Ломоносов развил в «Прибавлении» к статье «Явление Венеры на Солнце» теорию

* Перевод вышел впервые в 1768–1774 гг.

так называемых «двух книг» — «видимой природы» и «священного писания». В этой теории отвергалось какое бы то ни было право обращаться к «писанию» для объяснения «видимой природы». И он последовательно держался этой теории на практике, лишь в виде исключения допуская «премудрость провидения» в толковании природных явлений. Эти исключения относятся у Ломоносова и к телеологическому пониманию естественных структур. Они встречаются у него, например, в работе «О светлости металлов»*, в «Слове о рождении металлов от трясения земли»** и т. п. Но у Ломоносова, как у его преемников во второй половине XVIII века, такие уступки теологии и телеологии не влияют на основное направление его специальных трудов, обычно причинно-механическое.

2

Общим местом русского естествознания всего XVIII века (как и на Западе) являлась высокая оценка значения опыта для разработки науки. Но во второй половине XVIII века в понимании опыта, в определении его отношения к другим методам, наконец в самой методике и технике проведения опытного исследования обнаружилось у нас довольно существенные расхождения взглядов и определилось несколько различных течений.

Одно из них, сравнительно далекое от деятелей цеховой науки, отражало точку зрения тех образованных, преимущественно дворянско-помещичьих, кругов, для которых природа являлась не столько предметом научного исследования и технического использования, сколько объектом досужего любования. Пренебречь этим течением для характеристики эпохи невозможно. Его представители своим отношением к «опыту» оказывали известное действие и на цеховых ученых, хотя последние в основном подчинялись в данном вопросе внушающему действию других факторов. В русской дворянско-помещичьей литературе второй половины XVIII века начало заметно усиливаться «чувство природы», интерес к ее эстетически-прекрасным сторонам, склонность к любованию ими, готовность кое-что делать для увеличения возможностей этого любования и, во всяком случае, охотно, много и красноречиво распространяться о радостях общения с «натурой». Уже в XVII веке, при царе Алексее Михайловиче, можно отметить некоторую к этому склонность. Но в первой половине XVIII века усиленное привлечение дворянства к военной службе и к иным видам государственной службы, связанное с удалением дворянина-помещика из усадьбы, значительно затормозило развитие подобных проявлений интереса к природе. Со второй половины XVIII века постепенное ослабление служебных обязанностей

* Акад. изд. соч. Ломоносова, VI, стр. 65.

** Там же, V, стр. 2–3.

дворянства содействовало возвращению части его представителей в усадьбу. Туда потянулось главным образом дворянство среднее, не настолько бедное, чтобы искать службы в городе, и не настолько вельможное, чтобы бороться за экономические и иные блага у самого кормила государственной власти. Крепостной режим, освобождая помещика от необходимости активно и непосредственно руководить хозяйством и предоставлявший все основные заботы в этом отношении крепостным и старостам, оставлял помещикам много досуга. Большинство использовало его для прожигания жизни и охоты, но некоторым этот досуг открыл возможность содержательного любования природой. В этом отношении одним из ярких примеров являлся известный А. Т. Болотов, автор знаменитых мемуаров и разнообразных сочинений на различные естественнонаучные, технические, агрономические, экономические, эстетические и тому подобные темы. Болотов украшает свое имение и имение тех, у кого он служил одно время управляющим, парками с искусственными пригорками, каскадами, мостами и т. п. затеями. Он не только читает научно-популярные книжки, но и пытается производить разные занимательные опыты и даже писать о них.

В последние десятилетия XVIII века Карамзин уже не удовлетворяется природою помещичьей усадьбы и пускается в путешествие по Европе. Этот представитель среднего русского дворянства отправился туда по дороге, уже проторенной богатыми дворянами. Упомянутые выше Разумовские, Голицыны, Демидовы и другие вельможи не только ездили по странам Западной Европы как туристы, но порою и оседали там, изучая местную природу и стараясь приобщиться к местным ученым кругам. Дворяне калибра Карамзина не имели для этого возможности и охоты. После более или менее кратковременного путешествия в чужих краях им приходилось возвращаться домой, и там у них появлялась потребность делиться с соотечественниками испытанными впечатлениями. Среди этих впечатлений видное место занимали картины природы, описанию которых тот же Карамзин уделил так много внимания в известных «Письмах русского путешественника». Исследователь «Писем» указывает, что они вызвали тогда же и в начале XIX века массу подражаний, и «в результате, перед нами целая галерея всевозможных пейзажей, написанных большею частью в стиле Карамзина»*.

В научной или, точнее, научно-популярной литературе это дворянско-помещичье течение имело свои отзвуки. Мы уже упоминали выше по другому поводу о желании Карамзина перевести в конце 80-х годов «Созерцание природы» Бонне и о действительном появ-

* В. В. Сиповский. Н. М. Карамзин, автор «Писем русского путешественника», 1899, стр. 464.

лении такого перевода в 1792 году. Как раз для читателей типа Карамзина автор «Созерцания» писал: «Я стремительно пробегаю великолепные истины, кои нам показывают величественное зрелище Вселенныя. Я тут рассуждаю о единстве оных, о ее доброте, о чудном соединении всех ее частей и о удивительной постепенности, между ими сохраняющейся, и я оканчиваю начертанием Картины Человека, его настоящего и будущего состояния...»*

Около этого же времени (в 90-х годах) из московских кругов, которые несколько раньше, в 70–80-х годах, группировались вокруг издательства Н. И. Новикова, вышел «Словарь исторический, или сокращенная библиотека», многотомная переводная энциклопедия. В томе X этого «Словаря» (1795), в статье о Ньюtone, после похвал великому ученому за то, что он заботился «изгнать из физики догадки и предположения и подвести сию науку под опыты и геометрические доказательства», содержится весьма характерный выпад против засилия «геометрических доказательств» и защита прав одного «опыта». «Ежели он, — говорится в статье о Ньюtone, — оказал великие услуги физике, соединив ее с геометрией, то надобно признаться, что сей союз или сие соединение простер он столь далеко, что оно начало уже, по-видимому, превращаться в злоупотребление, и что физика ныне сделалась почти уже совокуплением мер и чисел. В сем свирепом состоянии физика ничего не представляет юношеству, кроме скучного и несносного вида. Втечение науки совершенно алгебраической в изящные науки не может способствовать успехам в оных. Удерживая пружину воображения, оно уменьшает жар отменных дарований: трудные усилия и сухие выкладки вступают на место того энтузиазма, которой производит естественные и трогательные красоты...»

«Опыты» здесь сводятся к любованию «красотами», без участия «догадок и предположений», т. е. гипотез, и без участия «науки совершенно алгебраической». Такое эстетствующее понимание «опытов», конечно, не могло вызывать полного сочувствия со стороны тех профессиональных русских естествоиспытателей, задачей и обязанностью которых было не любование природою, а ее описание и техническое использование для нужд крепостного государства. Однако большая их группа, не проявляя столь же темпераментной антипатии к «догадкам и предположениям» и к математизации физики как в теории, так и на практике, работала без «догадок» или при слабом их участии.

В 60–70-х годах XVIII века в Академии Наук было правилом хорошего научного тона, отправляя за границу для завершения образования молодых русских ученых, внушать им уважение к физике

* Боннет. Созерцание природы..., кн. 1, 1792, «Начертание сего сочинения».

и вообще к экспериментальным наукам в духе таких западных авторитетов, как Гравезанд и его ученик Мушенбрёк*.

Это были теоретики экспериментальной науки в Голландии в первой половине и в середине XVIII века. Они и их единомышленники господствовали тогда не только у себя на родине, но имели огромный успех во всех странах Западной Европы. Объявляя себя ортодоксальными последователями и продолжателями Ньютона, голландские теоретики на деле развивали, можно сказать — раздували, только один из элементов естествознания Ньютона — его экспериментальное направление. Сам Ньютон в разное время склонялся к разному пониманию условий и границ эксперимента. Но, во всяком случае, в своих лучших произведениях он никогда не отрывал эксперимента от научной, т. е. допускающей проверку, гипотезы и от математического анализа. Напротив, Ньютон был одним из творцов классического сочетания гипотезы, эксперимента и математики в физике. Голландцы в теории тоже допускали до известной степени и гипотезу и математику, но в своей научной практике и в своих учебных руководствах они фактически ограничивались по преимуществу голым экспериментированием**.

Из произведений голландцев на русском языке в 1791 году в переводе В. Созоновича появилось «Сокращение опытной физики» Мушенбрёка (или Мушенброка). Под сильным влиянием Мушенбрёка было написано «Руководство к физике» П. Гиляровского, изданное в 1793 году. В 80-х годах в Москве в издании Н. И. Новикова выходила переводная и отчасти компилятивная энциклопедия — «Магазин натуральной истории, физики и химии» (по физическому словарию Сиго де ла Фона, по химическому словарю Макера и по словарю «натуральной истории» де Бомара). Во многих ее статьях заметно влияние голландских теоретиков эксперимента. Таким образом, рекомендуя своим питомцам голландское понимание «опыта», Академия следовала по пути, на котором у нее были в России попутчики.

Среди упомянутых выше инструкций молодым ученым, отправляемым Академией за границу, одна, сравнительно наиболее подробная и мотивированная, содержит любопытную формулировку понимания «опыта» некоторыми руководителями Академии второй половины века. Инструкция была составлена в середине 60-х годов для будущего академика Иноходцева. Автором ее является академик Браун, физик и метеоролог***.

* В биографиях русских ученых у Сухомлинова это отмечается не раз (например, III, стр. 75, 175 и др.).

** Теорию эксперимента голландцев характеризует P. Brunet. (Les physiciens hollandais et la methode experimentale en France an XVIII siecle, 1926.)

*** В латинском подлиннике напечатана Сухомлиновым (III, стр. 371–374). Русское резюме инструкции у Сухомлинова недостаточно полно (II, стр. 174–176).

Предназначая Иноходцева для изучения физико-математических наук вообще, инструкция первое место в этом изучении отводит «экспериментальной физике». Она объявляется «фундаментом и основанием всей физической теории». Без экспериментальной физики, прибавляет Браун, теоретическая физика грозит превратиться в праздные спекуляции, домыслы и грезы, т. е. (поясняет инструкция) спуститься до уровня, на котором находилась физика в древности и в эпоху средневековой схоластики. Тогда не были известны экспериментальная физика и необходимые для эксперимента приборы и инструменты, в изобилии изобретенные в новое время.

Для усвоения экспериментальной физики, указывает Браун, нужно овладеть соответствующим искусством и навыком. С их помощью изучающий экспериментальную физику научится отличать «истинный и подлинный» опыт от случайных и разрозненных опытных впечатлений (*experientias veras et genuinas a spuriiis... discernendi*). От ошибок в этом отношении не свободны и опытные ученые. Чтобы научиться делать опыты правильно, в экспериментальном деле нужно постоянное упражнение, ибо соответствующее «искусство и навык», как и всякий навык, приобретается только таким путем. Необходимо также и соблюдение всяческой осторожности как при выполнении наблюдений, так и при производстве собственно экспериментов.

Весьма характерно, что Браун, отлично зная, что опыты могут быть и «истинными» и «случайными», для обеспечения первых не рекомендует ничего, кроме «искусства и навыка». Не отвергая, как увидим, вспомогательного значения некоторых теоретических наук, Браун все же отказывает экспериментатору в каких бы то ни было теоретических руководящих принципах, которые позволили бы ему разбираться в слепых показаниях опыта. Этот голый, поистине «ползучий» эмпиризм Брауна шел даже дальше общих установок голландских теоретиков «опыта». Они все-таки понимали, хотя бы в принципе, эвристическое значение вероятных допущений или гипотез, требуя их проверки путем последующего опыта. Впрочем, особенного доверия к теоретическим принципам, даже гипотетическим, голландские физики не обнаруживали, «в конкретных случаях, когда только определенные теоретические установки могли бы направить работу ученого в правильное русло, они в конце концов отказывались от теории. Например совершенно в духе «ползучего эмпиризма» Брауна Мушенбрёк в упомянутом русском переводе «Сокращения опытной физики» (1791) писал по вопросу о природе силы, что здесь «мы должны довольствоваться действиями, подверженными нашим чувствам» (стр. 38). И вообще по поводу общей теории Мушенбрёк указывал, что «свойств никогда не можно столь ясно узнать, чтоб можно было доказать, что они истекают из некоторой установленной философами природы...» (стр. 22).

Возвращаемся к инструкции Брауна. После указаний на решающее значение голого опыта в физике Браун переходит к советам об усвоении других наук. Он рекомендует соединять (*conjugi potest*) изучение экспериментальной физики с прикладной математикой. Под последнюю он понимает некоторые отделы физики, в которых применяется чистая математика. Оговариваясь, что не все разделы экспериментальной физики допускают такое применение, Браун перечисляет области, где оно осуществлено, в таком составе: аэрометрия, гидростатика и гидравлика гидродинамика, оптика с катоптрикой и диоптрикой, статика, механика и астрономия, в первую очередь — физическая.

По-видимому, Браун, как позднее издатели «Словаря исторического», боялся — говоря языком «Словаря» — «втечения науки совершенно алгебраической» в физику. Во избежание этого, он советует отличать в прикладной математике «принципы физические от чисто математических» и не смешивать границы этих наук. Ибо, поясняет Браун, математика лишь постольку рассматривает тела, поскольку в них есть количественное и зависящее от количества. Исчисленения же качества не существует. Браун не входит в дальнейшее определение того, что же собственно является количественным в телах и где начинается область чистого качества. Однако он, очевидно, не сомневался, что качество резко, определенно и постоянным образом отличается и отделяется от количества. Потому-то он ссылается как бы на аксиому, что *calculus qualitatum non datur*.

Для завершения изучения физики Браун советует Иноходцеву заняться теоретической или догматической физикой. Но предварительно, указывает он, нужно овладеть экспериментальной физикой и прикладной математикой (в отмеченном выше смысле). Из них-то и почерпает теоретическая физика свои принципы. Чем опытнее физик в экспериментальной физике и прикладной математике, тем успешнее он будет разрабатывать физику теоретическую. Впрочем, Браун советует будущему ученому физику не упускать из виду и чистой математики, но как и насколько она нужна для физики — подробнее не указывает. Совет этот выражен лаконично и как-то попутно, — по всему видно, что он не отражал основных интересов Брауна.

Немного больше говорит Браун о необходимости для физика изучать «естественную историю» и химию. Первая может подкрепить физику содержащимися в ней различными наблюдениями. Нужна и химия. Она заслуживает внимания как специальная часть экспериментальной и теоретической физики. В заключение Браун рекомендует читать специальную литературу, в частности — журнальную. В перечне этой литературы одинаково характерно и то, что названо, и то, что опущено. Кроме учебников второстепенных

авторов XVIII века (Крафт, Сегнер, Эбергардт, Зукков и Коллет), упоминаются специальные труды, из которых главными являются труды Гравезанда, Мушенбрёка, Дезагилье «и другие». Среди этих «других», очевидно не представляющих для Брауна главного интереса, мы можем понимать и всех творцов математической физики, начиная с Гюйгенса, Ньютона, Иоганна и Даниила Бернулли, Эйлера, Даламбера и др. Но ни одна из этих звезд первой величины не упомянута Брауном в перечне рекомендуемой литературы. В этом отношении он опять оказывается консервативнее даже Мушенбрёка. Последний, издав в 1731 году латинский перевод описания опытов знаменитой в XVII веке Флорентинской Академии («*Tentamen experimentorum naturalium in Academia Cimento*»), в предисловии к переводу рекомендовал ученым, в дополнение к голому флорентинскому описанию экспериментов, читать еще Бойля, Гюйгенса, Гауксби, Дезагилье, Ньютона, Гравезанда и Дерхэма. Для Мушенбрёка в 1731 году не существовало еще многих работ в области математической физики, появившихся после 1731 года, но по крайней мере он не забыл о Гюйгенсе и Ньюtone.» Впрочем, руководимый в глубине души тем же нерасположением к математической физике, что и Браун, он все-таки не счел нужным хотя бы упомянуть о важных работах И. Бернулли в этой области, уже существовавших к 1731 году.

Инструктивные указания Брауна отвечали фактическому направлению интересов целого ряда русских ученых второй половины XVIII века. Это доказывается не только упомянутыми выше данными, но и существованием ряда специальных работ в духе методологии Брауна, с разными степенями чистоты и последовательности. Оставляя в стороне работы ученых иностранного происхождения, сложившихся еще до приезда в Россию (Браун, Эпинус и др.), ограничимся преимущественно русскими работами и работами иностранцев, ставших самостоятельными учеными уже в России.

Самым печальным примером того, как культивирование «чистого» эксперимента без «гипотез» и математического аппарата могло складываться в русской «цеховой» науке второй половины XVIII века, являются работы московского физика П. Страхова. По разным, частью от него не зависевшим причинам (московский пожар 1812 года и т. п.) Страхов не оставил нам никакой печатной и даже, по-видимому, рукописной продукции. Но из его биографии, напечатанной в словаре профессоров Московского университета, известно, что он занимался опытами, вроде следующего. Желая установить, испаряется ли ртуть в обычных атмосферных условиях, Страхов налил в блюде некоторое количество ртути и затем в течение... 20 лет «наблюдал», уменьшилось ли количество ртути. Такое максимальное устранение элементов искусственного опыта, или эксперимента в узком смысле, и такая пассивность «исследующей» (скорее ожидающей) мысли не могли, конечно, привести

к чему-либо в эпоху, когда в естествознании применялся уже весьма активный эксперимент. В нашей науке второй половины XVIII века существовали, впрочем, ученые, ставившие чрезвычайно активно настоящие эксперименты, однако едва ли с большим, чем у Страхова, участием теоретической мысли.

К ним принадлежал, например, химик Т. Ловиц, автор многочисленных экспериментальных работ, печатавшихся в 80–90-х годах в специальных журналах Академии Наук. Ловиц занимался довольно разнообразными вопросами химии, проявляя большую настойчивость и экспериментальную ловкость в духе инструкции Брауна. Браун был бы совершенно удовлетворен проявлением «искусства и навыка» в химических опытах Ловица.

Примером его работ может служить вышедшее в 1793 году исследование*: «Methodus nova acetum concentrandi, ejusque acidum ad formam solidam cristallinam absque omni mixtione perducendi». Ловиц производил многочисленные опыты в течение целого ряда лет для получения чистого и крепкого уксуса путем повторного охлаждения и дистилляции с прибавлением древесно-угольного порошка. Опыты увенчались успехом, причем Ловиц выделил и кристаллы уксусной кислоты. В своей работе он описывал некоторые физические свойства этих кристаллов, приводя в минимуме и соответствующие количественные данные (удельный вес кристаллов, температура, при которой они сохраняются в твердом состоянии, и т. п.). В продолжении этой работы**, напечатанной в следующем 1794 году, Ловиц дает описание опытов для получения кристаллов уксусной кислоты. Таких опытов он приводит 32, упорно добиваясь выработки наиболее простых и эффективных методов. Свидетельствуя о большой тщательности и экспериментальном искусстве Ловица, и эта его работа, как другие, лишена каких бы то ни было теоретических идей и выводов. Эксперименты ставятся как бы в теоретической темноте и ощупью, в уверенности, что, повторяя и варьируя их, можно получить научно-ценный результат.

Напав, например, на древесный уголь как средство для очистки уксусной кислоты, Ловиц переносит соответствующий прием и в работу по очистке зловонной воды***. Добившись кристаллизации уксусной кислоты, Ловиц переходит затем к кристаллизации разных легкорастворимых солей****. Далее его внимание привлекают методы получения искусственного холода с помощью разных охлаждающих смесей, и он тщательно и подробно составляет и проверяет эффективность различных рецептов в этом отношении*****. Во всех этих

* Nova Acta pro a. 1789, VII, p. 339 и сл.

** Там же, pro a. 1790, VIII, p. 316.

*** Там же, pro a. 1792, X, p. 187.

**** Там же, XI, p. 271.

***** Там же, XII, p. 275.

и других подобных экспериментальных работах Ловиц не проявляет ни малейшего интереса к теоретической ценности получаемых результатов, и ни откуда не видно, чтобы он ждал от них чего-либо большего, чем практическая, техническая польза. В этой области работы Ловица имели несомненную ценность. Они получили и некоторое теоретическое значение в соответствующих областях химии, но это обнаружилось лишь впоследствии, когда химики с более явными и определенными теоретическими запросами учли и теоретически осмыслили результаты опытов Ловица. Сам Ловиц в этой работе не участвовал.

Менее плодовитым в производстве экспериментов, но несколько более заинтересованным в том, чтобы эксперименты давали ответ на определенный теоретический вопрос, был другой русский химик Н. П. Соколов. Он заканчивал свое специальное физико-химическое образование, между прочим, в Лейдене, у проф. Аламана (Allamand), который был, как свидетельствует Соколов, учеником и последователем одного из основателей голландской школы физиков Гравезанда*. Вернувшись в Россию, Соколов выполнил несколько химических работ. Примером их может служить исследование: «De tractatione metallorum cum sulfure»**. Соколов поставил себе определенную теоретическую задачу — проследить действие «сил серы» на растворенные металлы, т. е. выяснить, какие изменения происходят с металлами благодаря этому действию и каковы их причины. С этой целью Соколов рассматривает ряд металлов, ставя относительно некоторых из них собственные опыты. Опыты эти обычно не анализируются Соколовым с точки зрения какой-либо общей теоретической концепции и не ставят себе целью проверку тех или других принципиальных идей на экспериментальном материале. Но иногда Соколов делает попытки такого анализа. В таких случаях он предлагает свои теоретические объяснения. О характере их можно судить, например, из следующего образца. Говоря о действии серы на железо, Соколов указывает, что между ними существует сильное химическое сродство. Сера и железо, предполагает он, составлены из крупных молекул и потому при сближении касаются друг друга на большой поверхности. В присутствии воды оба тела быстро начинают поэтому взаимодействовать друг с другом и растворяться с выделением теплоты. До сих пор объяснение, как видим, идет на молекулярно-механической базе. Дальше Соколов прибегает к понятию флогистона, характерному для химии до Лавуазье. Соколов указывает, что выделяющаяся из раствора

* См. письмо Соколова из Страсбурга от 6 апреля 1766 г. в книге: Ученая корреспонденция Академии Наук XVIII в.... Составила И. И. Любименко. М.—Л., 1937, стр. 458.

** Acta pro a. 1782, pars prior, p. 193.

теплота или огонь возникают благодаря «серному флогистону», который освобождается из серы под действием железной земли. Из железа при этом получается «упругий флюид», отделяемый от металлической основы серной кислотой. Из этой кислоты и железной земли образуется купорос. Флюид же, соединяясь с серным флогистоном, дает упругое пламя, или огонь.

Комбинация молекулярно-механической концепции с флогистоном, допущенная Соколовым, свидетельствует о малой теоретической требовательности Соколова, об отсутствии вкуса к последовательному проведению какого-либо определенного теоретического принципа. К тому же апелляция к флогистону вовсе не была исторической необходимостью в 1782 году. Самый опыт, касающийся взаимодействия серы с железом в присутствии воды и с образованием огня, имел к этому времени почтенную давность. Он был выполнен еще Лемери в 1700 году и получил вследствие этого название «вулкана Лемери»*. Объяснение «вулкана» путем сочетания молекулярно-механических и флогистических представлений тоже не оригинально и принадлежит еще Шталю (начало и конец половины XVIII века), с тем отличием, впрочем, что, по Шталю, механическую роль играют не молекулы железа и серы, а частицы самого флогистона. Соколов мог бы воспользоваться в 1782 году работами Лавуазье, который с 1777 года доказывал, что сера поглощает не флогистон, а кислород, и отсюда получается затем образование теплоты и огня. Однако Соколов не упоминает о работах Лавуазье, хотя, вероятно, знал о них, поскольку мемуары Лавуазье публиковались в широко распространенных и тогда трудах Парижской Академии Наук. Очевидно, Соколов принадлежал в 1782 году (и даже в 1786 году, когда фактически вышел том «Актов» Петербургской Академии Наук, содержащий работу Соколова) к числу тех теоретических консервативных химиков, которые либо не понимали значения открытий Лавуазье, либо активно им сопротивлялись. Во всяком случае, уровень экспериментальной методологии Соколова в рассмотренной его работе, характеризуясь некоторым интересом к теоретическому осмыслению эксперимента, в то же время отмечен неумением выбирать и последовательно проверять определенные теоретические концепции при истолковании результатов эксперимента.

Несравненно активнее, глубже и тоньше Соколова понимал и применял эксперимент другой русский химик и физик, В. В. Петров, начавший свои работы в 90-х годах XVIII века и продолжавший их в начале XIX века. Он писал о себе в 1801 году, как о «природном россианине, не имевшем случая пользоваться изустным

* Историю вопроса о «вулкане Лемери» до Соколова см., например: Корр. Geschichte d. Chemie, III, 1845, SS. 138, 146, 155 и сл.; IV, S. 148 и др. — Ср. Jagnaux. Histoire de la Chimie, II, p. 280.

учением иностранных профессоров физики»*. Но в иностранной физической и химической литературе XVII–XVIII веков он был очень начитан, зная, в частности, и работы голландских физиков.

В своем «Собрании физико-химических новых опытов и наблюдений» Петров заявляет себя сторонником антифлогистической теории Лавуазье. Для проверки этой теории он и поставил ряд специальных экспериментов. Пораженный на всю жизнь открытием роли кислорода в процессах горения, Петров проверяет, горят ли в «безвоздушном месте», под колоколом насоса, «все горючие многочисленные твердые тела, наипаче прозябаемого и животного царств». Он старается также установить невоспламеняемость ряда других горючих веществ в отсутствие воздуха и невозможность образования кислот и металлических известей в тех же условиях. При постановке и выполнении всех этих экспериментов Петров ведет себя весьма активно и осторожно. Он принимает меры для эвакуации воздуха из колокола, для предупреждения последующего проникновения воздуха под колокол, для исключения воздуха, могущего содержаться в «скважинах» подопытных тел, и т. д. Наблюдения Петров ведет, пользуясь не только показанием органов чувств, но и особыми приборами. Например, он выписывает из Англии ряд приборов и конструирует собственный прибор для обеспечения горения «многочисленных тел в совершенном или торрицелиевом безвоздушном месте». Петров подробно описывает весь ход опытов, отмечая, из каких данных он делал те или другие выводы, что он видел и чего не видел и т. д.

Во всем этом Петров обнаруживает себя мастером эксперимента. В частности, о мастерстве Петрова говорит и то, что свои многочисленные эксперименты он проводил для проверки одной отчетливой и относительно простой гипотезы — о роли «кислотворного вещества» в явлениях горения. Хотя с нашей современной точки зрения не все опыты Петрова в равной мере, с одинаковой «чистотой» говорят в пользу этой гипотезы, видно все же стремление Петрова организовать эти опыты так, чтобы они прямо и непосредственно отвечали на поставленный вопрос. Если сравнить методику Петрова в этом отношении с методикой Соколова, в которой объяснительная гипотеза, проверяемая, например, опытом с «вулканом Лемери», образована из сложного клубка идеи разного происхождения и теоретического смысла, преимущества экспериментальной методики Петрова выступают с полной очевидностью.

На таком же высоком уровне стоит эта методика и в другой работе Петрова — «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах...» (СПб., 1803). Устроив для своих опытов специальную батарею, Петров

* Собрание физико-химических опытов и наблюдений., т. I. СПб, 1801, стр. XXVIII.

с большой подробностью и тщательностью описывает, как изготовить это экспериментальное средство. В этом внимании к средствам эксперимента, в этой заботливости о том, чтобы все условия опыта, зависящие от характера употребленной батареи, выступили наперед с полною ясностью и определенностью, сказывается полное понимание «искусственности» эксперимента, сознание того, что эксперимент искусственно выделяет из явлений природы определенный комплекс условий и дает возможность следить за их действием. Употребив свою батарею для разложения («разрешения») воды, Петров опять подробно и тщательно описывает ту стеклянную трубку с разными к ней приспособлениями, в которой он производил разложение. Желая выяснить точнее, в каких именно физических условиях происходит разложение воды, Петров с большою изобретательностью варьирует эти условия и следит за их эффектом, стремясь нащупать эмпирически границы изучаемого явления. Равным образом обнаруживается высокий уровень экспериментальной методики Петрова и в присущем ему интересе к изучению всех возможных действий изолированного им явления. Он не удовлетворяется разложением одной воды под действием своей «гальвани-вольтовой» батареи, а подвергает исследованию ее действие на разные тела — на атмосферный воздух, на животных, на свечение ряда веществ и т. д. Получив ранее кого бы то ни было то, что потом было названо вольтовой дугой, и хорошо описав ее в «Известии о Гальвани-Вольтовских опытах» (стр. 163–164), Петров тотчас же обращается к изучению ее физических и химических действий, ставя опыты с расплавлением металлов в пламени дуги, сжигая в нем в безвоздушном пространстве разные органические вещества и т. д.

Нужно, однако, заметить, что великолепная экспериментальная методика Петрова не выходит, как правило, за границу более или менее «качественных» опытов. Изучает ли он условия горения или действие гальванической батареи и вольтовой дуги, он стремится установить только некоторое «качество» явлений, не ставя себе целью открытие каких-либо количественных закономерностей. Указывая в ряде случаев количественные условия явлений, например температурные условия разложения воды, Петров привлекает эти условия только для оконтуривания тех границ, в которых наблюдается процесс разложения, не спрашивая о том, не характеризуется ли последний какими-либо количественными показателями. Для экспериментальной методологии Петрова характерно также и то, что он обходится минимумом теоретических представлений, не стремясь при этом детально и систематически их разрабатывать и извлекать из них весь возможный объяснительный эффект. В первой работе Петрова (1801) о роли кислорода в горении исходной является гипотеза, что горение не происходит без участия «кислотворного вещества». Сделав многочисленные усилия для проверки этой

гипотезы, Петров, однако, удовлетворился только общим установлением факта, общим констатированием того, что действительно без кислорода не бывает горения. Но он не спрашивает, в чем собственно заключается роль кислорода при этом, каков механизм вызываемых им действий. Это тем характернее, что открытие кислорода Лавуазье и другими произвело на Петрова исключительно сильное впечатление. Оно, если можно так выразиться, раз навсегда «настроило», организовало мысль Петрова, придав ей характер моноидейной структуры. Ко всему Петров стал подходить с точки зрения действия кислорода, и он так был убежден во всеильности этого действия, что, описав в «Известиях о Гальвани-Вольтовских опытах» разнообразные явления электролиза и действия вольтовой дуги, он считал само собою разумеющимся, что и тут дело в кислороде. Однако у него не возникло побуждения разработать эту гипотезу и действительно вскрыть действие кислорода в новой области. Он ограничился только упоминанием о своей догадке в одном-единственном придаточном предложении: «Поелику все, может быть, явления, зависящие от Гальвани-Вольтовской жидкости, суть следствия соединения кислородного вещества (оxygenium), одной составной части всех кислот и атмосферного воздуха, с металлами и другими окисляющимися телами...»* В слабости «методического сознания» Петрова в этом пункте сказывается его сродство с несравненно менее крупным ученым, химиком Соколовым, который, как мы отметили, тоже не видел необходимости, высказав теоретическую догадку, так разработать и развить ее, чтобы извлечь из нее все возможные следствия и сравнить их с результатами опыта.

Не следует думать, что эта слабость является следствием несовершенства полученного Петровым образования, т. е. того, что он — как мы напоминали — не имел случая «пользоваться изустным учением иностранных профессоров физики». Во-первых, он достаточно хорошо знал это «учение» из литературы. Во-вторых, учившийся за границей Соколов оказывается не сильнее Петрова в разработке теоретических объяснений. Наконец, иностранцы, работавшие в России во времена Соколова и Петрова, стояли нередко на таком же и даже гораздо более низком уровне теоретической требовательности. Примером последнего является одна любопытная работа академика И. Г. Георги.

В 1770-х годах на фрегате «Мария» вспыхнул пожар, который, по мнению Адмиралтейства и Екатерины II, мог быть приписан самовоспламенению сажи (в копоту), вследствие ее соединения с находившимся на корабле вареным конопляным маслом. Когда вице-президент Адмиралтейства гр. И. Г. Чернышев обратился по этому

* В. В. Петров. Известия о Гальвани-Вольтовских опытах. СПб., 1802, стр. 29–30.

вопросу в Академию Наук, требуя ее заключения о возможной причине упомянутого пожара, Академия поручила составление заключения академику Георги. Последний посвятил этому вопросу две статьи, в которых изложил десятки опытов, поставленных им для выяснения самовоспламенения сажи от соприкосновения с вареным конопляным маслом*. Несмотря на то что почти все опыты Георги дали отрицательный или неопределенный результат, Георги в своей первой статье поспешил объявить догадку адмиралтейских властей «важным открытием» в физике, химии и экономике** и тут же попробовал обосновать эту догадку с точки зрения принципов флогистической химии. Данное ученым-химиком объяснение носит совершенно суммарный и голословный характер, особенно ярко выступающий на фоне того, что, в сущности, и самого-то объясняемого явления автор не обнаружил. Во второй своей статье Георги должен был признаться***, что обильные дополнительные опыты, поставленные им, не дали положительного результата, что действительно и подтверждается приложенной таблицей этих результатов по каждому эксперименту отдельно. Георги обнаружил в этом случае не большую требовательность к теоретическому объяснению эксперимента, чем Соколов и Петров после него, оставшись несравненно ниже их в умении считаться с непосредственными данными опыта.

Страховым, Ловицем, Соколовым, Петровым и Георги далеко не ограничивается число русских естествоиспытателей второй половины XVIII века, в своей экспериментальной практике стоявших на позициях, более или менее близких к экспериментальной методологии, формулированной Брауном в 60-х годах этого века и находившейся, в свою очередь, в связи с некоторыми принципами экспериментальной методологии голландской школы физиков. Мы, однако, ограничиваемся здесь только приведенными примерами, которых достаточно для подтверждения нашей мысли, что во второй половине XVIII века, наряду с тенденциями превратить экспериментальную науку в бестеоретическое и не опосредствованное математикой созерцание и любование явлениями природы, существовало и другое, более серьезное течение, представители которого с большим или меньшим искусством культивировали настоящий эксперимент, не проявляя, однако, интереса к теоретической разработке смысла экспериментальных результатов и обычно не прибегая в значительной степени к математическим и даже просто к сколько-нибудь сложным количественным средствам и приемам анализа и истолкования данных эксперимента. Для завершения общей

* Письмо Чернышева и две статьи Георги напечатаны в «Acta» за 1779 г., pars prior, pp. 3–18 и 19–63.

** Там же, стр. 47.

*** Там же, стр. 56.

характеристики существовавших тогда научных течений в области экспериментальной науки, нам остается отметить группу ученых, пытавшихся пользоваться в интересах естествознания средствами математического исследования.

3

При этом мы с самого же начала исключим из рассмотрения таких ученых, как Л. Эйлер, Д. Бернулли, Крафт, Рихман и др., принадлежавших, во-первых, к поколению не преемников Ломоносова, а его современников и даже отчасти — учителей, и сложившихся, во-вторых, по большей части не в России. Они (за вычетом Рихмана) приехали в Россию, не только получив за границей научное образование, но и усвоив уже всю методологию научного исследования. Эту методологию они затем применяли и в России, приспособляя ее к тем требованиям, которые предъявляла к ним русская среда характерным для этой среды родом приспособления, к которому она их вынуждала. Ученые названного типа гораздо меньше принадлежат русской среде, чем более молодое поколение ученых, сложившихся как самостоятельные ученые уже в России. Хотя одни из них были по своему происхождению иностранцами, а другие, родившись в России, доучивались за границей, однако и те и другие складывались под определяющим действием русских условий. Например, такие ученые, как географ, геолог и биолог Паллас или астроном Лексель, иностранцы по происхождению, приехав в Россию в молодости, либо резко изменили характер своих интересов в русской обстановке (Паллас), либо впервые выросли в ученых крупного калибра, работая в русской среде (Лексель). Такие же русские, по месту рождения, ученые, как Котельников, Румовский, Лепехин и др., завершив свое образование за границей, всю жизнь работали в России, отвечая своей научной деятельностью на запросы русской среды и содействуя прежде всего ее научному росту и развитию.

Если мы можем, таким образом, исключить из рассмотрения в обзоре русского естествознания второй половины XVIII века ученых вроде Л. Эйлера, Д. Бернулли и т. п., мы должны в то же время отметить мощное влияние «эйлеризма» в русском естествознании этой эпохи.

Под «эйлеризмом» в естествознании мы разумеем определенное направление, всего отчетливее выраженное в ученой деятельности Л. Эйлера, но характерное и для ряда других ученых. Это направление можно определить тенденцией ставить и решать некоторые вопросы естествознания средствами одного математического исследования. И. Бернулли, за ним Л. Эйлер, в значительной степени Д. Бернулли, далее Даламбер, Лагранж и др., разрабатывая после Ньютона и Гюйгенса вопросы теоретической и даже иногда прикладной механики и теоретической физики, в отличие от Ньютона

и Гюйгенса, сочетавших в теоретическом естествознании математические приемы с экспериментом, обычно уклонялись от непосредственного участия в экспериментальной работе. Они обычно лишь принимали ее к сведению, иногда отправлялись от ее результатов, но и в том и в другом случае так формулировали результаты эксперимента, так преобразовывали их, что объектом исследования становились некоторые абстрактные и идеализированные предметы — точечные массы, материальные системы как упругие тела и средины, идеальные математические маятники, условные математические упругие пластинки или струны, механические колебания идеализированных твердых, жидких или газообразных сред и т. п. Механику и отчасти физику этих идеализированных объектов представители «эйлеризма» изучали с помощью средств математического анализа и, в частности, с помощью методов вариационного исчисления, созданных преимущественно Эйлером и Лагранжем. Получаемые ими результаты не имели обычно непосредственной экспериментальной, тем более прикладной, технической ценности. Но как идеализированные приближения к экспериментальной и технически-утилизируемой действительности результаты работ «эйлеристов» являлись в последующем могущественным средством анализа физической действительности. Этот анализ, сочетаемый с данными эксперимента, позволил позднее осложнять, дополнять и исправлять понятия, приемы и фактические связи, намеченные «эйлеристами». Объективно-реальной необходимости в характерном для «эйлеристов» методическом (не принципиальном) отрыве собственно математической фазы исследования от экспериментальной не было. Но условия разработки теоретического естествознания в XVIII веке после Ньютона сложились (по разным историческим причинам, о которых мы здесь говорить не можем) так, что такой отрыв возник и поддерживался довольно долгое время и после XVIII века. А в наши дни он стал даже возводиться некоторыми в принцип во имя якобы всеисильности математического анализа (Эддингтон и др.).

В одной только области применения математических методов в естествознании этот отрыв еще не давал себя чувствовать как отрыв в течение XVIII века и доброй доли XIX века — в теоретической астрономии или небесной механике. Малая доступность физических и химических методов исследования при изучении небесных тел в XVIII веке и долгое время спустя и наличие резко выраженной макромеханической стороны в движениях этих тел дали возможность и даже обусловили неизбежность применения к ним методов математического анализа без учета данных экспериментальных физико-химических наук. В области небесной механики «эйлеризм» праздновал в XVIII веке свои величайшие триумфы. На базе принципов теоретической механики и накопившихся позиционных наблюдений Эйлер, Лагранж, Лаплас и др. построили ту клас-

сическую небесную механику, в которую успехи собственно экспериментальной науки заставили вносить существенные поправки только с 60–70-х годов XIX века (работы В. Томсона, Д. Дарвина, Ляпунова и др.).

Благодаря непосредственному участию в работах русской Академии Наук таких руководящих «эйлеристов», как сам Эйлер и Д. Бернулли (не бывший, впрочем, чистым представителем «эйлеризма», благодаря, например, экспериментальным элементам «Гидродинамики»), Академия сделалась одним из главных рассадников «эйлеризма» во всем мире.

Естественно, что и среди молодых русских ученых второй половины XVIII века эйлеризм должен был найти последователей, тем более что некоторые из них (как Котельников, Румовский и Головин) являлись и буквально непосредственно учениками Эйлера.

Среди этих ученых Котельников не только применял методологию «эйлеризма» в своей научно-исследовательской практике, но и пробовал формулировать некоторые ее принципы. В своем «Слове о пользе упражнения в чистых математических рассуждениях» (1761) Котельников, пропагандируя необходимость занятий математикой, указывал, что только она приводит к полному, идеальному знанию в области естественных наук. В противоположность Брауну и его единомышленникам, Котельников выдвигал на первый план математическое объяснение явлений, считая, что все остальные методы познания являются только ступенями к достижению математического понимания природы. «Три степени познания вещей поставляют философа: исторической, философической и математической. Откуда видно, что математической есть последний, поколику его в последнем месте поставляют, то есть такой, которой совершает первые два... Философическое знание, кольми паче историческое, без математического не важно ни мало, ибо во многих случаях может быть ложно. Понеже совершенное вещей знание в том состоит, что бы показать подлинные причины перемен, которые производят в них силы действия природы, а после усмотреть в том и собственную свою пользу. Ибо все учение наше физическое состоит в изображении природы. Для того не довольно знать философу, что какие вещь какая перемены имеет и для каких причин (это — максимум, отвечающий инструкции Брауна. — *T. P.*), но должно измерять и подлинно доказать, что показанные им причины могут произвести оные перемены»*. Подчеркнутые слова выражают тот идеал дедуктивно-математической науки, который отвечал практике эйлеризма в естествознании, хотя и не полно в нем отображался, поскольку эйлеристы, по большей части, как замечено выше, ограничивались

* С. Котельников. Слово о пользе упражнения в чистых математических науках. СПб., 1761, стр. 15–16.

математическим исследованием и дедукцией только более или менее идеализированных «обобщенных» объектов и явлений природы.

Иллюстрацией того, как Котельников проводил на практике рекомендованную им методологию, являются два его исследования. Одно относится к теоретической механике и представляет собою решение задачи о равновесии сил, приложенных к твердым телам (точкам)*. Как уже поминалось выше в другой связи, Котельников исходил из принципа наименьшего действия Мопертюи, который он считал бесспорным после того, как Эйлер разработал его в связи с открытием им начал вариационного исчисления. Формулируя принцип (как делается часто и теперь) в виде правила, по которому «сумма действия всех сил, приложенных к точке, должна быть минимальной, если силы находятся в равновесии»**, Котельников выражает действие каждой силы ее моментом. Руководясь этим принципом, Котельников желает пойти дальше своих предшественников, которые ограничивались обычно небольшим числом действующих сил, и составляет уравнения для действия неопределенного числа сил в условиях равновесия.

Другая работа Котельникова относится к геометрической оптике и посвящена анализу образования радуги***. Исходя из установленных еще Декартом и Ньютоном общих условий возникновения этого явления, Котельников, конечно, до известной степени опирается тем самым и на результат экспериментальной физики. Но он берет этот результат в идеализированной форме и рассуждает чисто геометрически о водяных каплях, о солнечных лучах вообще и лучах, отвечающих разным цветам в частности, об их путях, отражениях и т. д. Он, как обычно, обращает внимание на то, что пучок солнечных лучей, проникнув в каплю, испытывает в ней ряд внутренних отражений. Выйдя затем из капли, лишь те из этих лучей принимают участие в образовании радуги, которые сходятся в глазу наблюдателя в данном месте параллельным пучком. Нужно различать, кроме того, лучи, отразившиеся в каплях однажды, дважды и т. д., причем одни капли дают для наблюдателя в данном месте лучи, лишь однажды отраженные, другие — лучи, дважды отраженные, и т. д. Наконец, нужно учитывать и то, что лучи, отвечающие различным цветам, испытывают в каплях различные отражения, вследствие чего разные капли отражают лучи разных цветов, которые ложатся в радуге в известном порядке. В итоге главная радуга образуется лучами, отраженными в каплях один раз и потому наиболее яркими. Вторичная радуга складывается из лучей, испытавших в каплях двойное внутреннее отражение. Котельников

* *Novi Commentarii*, VIII, 1783, pp. 286–303.

** Там же, стр. 287.

*** Там же, VII, 1761, pp. 252–276; резюме стр. 20–22.

пробует применять к нахождению условий образования радуги метод максимумов и минимумов, и хотя вся его конструкция радуги с нашей современной точки зрения страдает целым рядом дефектов, нужно считать, что в общем Котельников для своего времени поставил и решил задачу удовлетворительно. Современная, более точная математическая теория радуги с учетом большой экспериментальной сложности этого явления была разработана лишь во второй половине XIX века.

В таком же «эйлеристском» духе и более поздняя работа племянника Ломоносова — М. Е. Головина, на тему о звуковых колебаниях стеклянных бокалов*. Исходной точкой для этого исследования Головина послужил ранний мемуар Эйлера о колебании упругих пластинок. Головин рассматривает бокал как такую пластинку, циркулярно свернутую, не подверженную действию каких-либо элементарных сил и обладающую постоянной упругостью. Она может колебаться наподобие простого маятника. Головин стремился определить закон звуковых колебаний подобной пластинки и установил чисто математическим путем, что эти колебания находятся в определенной зависимости от радиуса бокала. Тема работы Головина касалась спорного вопроса. Об этом вопросе Лексель поместил в том же томе «Acta» исследование, в котором он существенно разошелся с некоторыми формулами Эйлера, бывшими исходными точками для Головина**. Головин на эту работу Лекселя не реагировал и скоро вообще оставил научно-исследовательскую профессию.

Как замечено выше, «эйлеризм» достигал особенно больших успехов в теоретической астрономии, в небесной механике. На русской почве это правило тоже подтвердилось яркими примерами. Одним из них были грандиозные работы, организованные в 1769 году Петербургской Академией Наук для определения солнечного параллакса в связи с прохождением Венеры в том году. Наблюдения предшествующего прохождения этой планеты в 1761 году дали для величины параллакса весьма существенные расхождения. Английские наблюдения позволили Шорту определить солнечный параллакс в $8.5''$, тогда как французские, легшие в основу вычислений Пингре, привели к величине $10.5''$ ***. Эта огромная разница ставила под сомнение все астрономические величины, производные прямо или косвенно от величины солнечного параллакса. Можно было предполагать, что источником расхождения являются, с одной стороны, несовершенство методики наблюдения, а с другой —

* Acta pro a. 1781, pars posterior, pp. 176–184.

** Meditationes de formula qua motus laminarum elasticarum in annulos circulares incurvatum exprimitur (Acta pro a. 1781, II, pp. 185–218).

*** Х. Мейер. Изъяснение прохождению Венеры по Солнцу, бывшему майя 23 дня 1769 г. СПб., без года, стр. 369.

математический аппарат для обработки данных наблюдения. Петербургская Академия во главе с Л. Эйлером поставила себе задачей усовершенствовать и реализовать правильную, точную методику наблюдения и применить лучшие, наиболее эффективные приемы математического их анализа. Для достижения той и другой цели была организована крупная экспедиция в составе русских и иностранных ученых сил. Из иностранцев в наблюдениях должны были участвовать Малле и Пикте (Маллет и Пиктет, как писали тогда). Львиную долю наблюдательных материалов должны были доставить русские ученые — Румовский, Т. Ловиц, Л. Крафт, Хр. Эйлер, И. Исленьев. Все руководство математической обработкой наблюдений лежало на Л. Эйлере.

Для предупреждения расхождений между методами и программами наблюдений разных астрономов, отдельные их группы, отправлявшиеся в разные области России, были снабжены академическими инструкциями. В этих инструкциях «обсерваторам» вменялось в обязанность устроить на месте наблюдения временную обсерваторию и установить для астрономической трубы твердую неподвижную подставку. Наблюдения были подчинены определенному регламенту. Было обязательно заносить все их результаты со всеми сопутствующими данными в ученый дневник наблюдений. Во избежание смешения данных наблюдения с какими-либо выкладками на основе этих данных, со следствиями из них и т. п. было запрещено обсерваторам даже делать подобные выкладки и вообще обрабатывать первичные наблюдения. Перед началом наблюдений требовалось точно определить географическое положение наблюдательного пункта, проверить ход часов и работу всех других приборов. В программу наблюдений входила отметка разных моментов и стадий прохождения Венеры по диску Солнца, а кроме того, и дополнительные наблюдения над «фигурой» Венеры над Солнцем, для последующего выяснения вопроса, нет ли у Венеры спутника, далее — наблюдения над солнечными пятнами, наконец — наблюдения метеорологические. Эта инструкция, драгоценная для истории методов научного наблюдения вообще, а не только в России, вся проникнута убеждениями, что, во-первых, в наблюдениях можно достигнуть полного отвлечения от личных условий и особенностей наблюдателей и получить таким образом «чистый» от теоретизирования материал и, во-вторых, что последующая теоретическая обработка этого материала может быть отделена от первичных наблюдений. В опубликованном отчете о работах по изучению прохождения Венеры 1769 года академическая экспедиция посвятила особое место изложению методов обработки наблюдательных данных и отчету о составе и порядке выполнения соответствующих вычислительных работ, в которых благодаря Эйлеру и под его (как выразился Румовский) «предводительством»

были применены все лучшие достижения тогдашнего математического анализа*.

Итоги грандиозной русской экспедиции привели к результату, близкому к результату Шорта, и таким образом с весьма отклоняющейся от цифры Шорта цифрой французских ученых было покончено. Нужно, однако, заметить, что обработка материалов экспедиции, несмотря на все употребленные предосторожности и усилия, не могла дать абсолютно однозначного результата. В общем обзоре итогов экспедиции и ее работ Румовский указывал, что средний солнечный паралакс по данным экспедиции выражается величиною не более $8.62''^{**}$. В обширном отчете экспедиции*** для среднего паралакса дается другая цифра — $8.67''^{****}$. Наконец, по исчислению Х. Мейера, основанному на данных той же экспедиции, средний солнечный паралакс выражается цифрой $8.543''^{*****}$. Эти расхождения касаются, как видим, только десятых и сотых долей секунды, и вся выражаемая ими разница не более 1–2 десятых секунды, но все же место для расхождения осталось. Его источником могли быть разные, недостаточно точно или не вполне однозначно определенные величины, на учете которых основывались вычисления. Например, Мейер указывал, что широта Венеры в момент ее «соединения» была определена условно и требовала еще проверки.

Несмотря на эти незначительные и исторически вполне понятные дефекты, определение солнечного паралакса, по данным 1769 года, было одною из блестящих демонстраций возможностей «эйлеризма» в астрономии, и в частности небесной механике.

Другим, менее грандиозным по масштабу затраченных усилий, но не менее ярким примером того же явились работы А. И. Лекселя по вычислению орбиты Урана. Замечательное открытие Урана В. Гершелем в 1781 году на первых порах не фигурировало как открытие новой планеты. Немногочисленность определений положения нового светила и недостаточная компетентность Гершеля в вопросах небесной механики не позволили ему решить сразу, является ли открытое им тело кометой или планетой. Он принял его за комету. Одним из первых занялся этим вопросом Лексель, швед по происхождению, почти всю свою научную карьеру проведенный на службе

* Есть три сводки результатов экспедиции: 1) С. Я. Румовский. Наблюдения явления Венеры в Солнце в Российской империи в 1769 г. учиненные с историческим предуведомлением. СПб., 1771; 2) 2-я часть тома 14 «Novi Commentarii» за 1769 г. (вышла в 1770) — огромный и основной материал; 3) Х. Мейер. Изъяснение прохождению Венеры по Солнцу, бывшему мая 23 дня 1769 г. СПб., без года (то же и на латинском языке).

** С. Я. Румовский, цит. соч., стр. 39.

*** Novi Commentarii, t. 14, pars 2.

**** Там же, стр. 518–519.

***** Х. Мейер. Изъяснение прохождению Венеры по Солнцу, ... стр. 397.

в Петербургской Академии Наук (родился в 1740 году, начал свою научную деятельность в 1760 году, в Академии работал с 1768 по 1784 год, умер в 1784 году) и потому с полным основанием могущий считаться русским ученым. Лексель (одновременно с Лапласом и некоторыми другими учеными) использовал наблюдения над Ураном Гершеля и Маскелейна, сделанные в 1781 году, и нашел, что зафиксированным ими положениям нового светила на пути его движения всего точнее отвечает круговая орбита. Учтя затем и позднейшие наблюдения в разных странах от 1781–1782 годов, Лексель уточнил этот вывод и определил радиус круговой орбиты Урана. Особенно замечательно то, что, изучая движения Урана, Лексель сразу же подметил, что в них есть некоторые неправильности, для объяснения которых он предположил существование и возмущающее действие заурановой планеты и, может быть, даже нескольких планет, находящихся от Солнца на расстоянии во 100 раз или более далеко, чем расстояние Сатурна. Эту блестящую гипотезу Лексель пытался подкрепить также анализом возвратов разных комет. Он подготовил таким образом путь для открытия Нептуна, происшедшего много лет спустя, в 1845 году, и Плутона, сделанного уже в наши годы*.

4

Итак, русское естествознание второй половины XVIII века пошло в своем развитии двумя путями. Одни исследователи соблюдали с большими или меньшими отклонениями методологию, родственную изложенной в инструкции Брауна. Другие разрабатывали естествознание более или менее в духе «эйлеризма». Первые, в сущности, отрывали эксперимент от теории вообще и математической теории в частности. Вторые, оперируя математически с идеализованными объектами, не доводили анализа до конкретных физико-химических объектов и отношений и таким образом на деле, хотя и с другого конца, тоже нарушали связь математической теории с экспериментом во всех областях, где искусственный эксперимент (а не простое наблюдение, как в астрономии) являлся существенным элементом познания.

В каком отношении все это находилось к Ломоносову?

Общеизвестно, что Ломоносов был сторонником неотрывной связи в естествознании теории вообще и математической в частности с экспериментальными данными. О необходимости этой связи он высказывался неоднократно и очень категорично в целом ряде своих произведений. В этой принципиальной установке он являлся продолжателем классической традиции, утвержденной до него в окончательном виде в трудах Гюйгенса и Ньютона.

* Работы Лекселя см. в «Acta pro a. 1780», pars prior, pp. 303–329, и в «Nova Acta, pro a. 1783», I, pp. 69–82 (русский перевод последней работы в «Академических сочинениях, выбранных из первого тома Деяний Академии Наук», ч. I, СПб., 1801, стр. 195–216).

В практике своей научно-исследовательской работы Ломоносов дал большое число примеров мастерского проведения этой классической установки. Среди этих примеров надо различать две разновидности.

В одной из них, наиболее многочисленной, Ломоносов строит теоретическую схему, в основном — качественную, подробно и, можно сказать, картинно и выпукло ее развивая вплоть до получения из нее выводов, которые он сопоставляет затем с рядом экспериментальных данных, подвергая их анализу с точки зрения теории и подкрепляя последнюю материалом экспериментов. Во всех этих случаях перед нами тонкое сочетание гипотетически-дедуктивной теоретической конструкции с индуктивно-экспериментальным исследованием. Хотя этот метод применялся на материале своего времени, в настоящее время во многом устаревшем, сам по себе метод нисколько не «устарел» и остается блестящим образцом классической научной методологии. Он применен Ломоносовым во многих его работах, начиная с «Элементов математической химии» и рассуждения «О нечувствительных физических частицах, составляющих тела природы». Этому методу он следует в «Размышлениях о причине тепла и холода», в «Попытке теории упругой силы воздуха», в «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», в «Слове о пользе химии», в незаконченных работах, как «Теория электричества, разработанная математическим способом» и «Курс истинной физической химии», и т. д.

Хотя и в этом наиболее многочисленном разряде произведений Ломоносова встречаются математические иллюстрации, математика в них основной роли не играет. Они являются образцами применения «математического» метода не в специальном, а в широком смысле — употребления дедуктивных приемов и соблюдения строгости и четкости теоретического построения.

У Ломоносова есть и категория работ, где теория, соединенная с экспериментальными данными, является в основном математической. Например, в «Прибавлении» к «Попытке теории упругой силы воздуха»* Ломоносов производит ряд интересных числовых расчетов, с целью показать, что при больших плотностях (соответственно давлениях) упругость воздуха возрастает скорее его плотности. Излагая свою теорию растворов в «Рассуждении о действии химических растворителей»**, Ломоносов опять пользуется целой цепью измерительных операций, методологическая ценность которых не ослабляется устарелостью (в наше время) фактического материала, бывшего в распоряжении Ломоносова. В «Рассуждении о твердости и жидкости тел» Ломоносов доказывает геометрически положение: «Частицы нечувствительные, составляющие тела, чем крупнее, тем крепче

* Там же, стр. 85–91.

** Там же, стр. 92–110.

союз имеют, чем мельче, тем слабже»*. В этой же работе приводится элементарный геометрический разбор возможных способов расположения «нечувствительных частиц» в данном объеме, и отсюда делаются некоторые специальные физические выводы**. У Ломоносова есть еще ряд примеров подобных же применений математически сформулированной теории к анализу экспериментального материала, но нет надобности приводить их здесь исчерпывающим образом.

Поскольку русские преемники Ломоносова во второй половине XVIII века, как мы видели, разобщали теорию и эксперимент, и не только в теории, но в особенности в практике исследования, они не продолжали линии классической традиции, которую поддерживал и развивал Ломоносов. Отчасти мы говорили выше о том, что, отступая от этой традиции, они поступали так вместе с очень многими представителями всей тогдашней европейской науки. «Голландская» методология Гравезандов, Мушенбрёков и др., с одной стороны, и «эйлеристская» методология — с другой, имели в XVIII веке многочисленных сторонников не только в России, но и на Западе.

Одною из причин разобщения теории и эксперимента в западноевропейском и русском естествознании — причиной не исчерпывающей и далеко не всегда решающей — являлись потребности разделения труда. Владение математически-дедуктивным методом и методом экспериментальным, по мере их разработки и развития, становилось все более трудным для исследователей. И поскольку этому иногда содействовали и другие причины, трудность исследовательского совмещения обоих методов приводила к их распределению между отдельными группами специалистов. Отсюда, между прочим, вытекало ослабление тех возможностей этих методов, которые были связаны именно с соединением последних в научной практике одних и тех же лиц.

Отчасти и Ломоносов уже испытал на себе действие только что указанной причины. У него есть работы, уклоняющиеся от характерной для большинства его произведений методологии. Известно, например, что он произвел около 3000 опытов при изучении цветных стеклянных составов для изготовления мозаик, бисера и т. п. объектов. Он утверждал, что эти опыты легли и в основу его теории света и цветов. Однако, читая его «Слово о происхождении света», где изложена эта теория, мы не находим в ней ссылки на упомянутые выше опыты. В тексте «Слова» сказано, что было бы слишком долго приводить в публичной речи опыты для подтверждения изложенной теории. Однако Ломоносов не воспользовался ни печатным изданием «Слова», ни каким-либо другим поводом для опубликования хотя бы части тех опытов, которые послужили

* Там же, V, стр. 104–105.

** Там же, стр. 107–108.

опорой при построении его теории света и цвета. Между тем опыты эти дали крупный технический результат, легший в основу производства цветных стекол и других составов на собственной фабрике Ломоносова. Очевидно, Ломоносов, углубившись в трудоемкую экспериментально-техническую часть дела, не успел обработать свой материал теоретически и потому не мог ввести этот материал в изложение общей теории света и цветов. В результате вышло, что эта последняя лишилась обычной для других работ Ломоносова экспериментальной опоры.

Русские естествоиспытатели второй половины XVIII века, поступая обычно в виде правила так, как Ломоносов поступал только в виде исключения, очевидно, чувствовали больше и сильнее Ломоносова необходимость в разделении труда и методов труда, откуда, в частности (хотя и не только оттуда), и получилось характерное для них разобщение теории и эксперимента.

5

Тесное соединение теоретического и экспериментального методов в научном творчестве Ломоносова было связано с настойчивой и систематической борьбой Ломоносова за проведение механического метода в естествознании. Как обстояло с этим методом в русской науке второй половины XVIII века?

Механический метод выражался в стремлении сводить все явления природы к механическим силам и движениям либо отводить в объяснении этих явлений решающее место факторам и процессам механическим. Поскольку для осуществления этого приходилось приписывать физическим телам корпускулярное, в широком смысле — атомистическое строение, чтобы невидимыми движениями физических частиц объяснить физико-химические явления, проведение механического метода шло обычно об руку с развитием атомистических представлений.

В русском естествознании второй половины XVIII века пользование механическим методом в соединении с более или менее последовательными атомистическими представлениями является довольно распространенным. Можно сказать, пожалуй, что этот метод занимает даже господствующее положение. Но при этом необходимо прибавить, что механический метод в это время не подвергается сколько-нибудь активной разработке, не совершенствуется, не играет роли в качестве эвристического средства исследования и неизменно остается на уровне более или менее качественной схемы понимания явлений. Получается впечатление, что метод этот не столько живет в русском естествознании эпохи, сколько в нем тлеет. Особенной борьбы за и против него не ведется, и хотя неоднократно можно встретить обсуждение тех или других сторон и элементов механического миропонимания, такое обсуждение обычно не происходит

в страстной атмосфере. Наоборот, обычно все происходит в обстановке относительного спокойствия и даже вялости.

Довольно часто вопросы механического понимания природы затрагиваются прежде всего в переводной литературе по естествознанию.

Например, в «Уроках экспериментальной физики» Нолле (или Ноллета), переведенных с французского преподавателем Артиллерийского и Инженерного корпусов И. Вельяшевым-Волынцевым и изданных в 1779 году, механистические представления излагаются по поводу многих вопросов то с большей, то с меньшей последовательностью. Нолле колебался между картезианской и ньютоновской версиями механической концепции природы, склоняясь скорее к картезианской, и во всяком случае разделял мысль, что «при умствованиях никогда не надлежит отдаляться механических правил»*.

В том компилятивно-переводном «Магазине натуральной истории, физики и химии», который издавался в Москве новиковским кружком с 1788 года, в ряде статей встречаются то умеренно-механистические, то антимеханистические установки, причем первые, пожалуй, господствуют и чаще всего отливаются в более сдержанную форму ньютоновской механистической концепции. Местами сочувственно воспроизводятся агностические декларации, вроде того, что в конечном счете «сущность вещества есть такая тайность, которой нам не возможно достигнуть»**. Такие декларации, однако, не мешают тут же в тексте «разрешать» тела на «первые начала, первые стихии вещества».

Авторитетный среди русских ученых второй половины XVIII века Мушенбрёк в переводе «Сокращенной опытной физики» (1791) тоже занимал в ряде случаев умеренно механистические, близкие к ньютоновской, позиции, порою сопровождая соответствующие свои высказывания опять-таки агностическими оговорками. Мушенбрёк признавал, что «качества сложных тел зависят от величины, фигуры, состава и соотношения разных частиц»***. Но среди сил, играющих роль «движущих причин» для физических тел, в том числе и частиц, Мушенбрёк допускал и чисто психические факторы, как инстинкт, душа и т. п.****

В оригинальной литературе русских ученых господствуют те же приблизительно установки, что и в переводной.

К промежуточным произведениям между переводной и оригинальной литературой могут быть причислены некоторые произведе-

* Г. Ноллет. Уроки экспериментальной физики, т. II, СПб., 1779, стр. 375.

** Магазин натуральной истории, физики и химии, ч. I, М., 1788, стр. 57.

*** Мушенбрёк. Сокращение опытной физики... М., 1791, стр. 22.

**** Мушенбрёк. Назв. соч., стр. 47–49.

дения Эпинуса и Эйлера. Первый из них, начавший свою деятельность в России в 1757 году, вскоре после переезда из Германии, в 1758 году выступил в Академии Наук с «Речью о сходстве электрической силы с магнитною...». Объясняя в ней электрические и магнитные явления действием специфической «тонкой материи» корпускулярного строения, Эпинус приписывал роль факторов, движущих этой материей, особой «притягающей и отгоняющей силе». Он, однако, соглашался видеть в этой силе нечто самостоятельное только временно и условно, пока не будет открыта ее механическая причина. «Видимые в натуре притяжения и отгонения,— писал он,— зависят от какой-нибудь внешней причины»*.

Сходные и даже более резко выраженные механистические воззрения Эйлера, близкие больше к картезианскому, чем к ньютоновскому механицизму, были им выработаны за границей в 40–60-х годах и подробно изложены еще до вторичного переезда в Россию в «Anleitung zur Naturlehre», изданном Академией Наук лишь в посмертном собрании ненапечатанных работ Эйлера уже в середине XIX века. Приехав в Россию вторично после перерыва (1740–1766), Эйлер написал здесь свои известные «Письма о разных физических и философических материях, писанные некоторой немецкой принцессе». В русском переводе Румовского они появились в 1768–1774 годах и неоднократно переиздавались. Русские читатели, и в частности русские ученые, находили здесь механицизм в той же версии, какая была изложена Эйлером в «Anleitung zur Naturlehre», с тою разницей, что в «Письмах» Эйлер дополнил изложение своих взглядов разными метафизическими, богословско-идеалистическими рассуждениями. Ослабляя этим впечатление от чистоты и строгости механицизма Эйлера, «Письма» не устраняли этого впечатления разработкою механицизма путем конкретного экспериментального и математического анализа соответствующего материала. Механицизм Эйлера оставался на уровне чисто качественной схемы, и когда позднее, в 1777 году, ему представился случай еще раз вернуться к дальнейшей разработке этой схемы на новом экспериментальном материале, Эйлер ограничился опять повторением той же качественной схемы, не прибавив к ней никаких конкретизирующих математических и иных дополнений**.

Высказывания собственно русских ученых о механическом методе гораздо бледнее суждений, встречающихся в переводной литературе или в «промежуточной» продукции типа произведений Эпинуса и Эйлера, но носят в общем столь же суммарно-качественный характер. Например, в «Обстоятельном наставлении рудному делу» И. Шлаттера (1760), в связи с описанием устройства и действия па-

* Ф. Эпинус. Речь о сходстве электрической силы с магнитною ..., стр. 33–34.

** Acta pro a. 1777, pars prior, pp. 17–30.

рового двигателя, находим и попытку механического объяснения водяного пара. «Что до водяного пара касается, то должно знать, что огонь или субтельная материя сквозь поры или сквозь невидимые скважины дна котла проходят, и водяные частицы в жесткое движение приводят. Такая материя токмо раздаваться усиливается, чтоб с большею вольностью происходить, и для того она поверх воды подымается и влечет с собою во множестве субтelleйшие водяные частицы, которые потом по всем сторонам давление делают и такую пронизающею силою напрягаются, которая наконец больше становится, нежели сила тяжести самого воздуха»*. Это — комбинация теории огневой жидкости с кинетической теорией, далекая от механической чистоты и последовательности, но именно в таком виде очень распространенная в XVIII веке.

Из руководящих русских ученых второй половины XVIII века. Румовский, ученик Эйлера, переводчик его «Писем» и похвально-го слова его памяти, написанного Фусом, был, несомненно, близок к Эйлеру и в механическом понимании явлений природы. Но он был очень сдержан в своих теоретических суждениях и (в виду церковной цензуры) даже опаслив в их выражении. Поэтому в его произведениях высказано, несомненно, меньше, чем он думал. Среди этих произведений больше всего по нашему вопросу, хотя вообще мало, содержит его «Речь о начале приращения оптики, до нынешних времен...» (1763). Румовский тщательно отмечает в ней заслуги Декарта в оптике, воздерживаясь от замечаний об его ошибках, хорошо, конечно, известных Румовскому хотя бы из литературы, если не по собственному его суждению. Однако, восхваляя Декарта, Румовский имеет в виду больше его открытия в области геометрической оптики, чем механистические его установки. Касаясь же их в вопросе о механическом объяснении света, Румовский занимает сдержанную позицию. Изложив волновую (впрочем, далекую от последовательности в «волновом» смысле) теорию Декарта, как отмечает сам Румовский, чрезвычайно усовершенствованную Эйлером, и эмиссионную теорию, созданную Ньютоном, Румовский отказывается стать на сторону какой-либо из спорных теорий. Он ссылается в оправдание этого на то, что волновая теория лучше объясняет одни явления, а эмиссионная — другие. Хотя в свете позднейшего развития оптики, мы теперь знаем, что Румовский был по существу прав в этом замечании, в его время эта правота была не столь явна, как теперь, и в его воздержании от выбора определенной теории сказалась, по-видимому, не столько его пронизательность, сколько дипломатическая осторожность. Как бы то ни было, однако, обе спорные теории света стояли на механической почве, и Румовский, усматривая

* *И. Шлаттер*. обстоятельное наставление рудному делу... СПб., 1760, стр. 168.

известные преимущества в каждой из них, тем самым признавал эту общую почву. Но, видимо, не одна осторожность помешала ему остановиться подробнее, здесь и в других случаях, на рассмотрении механических концепций. В дальнейшем мы убедимся, что, при всей своей опасливости, Румовский, когда вопрос его сильно интересовал и задевал, находил подходящий язык для выражения довольно смелых в его время мыслей. Очевидно, что механическая концепция не принадлежала к числу проблем, очень возбуждавших его мысль.

Один из аристократических русских ученых второй половины XVIII века, кн. Д. Голицын, живший обычно за границей, обратился в 1777 году в Академию Наук с письмом по некоторым вопросам физики электричества*. В этом письме он затронул, между прочим, вопрос о теории электрических явлений, составлявший, как он подчеркнул, предмет его многолетних занятий. Однако, несмотря на это, взгляды Голицына не отличаются ясностью и, во всяком случае, оригинальностью. Он утверждал, что положительный электрический заряд «заряжен своим флюидом и лучистой атмосферой», благодаря чему (?) он отталкивает тела. Электрический заряд тоже окружен атмосферой, но без излучения. Он начинает излучать и переходит в положительное состояние, когда по какой-либо причине его «электрический флюид» увеличивается. По поводу «атмосферы», окружающей заряды, Голицын указывает еще, что в ней существуют не только упомянутые излучения, но и вихри. Эту гипотезу, несколько напоминающую идею электрического и магнитного поля в том духе, в каком ее излагал известный Сведенборг, и в то же время выродившиеся картезианские вихри, Голицын пробовал даже доказывать экспериментально. Однако его эксперименты, претенциозно и с многозначительно-высокомерным видом изложенные, ни в какой степени не доказывают смутных идей этого дилетантствующего дипломата. Идеи эти остаются только бледным отражением общих механистических веяний.

Из русских авторов конца XVIII века, писавших до некоторой степени в духе механицизма, отметим еще П. Гиляровского (СПб., 1793). Его учебник для средней школы написан под сильным влиянием Мушенбрёка. Хотя Гиляровский критикует картезианский механицизм, руководясь отчасти известной книжкой Вольтера («*Elements de la philosophie de Newton*», 1730) и черпая из нее (без ссылок) целые пассажи, однако на деле он нередко приближается скорее именно к картезианскому, чем ньютоновскому, механицизму. Например, он в сущности принимает волновую теорию света и цвета в исправленной редакции Эйлера**. В других вопросах Гиляровский предпочитает Ньютона Декарту. Например, он считает динамическую теорию тяготения первого, основанную на несводимом

* *Acta pro a. 1777, pars posterior, Histoire, pp. 17–30.*

** *П. Гиляровский. Руководство к физике. СПб., 1793, стр. 226, 271–272 и др.*

к движению понятии силы, более удовлетворительной, чем кинетическую вихревую теорию Декарта*.

Приведенный обзор, как нам кажется, подтверждает общую характеристику механистических воззрений в русском естествознании второй половины XVII века, данную нами выше. Прибавим еще, что, как видно из этого обзора, с механистическими идеями русские ученые выступали обычно в более или менее общих, отчасти — популярных работах. В их специальных исследованиях, публиковавшихся на страницах трех академических журналов («*Novi Commentarii*», «*Acta*», «*Nova Acta*»), мы почти не встречаем сколько-нибудь настойчивого пользования механистическими установками. 2–3 исключения, вроде упоминавшейся выше работы химика Соколова или только что упомянутой статьи Л. Эйлера, подтверждают общее правило, что в них механистическая концепция не играет серьезной роли, собственно, в исследовании даже у Эйлера.

6

В полном контрасте с этим, как бы сказать, приличным равнодушием к механистической концепции в русском естествознании второй половины XVIII века находится огромное внимание, уделяемое ей в научном творчестве Ломоносова. Для него механическая концепция — не общее объяснительное место, а всегда проблема, разрешаемая с боем, метод не только объяснения известных явлений, но и обнаружения явлений новых. Исследовательская мысль Ломоносова не ограничивается созданием общих схем механического понимания явлений: он подробно и тщательно разрабатывает свои механические гипотезы, стремясь доводить их до анализа конкретных явлений. Все, что мы сказали выше о теоретическом и, в частности, математическом методе у Ломоносова, целиком относится и к механическому, потому что «теория» у Ломоносова всегда означала «механическую теорию». Механическая теория Ломоносова поистине универсальна. Он применяет ее ко всем физическим явлениям и делает огромные усилия распространить ее на явления химические. Принимая ту или иную механическую концепцию, Ломоносов всегда дополняет, исправляет или изменяет в каком-либо отношении существовавшие до него образцы подобных же объяснений. Механический метод в каждом его применении всегда привлекает все силы ума Ломоносова, все способности его теоретической изобретательности и его художественно-изобразительные ресурсы. Механический метод действительно «живет» в работе Ломоносова, проявляясь с той непосредственной силою и свежестью, которую мы встречаем в механических концепциях великих ученых XVII века и которая была уже прошлым для большинства ученых XVIII века.

* Там же, стр. 40.

При всей непоколебимой уверенности Ломоносова в могущественных возможностях механического метода, весьма характерно и вместе изумительно то обстоятельство, что Ломоносов, по-видимому, прозревал ограниченность классической формы механического метода. Эта форма характеризовалась обычно догматической уверенностью в абсолютной всеобщности понятий и схем макромеханики. Казалось само собою очевидным, что при переходе к микроявлениям, к явлениям атомарного порядка, все эти понятия и схемы сохраняют всю свою силу, требуя только приспособления к микроскопическому масштабу этих явлений. Ломоносов не был в этом уверен. К сожалению, до нас не дошло подробных следов и отражений работы его пытливой мысли в этом направлении. Несомненно только, что он по каким-то мотивам пришел к заключению, что не все макромеханические и вообще макрофизические закономерности имеют значение в микрофизическом мире. В неоконченной «Теории электричества, разработанной математическим путем», опубликованной в русском переводе Б. Н. Меншуткиным, Ломоносов собирался развить этот вопрос специально и записал в программе этой «Теории»: «В предисловии надо сказать о механике мельчайших частичек и что к ним не везде можно приложить законы чувствительных тел, особенно для жидкостей»*. Известно, как именно развил бы эту тему Ломоносов, но нет сомнения в том, во-первых, что самая постановка ее свидетельствует о живости, о творческой активности отношения Ломоносова к механическому методу, и, во-вторых, о том, что, предусматривая для микрофизических явлений возможность некоторых новых закономерностей, неизвестных в макромире, Ломоносов стоял в преддверии открытия колоссального теоретического значения. Это открытие, как известно, сделано было уже в наши дни и составило одно из крупнейших достижений квантовой механики.

Вовсе не пытаясь сделать Ломоносова предшественником квантовой механики, нужно все же отвести ему почетное место в ряду тех, кто приближался к постановке характерной для нее проблемы своеобразной закономерности микроявлений.

Чем же объяснить, что механический метод, столь живой и плодотворный в работах Ломоносова, опустился в руках его русских преемников почти до уровня бездейственного общего места, не вызывавшего особого интереса ни врагов, ни сторонников и не двигавшего вперед научное исследование? При объяснении этого обстоятельства нужно иметь в виду, что упадок механического метода в течение второй половины XVIII века был характерным для всей науки того времени, причем на Западе он начался еще раньше, чем в России, сейчас же после смерти Гюйгенса и особенно Ньютона. Некоторые

* Меншуткин, 1936, стр. 195, пункт 32.

выдающиеся ученые XVIII века (например, Даламбер) считали даже пользование механическим методом в физике компрометирующим.

Упадок механико-атомистического миропонимания в указанное время вряд ли может быть объяснен какою-либо одной причиной. Но едва ли можно сомневаться в том, что среди разных причин основной была следующая.

При относительной внутренней самостоятельности развития естествознания в XVIII веке, в конце концов определяющей пружиной его разработки являлись его связи с техникой. До 70–80-х годов XVIII века эта техника, по различным причинам в разных странах, продолжала оставаться на уровне мануфактурного производства. Для этого последнего, как известно, была характерна техника ремесла при относительно незначительном применении настоящих машин. Ремесленная же техника почти исключительно опиралась на использование механических факторов, на употребление двигательной энергии человека, животных, воды и ветра. Это обстоятельство предопределяло и разработку естествознания эпохи мануфактуры (в том числе и русской крепостной мануфактуры) в направлении изучения макромеханических явлений, т. е. макродвижений и определяющих их сил. Отсюда — ярко механическая и механистическая ориентация всего естествознания XVI–XVIII веков.

Но со второй половины XVIII века, а в некоторых странах и ранее, дальнейшее развитие естествознания в этом направлении начало наталкиваться на весьма серьезное препятствие. Для применения механических схем и закономерностей ко всем физическим и химическим явлениям нужно было располагать непосредственным знакомством с этими явлениями. Между тем весь ход предшествующего развития естествознания с его интересом преимущественно к объектам собственно механическим как раз и препятствовал интенсивному накоплению фактических данных о физико-химических явлениях вне механики — явлениях света, теплоты, электричества и магнетизма и т. п. Нужно было сперва произойти повороту в интересах естествоиспытателей, наступить усилению их внимания к немеханическим процессам. Под влиянием нужд внутреннего развития науки этот поворот и начался в XVIII веке, в одних странах раньше, чем в других, в одних областях науки быстрее, чем в иных. Но на первых порах он происходил весьма медленно и доставлял незначительный материал для обогащения естествознания. Поэтому и привычный подход к этому материалу с механистической концепцией не давал возможности существенно подвигать и разработку последней. В таких условиях механистическая концепция начала казаться некоторым около 30–50-х годов XVIII века ненужной и даже вредной для дальнейшего развития науки. В частности, незначительная и недостаточная количественная изученность физико-химических явлений исключала возможность применения к ним мо-

гущественных средств математического анализа. Блестящие успехи в применении этих средств были достигнуты в XVIII веке только в теоретической и небесной механике. Другие ученые первой половины XVIII века, не идя так далеко в пренебрежении к механистическому методу в физике и химии, пробовали применять его день ото дня на том небольшом фактическом материале, который тогда приливал медленно и неравномерно.

Как раз в это время появился Ломоносов. В 40–50-х годах XVIII века он употребил все колоссальные ресурсы своего гения, чтобы оживить, обновить и реорганизовать механический метод в физике и химии путем синтетического охвата и обработки всех накопленных до того времени фактических материалов в этой области. Это привело к яркой вспышке механицизма в его трудах. Всемирно-историческое значение этой вспышки заключается в том, что Ломоносов показал неисчерпанность и жизненность механицизма для науки XVIII века. Ни один из ученых XVIII века, даже Эйлер (со своим неизданным в свое время «Anleitung zur Naturlehre» и «Письмами»), не сделал так много для этого в XVIII веке, как Ломоносов.

Но и этим не исчерпывается его значение для разработки механистической методологии. С пронизательностью гения он видел, что дальнейшие успехи механицизма были возможны в физике и химии только на базе нового экспериментального материала. Едва приступив к самостоятельной научной работе, он уже энергически добивается создания Химической лаборатории при Академии Наук для выполнения широко задуманной программы «истиной физической химии». Изучив ход работ Ломоносова по выполнению этой программы, Б. Меншуткин констатировал: «Эти обширнейшие намерения дали, вообще говоря, сравнительно незначительные результаты, дошедшие до нас; но, — прибавлял Меншуткин, — даже если бы все лабораторные журналы Ломоносова были в наших руках, то и то, конечно, мы были бы весьма далеки от полного и исчерпывающего решения постановленных им задач»*. Всемирно-историческое значение этой неудачи Ломоносова собственными усилиями собрать новую экспериментальную базу для механического естествознания XVIII века заключалось в демонстрации того, что даже и усилий гениального ученого было недостаточно, чтобы повернуть естествознание на новый путь массовым накоплением физико-химических материалов.

Когда Ломоносов преждевременно для России и мировой науки сошел со сцены, его преемникам остались от него блестящие образцы механистической разработки физико-химических проблем, но почти не осталось нового фактического материала. Вспомним, что и о тех тысячах опытов, которые Ломоносов произвел при изучении цветных составов, он не оставил не только для современников,

* Меншуткин, 1936, стр. 416.

но даже и для далекого потомства никакого отчета. Его русским да западноевропейским преемникам было поэтому трудно разрабатывать механистический метод сколько-нибудь активным образом. Они не пренебрегали этим методом, но пользовались им, по сравнению с Ломоносовым, очень мало.

Преемникам Ломоносова оставалось также продолжить накопление новых физико-химических материалов. Однако, будучи далеко не гениями, они могли делать в этой области лишь медленные и микроскопические успехи, часто без перспективы и даже в теоретической темноте.

И так это должно было продолжаться в течение всей второй половины XVIII века и в России, и на Западе. Решительный поворот естествознания к энергичной разработке физики, химии и механического миропонимания на базе нового физико-химического материала произошел, однако, не на путях внутреннего развития науки. Толчок к этому пришел извне, со стороны той же техники, которая почти до конца XVIII века заставляла естествознание разрабатывать преимущественно механический материал, вооружаться механическими категориями и уделять весьма незначительное внимание не чисто механическим явлениям. Теперь эта техника, испытав, в свою очередь, определяющее воздействие со стороны возникавшего машинного капиталистического производства, повернула естествознание к новым, не только механическим явлениям. Введение в производство паровой машины, т. е. тепла, как источника движения, затянувшееся с 70-х годов XVIII века лет на 50 в разных странах, распространение капиталистического производства в химической промышленности и другие аналогичные факты в составе «промышленной революции» заставили, наконец, заняться, в связи с техническими проблемами, и более или менее широкой разработкой физики и химии. Применение понятий и закономерностей механики к этому новому материалу уже в первые же десятилетия XIX века позволило оживить механистическую концепцию в естествознании и подвинуть вперед ее разработку, подняв ее позднее постепенно на уровень строгого метода, одновременно математического и экспериментального (только позднее выяснились затем и границы применимости этого метода). Только в этой исторической перспективе мы можем правильно понять и величие Ломоносова, и его неудачи, и отношение его русских преемников во второй половине XVIII века к его методологии в области теории, эксперимента и механического миропонимания.

7

До сих пор мы рассматривали те элементы естествознания XVIII века, которые, по верному наблюдению Энгельса, рисовали ученым того времени природу как подверженную вечно-неизменным законам. Это было основным убеждением в естествознании

XVII–XVIII веков вообще. Только одиночные ученые, не встречая широкого сочувствия, вели борьбу с этим убеждением за историческое понимание природы. Кант и Лаплас, как указывал Энгельс, были наиболее яркими проводниками исторического метода в естествознании XVIII века в области космогонии*. Но наряду с ними существовали и другие, менее значительные сторонники этого метода. Обычно они не отличались последовательностью и, допуская исторические изменения природы в одних отношениях, отвергали их в других. У этих ученых XVIII века (такие встречались, впрочем, и в XVII веке) не было исторического мировоззрения, они владели только робко и неуверенно некоторыми единичными применениями исторического метода. Тем не менее вместе с Кантом и Лапласом они подготовляли крупные успехи исторического понимания природы в науке XIX–XX веков.

Среди русских естествоиспытателей второй половины XVIII века тоже встречались представители, частично употреблявшие исторический метод. Они тоже страдали робостью, половинчатостью и противоречивостью воззрений. Вдобавок им, пожалуй, еще труднее, чем их западным коллегам, давалось выражение их исторических или эволюционных воззрений: над ними тяготела церковная цензура, и они должны были очень опасно высказываться о вещах, о которых про себя они, вероятно, думали смелее и последовательнее. Одним из выражений этой боязни церковных, а с ними и «светских» преследований было, между прочим, воздержание от перевода на русский язык «Эпох природы» Бюффона, сочинения, в котором, хотя и не очень последовательно, проводилось историческое понимание астрономических и палеонтологических вопросов. Оно осталось непереуведенным, несмотря на то что сама Екатерина II была поклонницей Бюффона и инициатором перевода его «Естественной истории»**.

За редким исключением, суждения в духе исторического понимания природы высказывались русскими учеными второй половины XVIII века не в специальных работах, а более или менее попутно и «по поводу».

Такими являлись, например, замечания Румовского по вопросам космогонии и геологии. Он воспользовался в 1783 году обзором некоторых иностранных сочинений, удостоенных Академией Наук премиями, чтобы попутно выразить и свое отношение к затронутым в них вопросам***. Из этих замечаний Румовского видно, например, что он не считал немислимым изменение в продолжительности суточного обращения Земли и допускал, как возможность, что

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, 6-е изд., М., 1934, стр. 23, 88–90 и др.

** М. И. Сухомлинов. История Российской Академии, т. 2, стр. 215–218.

*** Nova Acta за 1783.— Русский перевод был издан позднее в «Академических сочинениях, выбранных из первого тома Деяний Академии Наук», ч. I, 1801, стр. 168–194.

современная его продолжительность отличается от прежней. Правда, вместе с авторами обозреваемых им сочинений он не находил доказательств существования этой возможности, но то был уже вопрос факта, а не принципа. Насколько он желал считаться при этом с реальностью указанной возможности, видно, между прочим, из того, что он рекомендовал производить отныне и впредь наблюдения над длиною простого отвеса, совершающего колебания, и вообще готов был ждать в этом вопросе указаний со стороны опыта.

В другом своем обзоре литературы, посвященной вопросу о вековых изменениях уровня моря*, Румовский не считает доказанной неизменность этого уровня на протяжении истории земли. Отказываясь высказаться более определенно сейчас, за недостатком достоверных фактических данных, Румовский и здесь готов был ждать всего от опыта! «Время и опыты должны в сем случае служить нам путеводителями», — заключал он свой упомянутый обзор.

Наконец, Румовский затронул попутным же образом и вопрос о происхождении Земли. Поводом на сей раз послужила ему необходимость сопроводить примечаниями перевод на русский язык «Естественной истории» Бюффона. Румовскому принадлежат примечания к астрономическо-космогоническим главам тома I «Естественной истории», вышедшего в русском издании в 1789 году. Здесь Румовский подвергает суровой критике теорию Бюффона о происхождении Земли от Солнца под влиянием удара о Солнце летящей кометы. Критик требует применения в этом вопросе строгих методов небесной механики, чего не было у Бюффона и чего, прибавим, не сделал от себя и Румовский. Он считал строго математическую космогонию предприятием «почти выше сил человеческих», однако не отвергал ее в принципе и, следовательно, и здесь готов был предоставить времени окончательное решение вопроса**.

Из других современников Румовского исторического развития Земли касались еще Лепехин, Фербер, Паллас и некоторые другие.

Лепехин в своих примечаниях к Бюффону высказывался временами в духе антиисторизма. Но, вероятно, он делал это из цензурных опасений, усилившихся в России в связи с наступлением реакции после Французской революции. До того в своих «Дневных записках», содержащих отчет об его знаменитом путешествии по России, с массою наблюдений над русской природой, Лепехин подвергал открытой и смелой критике попытку объяснить происхождение ископаемых животных библейской версией «потопа»***.

* Обзор напечатан в «Новых ежемесячных сочинениях», 1786, июнь и ноябрь; 1787, январь.

** Не приводим подробностей о суждениях Румовского в этом случае, отсылая читателя к нашей статье «Русские академики второй половины XVIII в. и Бюффон» (Вестник Академии Наук, 1939, № 10).

*** Дневные записки, ч. 3, 1780, стр. 33–36.

В другом месте «Записок»* Лепехин со всякими предосторожностями замечает, что некоторые континентальные геологические породы свидетельствуют об океаническом их происхождении и, значит, о «бывшей издревле перемене в сих местах».

Паллас и Фербер, выступавшие со специальными работами исторического характера в 1777 и 1782 годах, тоже могли высказываться свободнее, чем после 1789 года, тем более что их работы были не на русском языке.

Работа Палласа называлась «Observations sur la formation des montagnes et les chanjemens arrive au Globe, particulièrement a l'égard de l'Empire Russe» (СПб., 1777)**. Это была публичная речь, в которой автор попытался извлечь некоторые общие выводы из своего обильного впечатлениями и материалами путешествия по России 1768–1774 годов. Написанная, следовательно, по собранному целиком в России материалу, притом автором, который до переезда в Россию вообще не занимался историческими вопросами в применении к природе, работа Палласа является сугубо «русской». Широкая картина геологических явлений, наблюдавшихся Палласом в европейской и азиатской частях России, произвела на него такое же впечатление, какое позднее произвело на Дарвина его кругосветное путешествие на «Бигле» и на Уоллеса — долговременное пребывание в Малайском архипелаге. Перед духовным взором Палласа внешне неизменная природа развернула в пространстве то, что в ней происходило на протяжении бесчисленных веков во времени. Хотя в подробностях геологическая история гор, набросанная Палласом, в настоящее время устарела, остается в силе проникающее ее убеждение Палласа в том, что Земля испытала в прошлом сложную историю изменений и что эта история измерялась не днями, не веками, не тысячелетиями, а весьма продолжительными периодами. Существенным и прогрессивным в речи Палласа было и то, что он рассуждал обо всем этом не «вообще», а применительно к определенному географически-геологическому материалу.

Размышления И. Фербера об относительной древности скал и слоев, слагающих кору земного шара (1782), носили менее конкретный характер, но были довольно последовательными в историческом отношении***. Фербер отказывался от библейски окрашенных объяснений. Он подчеркивал, что на земной поверхности всегда происходили и происходят беспрестанные изменения. По своему

* Дневные записки, ч. 1, 1771, стр. 244.

** Не излагаем ее подробнее, ввиду недавнего разбора ее В. А. Обручевым в «Истории геологического исследования Сибири» (т. 1, 1931, стр. 135–139) и кратко — в нашей вышеупомянутой статье о Бюффоне.

*** Acta pro a. 1782, pars posterior, pp. 185–213 (по-русски в «Академических сочинениях, выбранных из первого тома Деяний Академии Наук», ч. I, 1801, стр. 270–310).

направлению Фербер был непунистом и приписывал большую часть этих изменений наступанию и отступанию вод. В этом духе он объяснял, в частности, и происхождение гранитов в горах. Фербер пробовал давать и относительную оценку возраста геологических слоев по их стратиграфическому порядку (нижние в общем старше).

Попытки исторического понимания явлений природы не ограничивались в русской литературе второй половины XVIII века областью космогонии и геологии. Они встречаются и в биологии, хотя наталкиваются здесь на сильные препятствия, вытекавшие отчасти из тогдашней разработанности или, лучше сказать, неразработанности фактического материала*. Все же и в биологию пробиваются приемы исторического метода.

Одним — правда, довольно эпизодическим — из их проявлений можно считать замечания Лепехина, вроде следующего, которое мы встречаем в его «Дневных записках»: «Мне кажется что... прозябаемые, так как животные, могут приобыкнуть к разному климату и разной, смотря по стороне ими обитаемой, получить состав, от которого и действия их перерождаются»**. Подобные замечания Лепехина не выросли в теорию; напротив, в чисто теоретическом аспекте он высказывался против изменчивости «состава» живых существ. Но легко видеть, что, по своему направлению, высказанная мысль Лепехина клонится, в случае ее дальнейшей разработки, к взгляду, что изменчивость живых существ определяется изменением среды их существования.

Этот взгляд нашел себе во времена Лепехина законченное выражение в «Естественной истории» Бюффона. Против него категорически выступил у нас Паллас в замечательном «Memoire sur la variation des animaux»***. Он настаивал, что присущие живым существам «генеративные силы» внутреннего порядка поддерживают устойчивость жизненных форм и видов. Однако эта устойчивость не безгранична, и при известных условиях она преодолевается. Условия эти должны оказывать действие на «генеративные силы» организмов и вследствие этого вызывать наследственно сохраняемые изменения. Такие изменения в зародышевых элементах, по Палласу, редко осуществимы в природе, но в условиях одомашненного существования животных они широко практикуются животноводами, на опыт которых Паллас и ссылается. Животноводы применяют при этом метод отбора измененных организмов, образуя таким путем новые виды. Паллас иллюстрирует это примерами из генеалогии некоторых животных,

* Здесь мы тоже отсылаем за подробностями в нашей статье «Русские академики второй половины XVIII в. и Бюффон».

** *И. И. Лепехин*. Дневные записки, ч. 3, 1780, стр. 93.

*** *Acta pro a. 1780, pars posterior*, pp. 69–102. Ср. также нашу статью «Русские академики XVIII в. и Бюффон», где работа Палласа разобрана подробнее.

и впоследствии Дарвин, разрабатывая свою теорию отбора, сошлется на эти соображения Палласа. Отсюда, однако, не следует, что Паллас был единомышленником Дарвина, который, как известно, понимал границы отбора шире Палласа и говорил не только об искусственном, но также и естественном отборе и видообразовании.

Пора констатировать, что в указанных и подобных им попытках применения исторического метода к изучению природы русские естествоиспытатели второй половины XVIII века продолжали тенденцию, уже намеченную у нас Ломоносовым. В замечательном рассуждении «О слоях земных», появившемся как приложение к «Первым основаниям металлургии или рудных тел»*, Ломоносов совершенно определенно высказался за исторический метод в геологии и дал несколько примеров его применения. Он писал: «Твердо помнить должно, что видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим; но великие происходили в нем перемены, что показывает история и древняя география, с нынешнею снесенная, и случающиеся в наши веки перемены земной поверхности»**.

Не будем углубляться в изложение развития этого взгляда Ломоносова, хорошо известного и, в частности, освещенного в литературе***. Достаточно будет отметить только полную зрелость исторических суждений Ломоносова и их определенность и последовательность, во многом превосходящие уровень соответствующих воззрений русских преемников Ломоносова.

При постановке нашей темы в начале настоящих очерков мы заметили, что русское естествознание развивалось во второй половине XVIII века в двух направлениях. Одно, главное, заключалось в разработке теоретического естествознания как такового. Другое, побочное и второстепенное, направление состояло в попутной разработке естествознания при разрешении технических вопросов. В этом случае результаты естественнонаучного значения не выделялись и не формулировались теоретическим образом, но они, несомненно, входили ингредиентом в практическое решение технических проблем.

Все изложенное выше относилось к развитию естествознания на основном, теоретическом пути. Нам остается сказать здесь несколько слов о ходе работы на втором, технически-практическом пути. Самостоятельного исследования этого вопроса мы не производили и вынуждены только вкратце сослаться на имеющиеся в литературе

* Акад. изд. соч. Ломоносова, VII.

** Там же, стр. 212.

*** См. особенно известные работы: В. И. Вернадский. О значении трудов М. В. Ломоносова в минералогии и геологии. Ломоносовский сборник, М., 1901.— А. П. Павлов. Ломоносов как геолог. Сборник «Празднование двухсотлетней годовщины рождения М. В. Ломоносова Московским университетом», М., 1912.

результаты работ других авторов, и то лишь по немногим пунктам. Два слова о работах И. П. Кулибина. В последнее время опубликован ряд впервые открытых и расследованных материалов об этих работах. Таковы, например, материалы о строительных работах Кулибина*, в частности и в особенности об его мостах**, об его оптическом телеграфе*** и его самокатке**** и т. д. Из совокупности этих материалов выясняется, что Кулибин был не просто искусный практик-механик, но и, несомненно, начитанный технолог, во всяком случае весьма квалифицированным образом разрабатывавший порою весьма сложные технические задачи. В то же время ясно, что эта разработка лично у Кулибина не опиралась на теоретический анализ, за которым следовала бы стадия практического осуществления проекта. Довольно много зная из области «теории», и в частности из теоретической механики, Кулибин не мог применять только эти знания к разрешению занимавших его проблем, всегда своеобразных и очень индивидуальных. Хотя он, несомненно, применял в своих работах общие механические истины, этого было недостаточно для решения именно специальных технических задач, так как для этого требовались истины более специальные. Кулибин в ряде случаев (например, в работе над проектом деревянного арочного моста через Неву) не мог брать таких специальных истин откуда-либо, так как их просто не существовало, и надо было сперва еще открывать их. Кулибин не останавливался перед этим. Не владея необходимыми математическими и теоретико-механическими средствами, он пробовал заменять их рядом эмпирических, экспериментальных нащупываний. Только изумительная проницательность Кулибина позволяла ему действительно как-то схватывать нужные ему специальные закономерности. Но «схватив», он не мог, а может быть, и не хотел формулировать их, удовлетворяясь их практическим воплощением. Таким путем Кулибин овладел практически, например, сущностью того, что в теоретической науке называется теорией многоугольника сил и что было формулировано в этой науке хотя и до Кулибина, но оставалось неопубликованным до 1785 года. Соответствующая же техническая задача была разрешена Кулибиным в конце 60-х и в начале 70-х годов XVIII века. Однако в этом решении задачи указанную теорию многоугольника сил может «вычитать» только тот, кто уже знает ее теоретически.

По-видимому, подобным же образом справлялись со сложными техническими задачами современники Кулибина: горный меха-

* В. Л. Гофман. И. П. Кулибин как строитель и архитектор. Архив истории науки и техники, вып. 4.

** М. И. Радовский. Материалы к изучению творчества И. П. Кулибина. Там же, вып. 2.— Г. В. Якубовский. Проекты мостов И. П. Кулибина. Там же, вып. 8.

*** Д. И. Каргин. Оптический телеграф И. П. Кулибина. Там же, вып. 3.

**** И. А. Ростовцев. Самокатка И. П. Кулибина. Там же, вып. 7.

ник К. Д. Фролов, работавший на Кольвано-Воскресенском заводе (в Сибири)*; И. И. Ползунов, знаменитый конструктор паросиловой установки в Барнауле**; автор проекта «огнедействующей» машины Р. Дмитриев*** и другие, о которых пока известно еще очень немного или вовсе ничего не известно.

Все эти даровитые «самоучки», часто из крепостных, обогатили русскую технику второй половины XVIII века рядом исключительно высоких для своего времени технических достижений. В техническом «теле» этих достижений и в творческой мысли их авторов заключено немало естественнонаучных истин, которые остались не выраженными теоретически, но без которых не было бы и технических успехов.

Мы отмечали выше, что и у Ломоносова были технические работы такого рода. Его 3000 опытов, легшие в основу мозаичного и бисерного производства, как известно, не увенчались теоретической формулировкой. Те выводы из этих опытов, которые Ломоносов каким-то образом, нам не показанным, сделал для себя из этих опытов в своей теории света и цветов, не содержат указанных формулировок и, несомненно, потому, что их у Ломоносова не было. Между тем технически вопрос им был блестяще решен, и только современный химик, анализируя ломоносовскую смальту, может дать ее химическое объяснение. Подобным же образом работал Ломоносов над решением вопроса о зеркальных составах для «катадиоптрических» труб. Следы этой работы отразились в «Химических и оптических записках», недавно опубликованных****. Читая эти записки, видим, как Ломоносов эмпирически, путем ряда экспериментальных проб, стремился уловить наиболее подходящую пропорцию ингредиентов, не пытаясь решить задачу сперва теоретически, а решая ее только практически*****. Он, конечно, обладал неизмеримо большей теоретической подготовкой, чем, например, Кулибин. Но в подобных рассматриваемому случаях он шел тем же путем, что и Кулибин, и в его практических результатах столь же невыявленным образом только таились теоретически важные результаты, не доходя до формулировки. Таким образом и здесь Ломоносов был предшественником тех, кто работал в России во второй половине XVIII века.

* П. Ф. Архангельский. Гидросиловая установка К. Д. Фролова на Змеиного роком руднике в XVIII в. Архив история науки и техники, вып. 4.

** В. В. Данилевский. И. И. Ползунов — великий русский революционер в области техники. Вестник Академии Наук, 1939, № 7–8.

*** П. П. Забаринский. Первые «огневые» машины в Кронштадтском порту, 1936, стр. 131–136.

**** Акад. изд. соч. Ломоносова, VII.

***** Изучение этих «Записок» только начато. См., например, о них статью С. И. Вавилова в «Природе», 1936, № 12.