

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

Исторический очерк развития точных наук
в России в продолжение 200 лет

П.П. Лазарев

PACS numbers: 01.65. + g

К концу XVII столетия Россия начала изменять свое прежнее состояние, в котором она оставалась изолированной от цивилизованных стран Европы, и сделала несколько попыток установить отношения со своими ближайшими соседями. До этой эпохи научной культуры не существовало в нашей стране, и Россия не имела ни науки, ни даже тех зачатков псевдонаук, как астрология и алхимия, которые можно найти у других народов на первых ступенях развития цивилизации. Если можно встретить в прошлом некоторых специалистов, занятых изучением практических вопросов химии и ботаники, то среди них можно найти только иностранцев, приглашенных московскими царями для того, чтобы создать в государстве чисто практическое применение науки. И, хотя некоторые русские историки науки, например академик П.И. Вальден, рассматривают этих людей как предшественников настоящих ученых, мы должны, однако, считать, что развитие настоящих научных знаний начинается только с создания центрального научного учреждения — Академии Наук — Петром Великим в 1725 г. Необходимо заметить, что проект статусов Академии Наук в Петербурге был разработан знаменитым математиком и философом Лейбницем, математические работы которого подготовили блестящее развитие точных наук. Лейбниц имел случай говорить несколько раз с Петром Великим, который и пригласил его помочь ему в его грандиозном проекте реорганизации России на европейский фасон. Отношения Лейбница и Петра являлись очень важными для будущей культуры России, и великий ученый с жаром занимался проектом научной культуры России. Эта трудная задача была для него тем более интересна, что он в своей деятельности не ограничивался только интересами своей нации, но постоянно думал о благе всего человечества, и в письме к Петру Великому он писал: "Я не принадлежу к числу тех, которые питают страсть только

к своему Отечеству или к какой-нибудь другой нации. Мои помыслы направлены на благо всего человеческого рода, ибо я считаю отечеством Небо, а его согражданами всех благомыслящих людей. Мне приятнее сделать много добра у русских, чем мало у немцев или у других европейцев, хотя бы я и пользовался величайшими почестями, богатством и славой, но не мог при этом принести много пользы другим, ибо я стремлюсь к общему благу"¹. Характеристической чертой Лейбница было его стремление к международным научным предприятиям, и это стремление осталось связанным навсегда с Петербургской Академией Наук. Мы видим, в самом деле, что в продолжение 200-летнего существования Академия постоянно принимала участие в трудах, носящих международный характер. Измерение длины меридиана, которое было произведено Струве, знаменитые работы Пулковской обсерватории, метеорологические исследования Главной Физической Обсерватории и огромное количество экспедиций являются примерами этого рода работ. В продолжение 20 лет Лейбниц играл огромную роль в научных предприятиях России, и несколько экспедиций было организовано под его покровительством. Мы можем процитировать, например, знаменитую экспедицию Беринга для изучения берегов Азии. Эта экспедиция имела, между прочим, задачей решить вопрос, соединяется ли Азия с Америкой, или существует пролив, который их отделяет и который может играть важную роль для навигации. Экспедиция, организованная русским правительством в 1725 году под начальством лейтенанта Беринга, действительно открыла пролив, который получил имя Берингова пролива. Среди других проблем, которыми занимался Лейбниц, необходимо указать его проект, касающийся основания университетов в Москве, Киеве и Астрахани, которые должны были подготовить для государства инженеров, ученых медиков и преподавателей средних школ.

Первые академики, призванные не только культивировать чистые науки, но также и разрабатывать их практическое приложение, были приглашены, главным образом, из Германии². Задачи русской жизни были

Речь, произнесенная основателем и первым главным редактором журнала "Успехи физических наук" Петром Петровичем Лазаревым на Торжественном заседании Академии Наук, посвященном празднованию 200-летнего юбилея Российской Академии Наук в Москве 13 сентября 1925 г. Впервые была опубликована в Ленинграде отдельной брошюрой тиражом 500 экземпляров издательством АН СССР в 1926 г. Графические портреты ученых, приведенные в статье, были выполнены самим П.П. Лазаревым.

¹ W. Guerrier *Leibniz in seinen Beziehungen zu Russland und Peter dem Grossen* (S. Petersburg, 1873) S. 208.

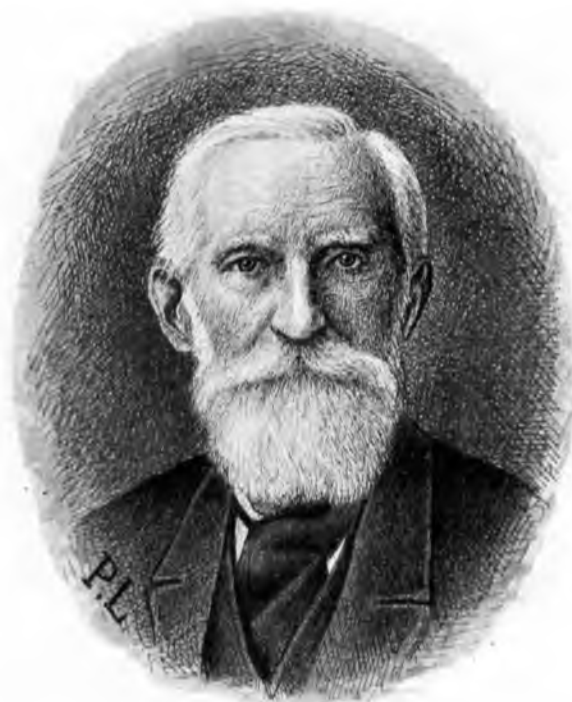
² Среди первых членов Академии (от 1725–1733 гг.) 20 было из Германии, 5 из Швейцарии, 2 из Франции и только один (В.Е. Аладуров) был русский.



Л. Эйлер

мало им знакомы и работы Академии в первые годы ее существования, мало касались насущных интересов страны. Но уже в лабораториях и кабинетах Академии Наук, руководимых первыми академиками, начали работать молодые русские, стремящиеся к знанию. Таким образом, составилась мало-помалу кадр национальных русских ученых, ставящих себе задачей культивирование науки у себя на родине. В первом ряду этих людей нужно поставить знаменитого Ломоносова, одаренного безграничным научным воображением. Ему обязана наука исследованиями высокой важности в области молекулярной физики, в области химии, в области электричества, оптики и т.д. Шаг за шагом, благодаря успехам русских ученых на месте иностранной науки, привитой извне, стала вводиться наука русская, культивированная русскими учеными. Понемногу наука связала себя с техническими приложениями, и Ломоносов посвящал значительное время для того, чтобы создать целый ряд химических производств для того, чтобы создать стеклянное дело в России и т.д. Это соединение науки и техники осталось навсегда характерной чертой русской науки, хотя оно не всегда находило для себя благоприятную почву. Стремление поставить исследования на более широкую основу, сделать их систематическими, внушило Ломоносову идею создания научной школы, и, хотя в самом начале работ в Академии, условия были очень неблагоприятны, ему удалось организовать первую научную лабораторию, где практиканты производили ученые изыскания. Эта лаборатория была основана много раньше знаменитой лаборатории Либиха в Гиссене. Но Ломоносов не ограничивался только что сказанным. Он понимал, что прогресс науки требует интеллектуального развития масс. Для этой цели, кроме публичных лекций, произнесенных им в Академии, Ломоносов разработал проект создания высшей школы — университета, имеющей задачу систематической под-

готовки к научной деятельности молодых людей, желающих посвятить свое время этим работам. Эта идея была необходимым развитием мысли Лейбница о просвещении России, и в этой задаче Ломоносову очень много помог Шувалов, при содействии которого и был основан 1-й Университет в Москве. Таким способом возникла возможность распространить научные знания среди населения. После основания университета в Москве, русское правительство создало целый ряд университетов, из которых большая часть получила выдающееся положение в науке. Мы должны указать, наряду с Московским Университетом, на Университеты Петербургский, Казанский, Киевский и Харьковский. О значительности результатов, полученных университетскими лабораториями на различных частях территории России, можно судить, если мы рассмотрим прогресс только одной науки — химии. В самом деле, мы видим, что центральный журнал *Русского Физико-Химического Общества*, основанного Менделеевым, точно так же, как и съезды химиков, постепенно вовлекают в работу большее и большее число ученых и вскоре становятся хорошо известными за границей. Университетские лаборатории получают значение международных центров, наряду с лабораториями Академии и учеными учреждениями других стран Европы. Создание университетов сыграло огромную роль для химии, физики, биологии и геологии, из которых каждая в отдельности следовала своему особому оригинальному пути. Можно сказать, что с этих пор во всех областях науки мы имеем самостоятельные исследования, мы имеем оригинальный выбор методики, и русская наука получает весьма высокую оценку за границей. В этот университетский период русской науки, Академия Наук выполнила работы высокой важности, и большая часть крупных русских ученых, работавших в университетских лабора-



П.Л. Чебышев



А.М. Ляпунов

ториях и кабинетах, была в то же время и членами Академии Наук. Таким образом, после первого периода, чисто академического, появляется второй — университетский, при котором, наряду с деятельностью Академии, создается большое количество научных центров, получающих все большее и большее значение не только в России, но и за границей, и это обстоятельство сыграло выдающуюся роль в интеллектуальном развитии страны. Огромное количество врачей, преподавателей, инженеров и адвокатов получило свое образование в высших школах, организованных по типу Университета в Москве, созданного Ломоносовым. Большое количество работ, выполненных в России за этот второй период, было закончено в университетских лабораториях, явившихся настоящими школами для молодежи.

Появление ряда новых специальных дисциплин и усложнение методов исследований поставили перед наукой новые задачи. Развитие экспериментального метода исследования и расширение задач потребовали создания Институтов, приспособленных к выполнению специальных задач. Это стремление мы наблюдаем в Европе и в Америке, это же стремление можно наблюдать и в России. Перед войной первыми учреждениями этого рода были в Москве Московский Научный Институт в области точных наук и Институт Экспериментальной Медицины в Петербурге для медицинских наук. Наконец, после войны, уже во время революции в России возник целый ряд Институтов, которым мы обязаны обширной и интенсивной научной работой. Академия Наук приняла живое участие в создании большого количества новых институтов (Радиевый, Платиновый, Физико-математический и т.д.); некоторые из них сделались потом самостоятельными, как, например Оптический Институт.

Если мы рассмотрим теперь роль русской науки наряду с наукой международной, мы должны прежде

всего спросить, каковы результаты деятельности русских ученых за этот период и какова роль русской науки в прогрессе человеческих знаний.

Прежде всего мы займемся математикой, развитие которой у нас в значительной мере зависело от работ первых академиков, и главным образом гениального Эйлера. Молодой Эйлер приехал в Россию из Швейцарии. Сложная и напряженная работа позволила ему перейти от медицины через физику к чистой математике. В этом отделе науки после основных открытий в области анализа бесконечно малых, выполненных Ньютоном и Лейбницем, было необходимо развить принципы дифференциального и интегрального исчисления, и эта трудная проблема была решена Эйлером. Им были впервые даны блестящие по изложению курсы анализа, долго оставшиеся настольными книгами математиков. Задача о максимумах и минимумах в наиболее сложных условиях привела Эйлера к открытию принципов вариационного исчисления, которое играет огромную роль в приложении математики к механике и физике и которое впоследствии нашло в России блестящих представителей. Механика, созданная гением Ньютона и приложенная сначала к простым задачам, сохраняла до работ Эйлера характер геометрической дисциплины в том виде, как она вышла из рук Ньютона. Эйлер выполнил впервые смелую попытку приложить новые математические методы к изучению проблем механики и, таким образом, впервые заложил основание современной аналитической механики. Проблемы вращения твердых тел и движения жидкостей явились приложением методов этой новой механики к различным частям науки. Наконец, многие проблемы математической физики были решены аналитическим путем. Так, например, Эйлер был первым, кто развил систему геометрической оптики со всеми ее приложениями. Эйлер попытался



Н.И. Лобачевский



М.В. Ломоносов

первый приложить математический анализ к решению сложных проблем физиологии, и ему принадлежат замечательные исследования о движении крови в сосудах, позволяющие его считать основателем биологической физики. В области техники необходимо упомянуть о его замечательных исследованиях по теории корабля, по теории колебаний, по задачам, связанным с теорией упругости, по гидравлическим турбинам и т.д. В России он явился главой математической школы, и мы можем видеть, что в его работе над движением Луны ему помогли его сотрудники, молодые математики — его ученики.

Работы Эйлера охватывали почти все части чистой и прикладной математики и вызвали в России огромное количество исследований, посвященных тем же проблемам. В своей деятельности Эйлер не довольствовался только научными и техническими работами. Он занимался вопросами среднего образования, причем для средней школы он написал несколько учебников, и среди них его трактат алгебры, являющийся классическим. Наконец, Эйлеру мы обязаны замечательной популярной книгой, излагающей принципы современной точной науки в форме писем к немецкой принцессе. Эта книга сохраняет свой полный интерес до сих пор.

Научная работа Эйлера имела международное значение и высоко ценилась не только в России, но и в Европе, и мы хотели бы процитировать несколько мест из блестящей речи, произнесенной по поводу его смерти в Парижской Академии Наук знаменитым Кондорсе. "Все знаменитые математики, которые существуют в настоящее время, являются его учениками. Нет ни одного, кто при получении математического образования не изучил его работ; кто не получил бы от него его формул, его метода. Нет ни одного, кто в своих исследованиях не был руководим, не был бы поддержан гением Эйлера. Этой славой он обязан той революции, которую он произвел в

математических науках, подвергнув их анализу. Он обязан этим и своему упорству в работе, которое ему позволило охватить все математические науки в их совокупности; он обязан этим также и порядку, который он умел вкладывать в свой великий труд, простоте и элегантности своих формул, ясности своих методов и доказательств, которые еще увеличивались от большого количества хорошо выбранных примеров. Ни Ньютон, ни даже Декарт, влияние которого было весьма велико, не достигли такой славы, какую имел Эйлер, и до сих пор среди геометров только Эйлер ею владеет всецело и нераздельно". Указывая на положение Эйлера в России, Кондорсе пишет: "Русское правительство никогда не рассматривало Эйлера, как иностранца". И затем: "Его смерть была рассматриваема, как общественная потеря в той стране, в которой он жил. Петербургская Академия Наук устроила ему торжественные похороны и создала на свои средства мраморный бюст, который должен быть помещен в одной из зал ее собраний. Академия во время его жизни воздала ему еще более поразительные почести". "Таким образом, — прибавляет Кондорсе, — страна, которую к началу этого столетия мы рассматривали еще как варварскую, учит наиболее просвещенные нации Европы, как нужно чтить жизнь великих людей и их память".

Такой человек, как Эйлер, не мог остаться без влияния на будущие математические работы в России, и мы находим после него математическую школу, работы которой можно рассматривать, как непосредственное продолжение его собственных исследований.

За первый период существования Академии, кроме Эйлера, мы должны здесь указать еще двух математиков, его современников. Это были Николай и Даниил Бернулли. Второй весьма известен, как автор исследования по гидродинамике, в котором изложены в первый раз законы газового состояния материи, трактованные с точки зрения кинетической теории газов (1738 г.).

Между знаменитыми математиками, которые могут быть рассматриваемы как продолжатели трудов Эйлера, необходимо указать на первом месте Остроградского, влияние которого на развитие математики в России было огромно. Остроградский работал в области математики, механики и математической физики. Среди его работ в области математики наиболее важными можно считать его классические исследования по вариационному исчислению, краткое изложение которых в известной книге Тоттенгера ("История успехов вариационного исчисления") содержит 28 страниц (111–139). Мы не можем изложить всего того, что было сделано этим ученым в области математики. Мы можем только указать, что большое количество важных математических теорем было открыто Остроградским. Как пример, мы можем указать на знаменитое преобразование тройного интеграла в двойной, играющее выдающуюся роль в математической физике (в гидродинамике, теории тепла, электричестве, магнетизме); это преобразование составляет основу Максвелловой теории непосредственного действия в электричестве. Это знаменитое преобразование было открыто Остроградским³. В механике наиболее

³ Максвелл в своем знаменитом трактате по электричеству и магнетизму (I том, стр. 117, Оксфорд, 1871 г.) пишет: "Эта теорема, по-видимому, была в первый раз дана Остроградским в статье, прочитанной в 1828 г. в Академии Наук и опубликованной в 1831 г.".

важные работы Остроградского касаются изучения движения упругого тела и развития методов интегрирования уравнений динамики. В этих областях Остроградский был продолжателем Эйлера и великих французских математиков — Лагранжа, Пуассона и Коши; с некоторыми из них он был связан отношениями личной дружбы. Для математической русской школы Остроградский сыграл в высшей степени важную роль, так как он был одним из первых русских математиков, которые работали во Франции у знаменитых ученых; он установил с французской наукой связь, которая продолжается и до сих пор. Работы Брашмана и Давидова над равновесием плавающих тел и в особенности блестящие труды Жуковского, посвященные вопросам аэродинамики и гидродинамики, должны быть рассматриваемы как естественное продолжение работ Эйлера и Остроградского. Наконец, для практического приложения математики в тех областях, которые были разработаны трудами Эйлера и Остроградского, имеют большое значение труды русских инженеров.

Последующие успехи математики в России связаны с работами Чебышева и Ляпунова. Чебышев развил несколько отделов анализа бесконечно малых и в частности вариационного исчисления. Затем он дал решение многих трудных задач теории вероятности и разрешил многие вопросы в прикладной математике, имеющие большое практическое значение. Его роль как профессора в Университете и как ученого была чрезвычайно значительна. Наши данные по развитию математических наук были бы неполны, если бы мы не упомянули о выдающейся основной работе Ляпунова, которая относится к изучению формы жидкого тела, находящегося во вращательном движении, причем частицы этого тела связаны друг с другом силами Ньютоновского притяжения. Эта трудная задача, представляющая огромный интерес в области теории и приводящая к новым методам математического анализа, является в то же время и задачей высокой практической важности, так как вопрос о форме жидкости, находящейся во вращательном движении, является вопросом о форме планет, который имеет огромное значение в области высшей геодезии. Труды Ляпунова блестяще решили этот в высшей степени важный вопрос о равновесии жидкостей. Он доказал, что некоторые из фигур равновесия образуют неустойчивую систему, стремящуюся перейти в новую устойчивую при отделении спутника. Этот вопрос получил огромное значение в космической физике, которая, основываясь на работах Пуанкаре, Дарвина и Ляпунова, дала в последнее время картину эволюции звездных систем.

Мы говорили до сих пор исключительно о работах в области чистого анализа и его приложений, вытекавших из исследований Эйлера и составивших блестящую главу в области приложений математики к задачам изучения природы. Теперь мы должны перейти к геометрическим вопросам, которые были впервые разрешены в России, и мы укажем здесь прежде всего на гениальные исследования Лобачевского, которому наука обязана созданием новой неевклидовой геометрии. Лобачевскому удалось открыть те основы, на которых покоятся геометрические выводы; он доказал, что аксиома параллельных линий может быть рассмотрена, как некоторая экспериментальная истина. Согласно Лобачевскому, можно представить теоретически существование пространства,



Д.И. Менделеев

обладающего свойствами, которые не существуют в нашем евклидовском пространстве. В таком пространстве, например, параллельных линий, проходящих через одну точку, может быть несколько. Эти работы позволили в первый раз установить, что геометрия является по существу экспериментальной наукой, и из всех экспериментальных наук наиболее точной. В то же время его знаменитые исследования указали на возможность существования целого ряда пространств, свойства которых отличаются от нашего евклидовского пространства. Развитие этих работ мы находим в трудах Римана, Гельмгольца и Ли. Эти же работы по неевклидовой геометрии позволили Эйнштейну установить прочную базу для принципа относительности.

Переходя от вопросов чистой и прикладной математики к вопросам экспериментальных наук, необходимо отметить, что в области астрономии и геодезии Россия занимает выдающееся место. Прежде всего нужно указать на знаменитое измерение меридиана, сделанное под руководством Струве, измерение, которое охватывает больше, чем 25° дуги меридиана. Триангуляция, при помощи которой это измерение было сделано, включает наиболее северные части земного шара и дает очень ценные данные для суждения о форме нашей Земли, так что во всяком трактате по геодезии это замечательное научное предприятие и его результаты точно описываются. Работы по градусным измерениям получили значительное развитие после смерти Струве. Здесь главная часть работ была выполнена корпусом военных топографов, который произвел грандиозную работу в области геодезии и картографии — работу, которая имеет чрезвычайно важное значение для суждения о фигуре Земли.

Говоря об астрономических работах, невозможно не остановиться на знаменитом Пулковском каталоге,



А.М. Бутлеров

являющемся одним из основных научных предприятий нашей знаменитой академической обсерватории. Определение параллакса звезд представляет точно также пример точности и оригинальности метода. Наконец, определение скорости движения звезд, основанное на принципе Доплера, является одним из блестящих приложений астрофизики. Необходимо отметить, что физическое изучение принципа Доплера в области оптики было сделано впервые в Пулкове Белополюским, и затем изучено более детально Голицыным.

Исследования Бредихина доказали, что кометные хвосты, наряду с притягательной силой, соответствующей всемирному тяготению, заставляют признать существование отталкивательных сил, подчиняющихся тому же закону расстояния, как и всемирное тяготение. Исследования Лебедева установили, что отталкивание должно зависеть от давления света Солнца на молекулы газа, образующего кометный хвост. Точные опыты, проделанные Лебедевым, доказали действительно, что можно наблюдать не только давление света на твердые тела, как это показала электромагнитная теория Максвелла, но и на отдельные молекулы газа. Эти замечательные экспериментальные работы представляют интерес не только как подтверждение теории Максвелла, но и как одно из оснований учения о переменной массе, зависящей от скорости движения — учения, которое играет выдающуюся роль в современной физике.

Мы перейдем теперь к науке, результаты которой в России были особенно замечательны и которая, на самом деле, играет первенствующую роль во всей точной науке — это именно к области молекулярной физики и химии, так тесно связанных в настоящее время. Первому русскому ученому — Ломоносову — принадлежит блестящая идея объяснить одновременно физические и химические явления существованием моле-

кулярной структуры тел. Ломоносов допускает, что существует ограниченное число тел химически не изменяемых — элементов, изолированные частицы которых, невидимые для глаза, обладают свойствами, различными для каждого элемента. Каждое вещество, которое находится в природе, образовано из комбинации этих невидимых частичек атомов, которые, вообще говоря, не находятся в покое, но движутся непрерывно. Атомные движения производят тепловые явления. Исходя из этих простых представлений, Ломоносов объясняет не только физические процессы, но и образование химических соединений. В своей знаменитой книге, озаглавленной "Элементы математической химии", Ломоносов дает изложение атомистической теории, основные положения которой представляются нам сейчас настолько современными, что кажется, будто они заимствованы из современных трактатов молекулярной физики. Мы процитируем здесь несколько отдельных мест из этой книги Ломоносова, изменив только его терминологию на терминологию современную⁴.

"Определение 37-е. Атом есть часть тела, не состоящая из каких-либо других мелких тел, отличных от него.

Определение 38-е. Молекула есть собрание атомов в одну незначительную массу.

Определение 39-е. Молекулы однородны, если состоят из одинакового числа одних и тех же атомов, соединенных одинаковым образом. Молекулы разнородны, когда атомы их различны и соединены различным образом или в различном числе. От этого зависит бесконечное разнообразие тел.

Элемент есть тело, состоящее из однородных молекул. Соединение состоит из двух или нескольких элементов, так соединенных между собой, что в каждой отдельной его молекуле имеется такое же соотношение частей, как и во всем соединении между отдельными элементами".

Мы видим из этих определений, что теоретические представления Ломоносова являются совершенно современными. Необходимо прибавить, что Ломоносов дает очень подробное описание свойств атомов и молекул в своей статье "О составляющих тела природы нечувствительных физических частичках, в которых находится достаточное основание частных свойств".

"Определение 52-е. Физические тела разделяются на мельчайшие части, избегающие чувства зрения, так что тела состоят из нечувствительных физических частичек.

Определение 55-е. Отдельные физические частички имеют протяжение.

Определение 58-е. Отдельные нечувствительные физические частички одарены силой инерции.

Определение 59-е. Каждая частичка состоит из определенного количества материи, так как сила инерции пропорциональна количеству материи.

Определение 60-е. Отдельные частички непроницаемы друг для друга.

Определение 69-е. Когда изменяется частичное качество тел, нельзя себе представить ни одного случая, чтобы нечувствительные частички не соединялись, разде-

⁴ В различных работах Ломоносова терминология не является одинаковой. Вместо "атома" он применяет слово "элемент", или "физическая монада". Вместо "молекула" он пишет "корпускула".

лялись или переносились, но никакое изменение в телах не может произойти без движения. Хотя по большей части какое-либо движение не ощущается, но нечувствительные частички должны движением тоже нечувствительным соединяться, разделяться или переноситься.

Определение 70-е. Так как частичные свойства тел изменяются от соединения, разделения или перемещения частичек, то, следовательно, достаточное основание их заключается в нечувствительных частичках.

Определение 72-е. Достаточное основание частичного качества заключается в протяжении, силе инерции и физическом движении нечувствительных частичек.

Определение 77-е. Частичные качества тел могут быть объяснены законами механики⁵.

Можно оценить гениальные идеи Ломоносова, если их сравнить с современными представлениями химии или физической химии. Мы видим в современных трактатах химии, что атомистическая теория изложена почти в тех же словах, которые мы находим у Ломоносова. Но у Ломоносова мы видим еще шаг дальше, шаг, который был сделан только в нашу эпоху. Именно мы говорим о его попытке связать химическую и физическую атомистику в одно неразрывное целое. Мы видим, что с работами Ломоносова относительно молекулярных свойств тел неразрывно связана работа, составляющая основание для математической теории теплоты, которая вытекает непосредственно из его работы по молекулярной физике. В этой работе "О причинах тепла и холода" (1744–1747 гг.), изложив свои гениальные идеи, Ломоносов пишет: "Из этой нашей теории вытекают такие следствия. Частицы теплых тел вращаются скорее; более холодные — медленнее. Теплое тело от соприкосновения с холодным охлаждается вследствие замедления теплового движения. Наоборот, холодное нагревается от ускорения его при прикосновении"⁶. Для уяснения его точки зрения на идеи, касающиеся свойств атомов, необходимо также указать на важную его работу по упругой силе воздуха (1745 г.). Ломоносов в этой работе пишет: "Поэтому мы несколько не сомневаемся, что частицы воздуха, стремящиеся отойти друг от друга, при появлении упругой силы, лишены всякого физического сложения и организованного строения и, чтобы быть в состоянии подвергнуться таким переменам и производить удивительные действия, должны быть весьма твердыми и не поддающимися какому-либо изменению. Поэтому по справедливости их надо назвать атомами"⁷. Мы видим, что те же самые свойства атома предполагает кинетическая теория газов, и объяснение давления газа по существу является в современной теории тем же самым, как и у Ломоносова. Механическая теория теплоты Ломоносова является смелым обобщением тех представлений Бернулли, которые он разработал во время своего пребывания в Петербурге и опубликовал по-латыни, под заглавием "Гидродинамика или комментарии о силах и движении жидкостей" (1738 г.). Расширение газов, которое вытекало из представлений Ломоносова, было в первый раз изучено им

экспериментально и дало коэффициент расширения, который мало отличается от точного коэффициента расширения газов. Предполагая, что во время химических превращений вещества атомы элементов меняют свое место, Ломоносов заключает, что масса вещества до и после химической реакции должна оставаться одной и той же. Он выводит, таким образом, теоретически основной закон современной химии — закон сохранения массы. Далее он подвергает экспериментальному контролю этот закон, заставляя действовать два тела друг на друга, причем эти два тела заключены в запаянной трубке и могут вызвать реакцию, которая приводит к образованию новых соединений. Взвешивая трубку до и после реакции, он доказывает, что вес тел и, следовательно, их масса остается той же самой. Этот опыт, сделанный несколько десятилетий раньше Лавуазье, является основой современной химии. Таким образом, Ломоносова должно наряду с Лавуазье рассматривать, как основателя современной научной химии. Интересно, что теория, разработанная Ломоносовым, позволяет получить теоретически другие законы, установленные позднее Далтоном, Гей-Люссаком и многими другими учеными. Эти работы Ломоносова по молекулярной теории представляют собой классический пример великих творений, намного опередивших свою эпоху, и, конечно, этим обстоятельством объясняется, что они не были достаточно оценены своими современниками⁸.

Современные химики ставят Ломоносова в первые ряды ученых, и, например, известный немецкий историк химии Шпеттер в своих "Этюдах по изучению предшественников Ломоносова" писал: "Можно с большой степенью вероятности предполагать, что Ломоносов в эпоху Лавуазье при концентрировании своих умственных сил на чисто химических вопросах также легко достиг бы той цели, как и Лавуазье". Введение к изданию Ломоносова в собрании классиков Оствальда заканчивается так: "Ясность мысли Ломоносова вызывает у многих не историков во время чтения чувство удовлетворения".

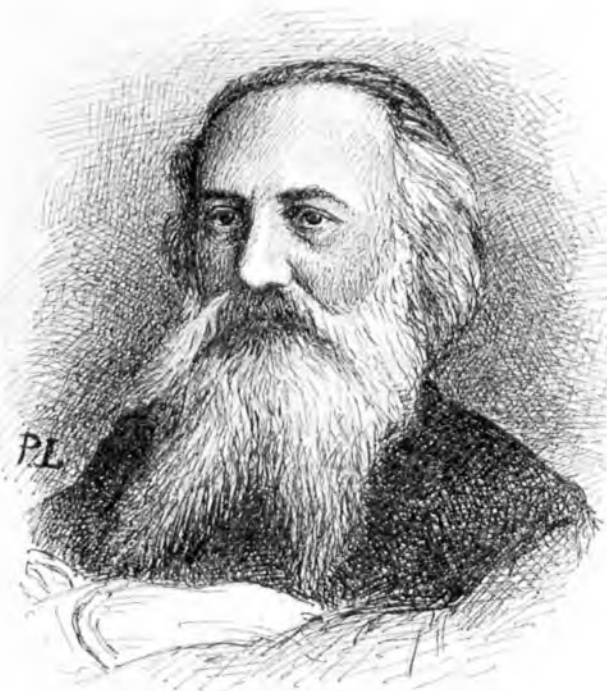
Изучение элементов и их свойств позволило открыть некоторые общие закономерности, касающиеся элементов, образующих сходственные соединения. Но закон, который управляет всеми элементами, не был найден, и только Менделееву принадлежит честь введения порядка и ясности в хаос, который был в области изучения элементов. Менделеев разработал полную классификацию элементов, основанную на атомном весе, и в таблице, помещенной в I томе знаменитых "Основ химии" (1869 г.), Менделеев дал в первый раз не только рациональную классификацию элементов уже известных, но и указал метод для того, чтобы предсказать существование элементов до сих пор не открытых, и

⁵ *Elementa chimiae mathematicae* Собр. сочин. Ломоносова, т. VI, стр. 23 и сл.

⁶ *Meditationes de caloris et frigoris causa* Собр. сочин. Ломоносова, т. VI, стр. 45.

⁷ *Tentamen theoriae de vi aëris elastica* Собр. сочин. Ломоносова, т. VI, стр. 83–84.

⁸ Здесь небезынтересно заметить, что на родине Ломоносова в России вплоть до работ последнего времени даже передовые люди не понимали глубочайшего значения творений гениального физика и химика. Вот как, например, характеризует А.Н. Радищев в своем сочинении "Путешествие из Петербурга в Москву" Ломоносова: "Следуя истине, не будем в Ломоносове искать великого дееспособного, не сравним его с Тацитом, Реналем или Робертсоном, не поставим его на степень Маркграфа или Ридигера, зане он упражнялся в химии. Если сия наука была ему любезна, если многие дни жития своего провел он в исследовании истин естественности, то шествие его было шествием последователя. Он скитался путями проложенными, и в нечисленном богатстве природы не нашел он ни малейшей былинки, которую бы не зрели лучшие его очи".



Е.С. Федоров

одновременно указал их точный атомный вес. В установлении изученных уже атомных весов, система Менделеева также сыграла весьма важную роль, и Менделеев был единственным химиком, который, основываясь на законе периодичности химических свойств элементов, попытался поправить значение атомных весов. Его поправки уже указаны в первом издании его "Основ химии". Истинное значение атомных весов, таким образом, тесным образом связано с периодической системой. Открытие новых элементов подтвердило вполне теорию Менделеева и показало всю важность периодической системы Менделеева. Таким образом, с этого момента химия получила физиономию точной науки, которую она имеет и сейчас. В области современной физики и химии таблица Менделеева играет основную роль, и все открытия, сделанные в области структуры атомов, связаны с периодическим законом.

Изучение капиллярного притяжения на поверхности жидкости при различной температуре приводит Менделеева к открытию закона изменения сил, действующих между молекулами жидкостей, и он показывает, что существует температура, при которой между частицами жидкости нет никакого притяжения, и, следовательно, частицы жидкости свободно могут разлетаться. Эта температура была названа Менделеевым температурой абсолютного кипения, а впоследствии получила название критической температуры. Как понятно, испарение при этой температуре производится безо всякой работы. Труды Авенариуса, Надеждина, Зайчовского и работы Столетова и Голицына доставили весьма обширный материал, и данные русских ученых заключают в сборнике Ландольта в эту эпоху значительную часть всех данных по критическим температурам. Следствия, вытекающие из идеи Менделеева, могут показать, насколько она является плодотворной и мы должны помнить, что

возможность ожижения воздуха, водорода и гелия, связанное с достижением самых низких температур, сделалась осуществимой благодаря знанию критической температуры; это показывает, как огромно было значение трудов Менделеева.

Теория растворов получила в трудах Менделеева весьма значительное развитие. Изучая растворы спирта и воды, Менделеев допускает, что внезапные скачки, наблюдаемые в физических свойствах этих растворов, зависят от возникновения гидратов, которые образуют своеобразные химические соединения, находящиеся в состоянии диссоциации в растворах. Эта теория, развитая параллельно с теорией Ван't Гоффа и Аррениуса, приложимой только к разведенным растворам, может, наоборот, объяснить свойства крепких растворов. Более поздние исследования доставили гидратной теории Менделеева прочную экспериментальную базу.

Структура молекул и зависимость связи атомов одних от других, изучаемые в органической химии, были в первый раз разработаны Бутлеровым, и его труды получили подтверждение в трудах его многочисленных учеников. Среди работников в области органической химии мы должны процитировать Зинина, Вагнера, Меншуткина, Марковникова, Чугаева, причем многие из трудов их сделались классическими исследованиями.

Мы уже видели, что Ломоносову мы обязаны основанием современной теоретической физической химии. Здесь можно указать, что Гессу мы обязаны его классическими работами, составляющими основы термохимии, далее, что Паррот подробно изучил явление диффузии, имеющее огромное значение в области физической химии, которое он описал с ясностью и подробностью.

Кончая обзор этой главы русской науки, нужно указать на гениальные работы по структуре кристаллов,



К.Э. фон Бер



А.О. Ковалевский

принадлежащие Гадолину и Федорову. Эти работы могут быть помещены наряду с великими исследованиями основателей научной кристаллографии и представляют собой геометрическую базу для развития современной кристаллографии.

Переходя к чистой физике, мы не можем не указать на замечательные исследования Лебедева, посвященные взаимодействиям резонаторов. Эти исследования позволили Лебедеву думать, что действие молекул, рассматриваемых, как резонаторы, может быть объяснено взаимодействием самих резонаторов. С этой точки зрения Лебедев дал краткое изложение процессов диффузии, химических соединений и т. д.

Явления, которые наблюдаются при действии света на материю, были изучены многими русскими физиками весьма подробно. Свет действует, производя тепловой эффект, эффект механический (так как свет давит на предмет, на который он падает), далее свет производит испускание электронов (фотоэлектрический эффект), и, наконец, свет производит многочисленные химические реакции. Как мы указали выше, Лебедев открыл световое давление, Столетов изучил фотоэлектрический эффект в той элементарной форме, которая сейчас сделалась классической. Среди ученых, которые изучили фотохимические реакции, можно найти в России основателей современной фотохимии (Гротгус). Наконец, заканчивая обзор работ о свете, нужно указать, что Умов в одной русской работе математически изложил идею о движении энергии в телах — идею, которая после работ Пойнтинга играет выдающуюся роль в современной физике.

Заканчивая обзор работ по физике, мы должны указать, что Петров задолго до Дэви наблюдал явление

вольтовой дуги, и Яблочков приложил это явление к электрическому освещению (свеча Яблочкова). Далее Якоби сделал важное практическое открытие, изобретая гальванопластику. Наконец, работы Ленца, который формулировал закон индукции и изучил тепловые действия электрического тока, являются в настоящее время классическими.

Среди иностранных знаменитых ученых, работающих в России в эпоху быстрого развития математических наук (1810–1840 гг.), нужно указать Клапейрона и Ламэ, которые были профессорами в Петербурге.

Космическая физика также получила большое развитие в России. Основание центральной Главной Физической обсерватории в Петербурге позволило России принять участие в международных геофизических работах. Работы директоров этой обсерватории — Купфера, Вильда, Голицына создали не только методы наблюдения, принятые в геофизических работах (методика магнитометрии, сейсмометрии), но и продвинули значительно теорию соответствующих областей знания.

Наряду с физическими и химическими науками биологические науки за это время также блестяще развились в России, и мы обязаны русским ученым серией основных работ в области животной и растительной биологии. Прежде всего, нужно указать, что основатели эмбриологии — Каспар, Фридрих Вольф и Карл фон Бер были членами Академии Наук и работали в ее лабораториях. Принципы сравнительной эмбриологии, дающие представление об одном и том же типе развития у различных животных, были созданы Ковалевским, Мечниковым и Заленским в России, и их работы цитируются во всяком большом учебнике эмбриологии. Переходя к другим областям биологии, можно цитировать работы в области анатомии Пирогова, который разработал новый метод для определения истинного положения органов



И.И. Мечников



И.М. Сеченов

человеческого тела и дал точное их описание. Эти работы до знаменитого открытия Рентгена являлись единственным средством составить себе правильное представление о взаимоотношениях органов. Работы Пирогова, помимо их основного теоретического значения, оказали большое влияние на развитие хирургии, и атлас Пирогова рассматривался до конца прошлого века, как основной атлас в анатомии. Далее необходимо указать, что в физиологии мы имеем прекрасные исследования Сеченова над газами крови, над тормозящей ролью нервной системы и, наконец, обширные превосходные исследования Павлова над пищеварением и над условными рефлексами. Говоря о физиологических исследованиях, мы должны цитировать также блестящие работы по растительной физиологии Фаминцына, который в первый раз дал систематическое объяснение явлений превращения материи в растительном организме. Описание флоры и фауны России, выполненное многократно, составляет огромную работу, имеющую большое научное значение. Морфолого-физиологические работы Ценковского, Воронина и Виноградского создали новые области в биологии.

Наконец, Россия, занимающая седьмую часть поверхности земного шара, в своей Европейской России была детально изучена русскими учеными с точки зрения геологической и географической. Здесь на первом месте нужно поставить работы знаменитого путешественника и ученого — Палласа. Эти работы были весьма высоко оценены не только в России, но и за границей, и мы хотели бы процитировать здесь одно место из речи, произнесенной знаменитым Кювье после смерти Палласа. "Когда, — пишет Кювье, — человек посвятил все свое существование науке, когда он занимается исключительно только наблюдением и описанием, его исследования отделяются друг от друга только временем, которое

потребно на их публикацию, можно ожидать, что его жизнь не представит чего-нибудь интересного, и что она будет заключаться целиком в анализе его творений. Но если, работая для ученых своего ранга, если, собирая как можно больше фактов, ученый постоянно стремится их выразить в наиболее простой и наиболее ясной форме и позволяет другим делать легкие выводы, то анализ работ делается почти невозможным, и для того, чтобы познакомиться с работами, необходимо их все привести дословно. Таков был Паллас". Его влияние на открытия в области географии России, на проблемы геологии было огромно, и мы можем его поставить наряду с наиболее крупными людьми его эпохи. Первая эпоха геологических и географических исследований принадлежала исключительно Академии. Основание Геологического Комитета создало условия очень благоприятные для научных геологических исследований, и, начиная с 1882–1925 гг., работы увеличивались постоянно и в широту, и в глубину. Если мы сравним число научных и практических командировок, то мы получим в 1882 г. в круглых цифрах около 10, в 1902 — около 30 и в 1925 — около 180. Работы Геологического Комитета создали геологическую карту Европейской России. Что касается до России Азиатской, то она до сих пор еще мало изучена, и ее изучение является проблемой будущего.

До сих пор мы говорили о науке чисто, вне ее приложения к практике. Между тем и в сфере прикладных наук русские ученые сделали очень много. Мы можем указать, как пример, на замечательные исследования Ломоносова, сделанные им в 1-й Химической Лаборатории, которые служили основой для многих отделов химической технологии. Из современников химиков Менделеев уделял значительное время задачам химической промышленности и являлся ее большим



Н.И. Пирогов



П.С. Паллас

знатоком. Целый ряд книг был посвящен Менделеевым этому вопросу. Эти же вопросы получили решение в целом ряде капитальных исследований Бутлерова, Зинина и многих других русских химиков. Одно из замечательных природных богатств России — именно нефть — является предметом тщательного исследования наших химических школ. Эти исследования показали различие между русской и американской нефтью и объяснили причины этого различия. Прикладная механика также нашла блестящих представителей в лице Жуковского, в области аэро- и гидродинамики. Исследования Жуковского являются продолжением знаменитых работ Эйлера и хорошо известны за пределами России. В теории упругости и сопротивления материалов мы также имеем многочисленных представителей, которые создали серию важных работ.

Наконец, медицина, как одна из прикладных наук, всегда была хорошо поставлена у нас. Нужно указать, прежде всего, что введением термометра для измерения температуры больных медицина обязана Парроту. Далее можно цитировать работы, уже указанные выше — Пирогова, Сеченова и Павлова, и указать, что Боткин в Петербурге, Захарьин, Снегирев, Филатов и Склифа-

совский в Москве создали целые клинические школы, основанные на применении точных научных методов.

Мы видели, что русская наука в первый период своего развития не имела независимого существования. На нее оказывала большое влияние европейская наука, и первые ученые в России были иностранцы. Необходимо отметить, что в последний период русская наука сделалась не только вполне самостоятельной, но в свою очередь влияла на науку европейскую и американскую, и многие выдающиеся русские ученые заняли места профессоров и директоров научных лабораторий за границей. Мы приведем, как пример, двух лиц: знаменитого математика Софью Васильевну Ковалевскую и Мечникова, которого рассматривают как главу французской школы иммунитета.

Мы ограничиваемся в нашем кратком изложении истории русской науки периодом довоенным и дореволюционным. Во время последнего периода, в эпоху революции, было выполнено большое количество важных работ, но для того, чтобы оценить их значение, нам не хватает исторической перспективы. Эти открытия слишком близки к нам для того, чтобы наше суждение не содержало, по необходимости, слишком много личного. И это причина, почему мы их не излагаем.

Из всего того, что было сказано выше, вытекает, что чистые и прикладные науки в России дали огромные результаты, и что 200 лет научного развития России доставили русским исследователям выдающееся место среди их европейских и американских коллег и создали русской науке почетную известность. Очевидно, что русский народ слишком мало понимал до последнего времени значение науки. Наука и техника были пересажены из заграницы, как в оранжерею. Наука и ее приложение к практике не были связаны тесным образом с прежней Россией, и это объясняет, почему число ученых у нас было так необыкновенно мало. Совершенно ясно, что прогресс экономической жизни страны и развитие производительных сил зависят от могущества техники, которой обладает страна, и совершенно очевидно, что одна техника не может развиваться без науки. В Европе, как и в Америке, начинают ясно понимать, что наука и техника должны идти нога в ногу, что наука должна направлять практическое приложение техники. И, если мы желаем, чтобы в третьем веке существования науки в России техника процветала, чтобы установилась прочная и постоянная связь между результатами, полученными наукой, и ее применением к технике, необходимо создать для науки условия, которые были бы достойны ее, и тогда можно надеяться, что мы сумеем следовать за нашими великими предшественниками. Этот путь должен сделать нашу страну технически сильной и экономически богатой.