

ДО ВАВИЛОВА

Т. П. КРАВЕЦ

ОТ
НЬЮТОНА
ДО
ВАВИЛОВА

ОТ НЬЮТОНА

Т.П.КРАВЕЦ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
АРХИВ

Т. П. КРАВЕЦ

ОТ НЬЮТОНА ДО ВАВИЛОВА

*Очерки
и воспоминания*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД—1967

Редакционная коллегия:

Ю. Н. Горюховский (зам. отв. редактора), *Б. В. Левшин*, *Н. М. Раскин*, *М. В. Савостьянов*, академик *В. И. Смирнов* (отв. редактор), *А. С. Созонова*, *Г. П. Фаерман*, *В. А. Ченюков*

Составители:

Н. М. Раскин, *А. С. Созонова*, *В. А. Ченюков*

В книгу включены двадцать три статьи покойного члена-корреспондента АН СССР профессора Т. П. Кривца по истории физики. Некоторые из этих работ публикуются впервые. В яркой и доступной форме автор — один из лучших лекторов физиков своего времени — излагает нам с крупнейшими событиями в физической науке в прошлом и ее выдающимися представителями. Ученик знаменитого физика профессора П. Н. Лебедева, Т. П. Кравец посетил ряд выступлений самому учителю. Промежуточно живя в науке (с конца XIX в. до 50-х годов нашего столетия), автор много общался с выдающимися советскими учеными старшего поколения (Д. С. Рождественским, П. П. Лазаревым, А. Н. Крызовым, С. И. Вавиловым); встречам и работе с ними посвящен ряд очерков.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся историей естествознания.

От редакции

История науки привлекает в настоящее время большое внимание широкого круга советских читателей, что связано, как нам кажется, в высокой мере с чрезвычайно интенсивным развитием науки и коренным изменением ее основ. Это касается, в частности, физики, к которой относятся все статьи настоящего сборника. Молодые физики и специалисты сопредельных областей знания нуждаются не только в систематических сочинениях по истории физики, но и в очерках, воспроизводящих живым словом атмосферу того или иного периода развития физики, образ крупного ученого, обстановку возникновения новых идей. Горячий пропагандист истории науки покойный президент Академии наук СССР С. И. Вавилов писал: «История науки не может ограничиться развитием идей — в равной мере она должна касаться живых людей с их особенностями, талантами, зависимостью от социальных условий страны и эпохи...».

Статьи настоящего сборника подходят по своему содержанию именно ко второму направлению работ по истории науки. Автор сборника — видный и разносторонний советский ученый, член-корреспондент АН СССР, доктор физико-математических наук, профессор *Горичан Павлович Кравец* (1876—1955). Он был воспитанником Московского университета, одним из самых ранних и ближайших учеников знаменитого русского физика Петра Николаевича Лебедева (с 1896 по 1912 — год кончины П. Н.), глубочайший пиетет к которому и стиль руководства которого молодыми физиками он пронес через всю свою долгую жизнь. Впоследствии он тесно сотрудничал со многими крупнейшими отечественными учеными: в дореволюционный период с блестящим московским лектором А. А. Эйхенвальдом и продолжателем дела П. Н. Лебедева — П. П. Лазаревым, а позже (с 1926 г.) в Ленинграде с такими корифеями науки, как математик, механик и кораблестроитель А. Н. Крылов, оптик Д. С. Рождественский, в созданном которым Государственном оптическом институте Т. П. Кравец проработал почти 30 лет, и оптик С. И. Вавилов, общение с которым в немалой мере было причиной того, что по-

следние полтора десятка лет своей жизни Торичан Павлович посвятил в основном именно истории физики.

Собственная научная деятельность Т. П. Кравца была посвящена трем физическим проблемам: теория поглощения света, теория сейсм и наводнений и, наконец, теория образования скрытого фотографического изображения, — все это фундаментальные вопросы физической оптики, геофизики, научной фотографии и вместе с тем физики твердого тела. Избранные сочинения Т. П. Кравца по физике были изданы Издательством АН СССР в 1959 г. отдельным томом под названием «Труды по физике».

Т. П. Кравец был крупным научным организатором: его знали как основателя (в 1926 г.) и многолетнего главу ленинградской — крупнейшей в Советском Союзе — научной школы в области научной фотографии и фотографической физикохимии. Его почитали как блестящего лектора. Харьковский, Иркутский и, наконец, Ленинградский университеты, ряд военных академий и другие высшие учебные заведения имели в его лице одного из самых популярных своих профессоров, а знаменитый лектор и автор многотомного курса физики О. Д. Хвольсон еще перед Октябрьской революцией высказывал желание видеть Торичана Павловича своим преемником по кафедре в Петроградском университете (что и произошло после кончины О. Д. в 1934 г.). Т. П. Кравец был и активнейшим общественным деятелем: в частности, в 1928 г. он был президентом Русского физико-химического общества, в 30-х годах состоял председателем Ленинградского инженерно-технического общества фотокинопромышленности, а в послевоенные годы активно работал в качестве заместителя председателя Комиссии по научной фотографии и кинематографии (до своей кончины) и Комиссии по истории физико-математических наук АН СССР.

Подробные биографии Т. П. Кравца были опубликованы в «Успехах физических наук» (т. 44, стр. 301—310, 1951 — Ю. Н. Гороховский, П. В. Мейклар, М. В. Савостьянова и А. С. Топорец), в «Успехах научной фотографии» (т. 5, стр. 200—205, 1957. — Ю. Н. Гороховский) и в вышеупомянутой книге Т. П. Кравца «Труды по физике» (Изд. АН СССР, М.—Л., 1959, стр. 5—29. — Г. П. Фаерман).

Т. П. Кравец принадлежал к тому поколению русских ученых, которые вошли в науку вместе с нашим веком. Как и его учителя и сверстники, он был свидетелем ломки старых классических представлений в естествознании. В первую очередь подвергались коренному пересмотру основные понятия и представления стройного здания классической физики. В своих попытках осознать и правильно оценить события, происходившие в науке, многие естествоиспытатели обращались к изучению истории научных знаний, ища в ней ответа на волновавшие их вопросы. Этот интерес к истории науки полностью воспринял и молодой представи-

тель лучшей русской физической научной школы того времени Т. П. Кравец.

Вот как он впоследствии (1947 г.) говорил о генезисе своих активных историко-физических интересов в предисловии к подготавливавшему им, но оставшемуся тогда не изданным сборнику исторических работ: «Кто в течение долгого отрезка времени работал в быстро развивающейся отрасли науки — а такова физика, — кто принимал хотя бы пассивное участие в постепенном формировании тех идей, которые ныне являются в науке действующими и двигающими, тот в определенный момент своей жизни замечает с некоторым удивлением, ... что он, сам того не зная, занимался историей. Его долг — поведать новым поколениям, как происходило в науке рождение и отмирание ее основных воззрений; это — важная задача, так как каждое научное представление имеет ценность лишь постольку, поскольку имеется мотивированный переход к нему от прежнего, часто противоположного».

В этом высказывании мы встречаемся с основной идеей, которую Т. П. Кравец проводил в своих работах исторического характера, — с идеей о научной преемственности.

Момент сознательного становления историка науки, о котором говорит Торичан Павлович, по указанным выше причинам восходит, по-видимому, к достаточно раннему периоду его биографии. Но фактически обратиться к сформулированной им задаче «поведать новым поколениям, как происходило в науке рождение и отмирание ее основных воззрений», он смог лишь по переезде в 1926 г. в Ленинград, когда он оказался в Академии наук в окружении плеяды таких выдающихся ученых, как В. И. Вернадский, А. Н. Крылов, в дальнейшем С. И. Вавилов и многие другие, живо интересовавшиеся общими вопросами истории естествознания и активно работавшие в этой области. Естественно, что Т. П. Кравец, как высокообразованный физик, был втянут в организационную деятельность по истории знаний, которая широко велась в Академии наук. Сначала это были Комиссия по истории знаний, созданная академиком В. И. Вернадским, и выросший на ее основе Институт истории науки и техники, затем Архив Академии, а в послевоенные годы также Комиссия по истории физико-математических наук, до 1945 г. возглавлявшаяся академиком А. Н. Крыловым, затем академиком С. И. Вавиловым; после его кончины (начало 1951 г.) Т. П. Кравец становится здесь главным действующим лицом. Много работал он и в Ленинградском отделении Института истории естествознания и техники, Комиссии по истории Академии наук, а также и некоторых других учреждениях.

Т. П. Кравец провел большую работу по редактированию и переводу на русский язык ряда произведений классиков науки: полного собрания сочинений М. В. Ломоносова (в качестве заместителя главного редактора, а после кончины С. И. Вавилова —

главного редактора), основных трудов М. Фарадея и Э. Х. Ленца в серии «Классики науки», переписки изобретателей фотографии Н. Ньепса и Ж. Дагерра и ряда других произведений. Почти все эти издания он снабжал обстоятельными редакторскими статьями и комментариями.

Т. П. Кравцу принадлежит ряд ярких выступлений перед широкой научной аудиторией в связи с разными памяtnыми датами и по некоторым малоосвещенным вопросам истории науки.

Вся эта обширная и многообразная деятельность создала Т. П. Кравцу репутацию общепризнанного крупного исследователя по истории точных знаний. В последние годы своей жизни он был фактическим научным руководителем большинства исследований в этой области, проводившихся в Ленинграде. Научное наследие Т. П. Кравца в области истории науки составляет несколько десятков названий. Все они включены в библиографический перечень, который приведен в конце настоящей книги. Естественно, что некоторые из этих работ устарели. Другие в известной мере дублируют друг друга.

При отборе материала для данного сборника редакционная коллегия остановилась на 23 наиболее важных и интересных, по ее мнению, статьях и очерках. При этом были учтены сохранившиеся в бумагах Т. П. Кравца планы и предположения о структуре того несостоявшегося исторического сборника, который подготавливался в 1947 г. Дополнительно включены работы, выполненные в период 1947—1955 гг.

Статьи распределены по трем разделам: 1) «О физике и физиках XVII—XIX вв.»; 2) «Из истории отечественной физики в XIX—XX вв.»; 3) «Отечественные ученые-физики конца XIX и первой половины XX в.». Центральное место последнего раздела составляют статьи о П. Н. Лебедеве и его школе; над увековечением памяти своего учителя Т. П. Кравец работал всю свою жизнь. Исходные формы публикуемых материалов — очерк, редакторская статья, выступление и т. д. — различны, но авторский стиль их одинаков — это стиль живого слова, в котором Торищан Павлович был признанным мастером.

Все публикуемые здесь материалы сопровождаются примечаниями¹ (см. «Приложение»), составленными членами редколлегии Н. М. Раскиным, Л. С. Созоновым и М. В. Савостьяновой.

¹ Ссылки в тексте на эти примечания даны цифрами в квадратных скобках.

О ФИЗИКЕ И ФИЗИКАХ XVII—XIX ВВ.

НЬЮТОН И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ТРУДОВ В РОССИИ [1]

Судьба благословила Ньютона долгим веком (1643—1727), и век этот совпал со знаменательной порой английской и европейской истории.

Шестилетним ребенком Ньютон мог слышать разговоры старших о том, что в Уайтхолле, в Лондоне, 30 января 1649 г. его величеству королю английскому Карлу I Стюарту при звоне колоколов и ликовании народа всеподданнейше отрубили голову. Его отрочество и юность совпали с годами гражданской войны между «кавалерами» и «круглоголовыми», были заполнены суровыми деяниями Кромвеля, борьбой за власть «общин» и против этой власти, анархией и произволом солдатчины. А юношей восемнадцати лет он должен был прочесть описание того, как новый король Англии Карл II, сын казненного Карла I, тоже при звоне колоколов и кликах ликования совершил 29 мая 1660 г. торжественный въезд в свою столицу.

Ньютон дожил и до бегства из Англии последнего из реставрированных Стюартов — этой галантной династии упрямых нарушителей конституции, — а последние свои годы провел при дожившей до наших дней Ганноверской династии, которой удалось стабилизировать отношения между короной и народным представительством. Эти смены наших, конечно, свое отражение в жизни великого мыслителя.

Нам, однако, важнее и интереснее культурное окружение Ньютона.

Томас Мор написал свою благородную сказку о неизвестной стране счастья за 125 лет до рождения Ньютона. Если взять нашего современника, молодого человека 30 лет, то, чтобы получить хронологическую параллель «Утопии», мы должны подняться до таких старых пронаведений, как «Фелица» Державина, «Ду-

шеня» Богдановича или «Недоросль» Фонвизина. Фрэнсис Бэкон умер за 17 лет до рождения Ньютона. Для того же нашего современника в параллель можно поставить Чайковского. Еще ранее умер Шекспир. В нашей хронологической параллели на его место станет Достоевский. Один из творцов раннего английского материализма Гоббс, автор злых афоризмов о людях и людских отношениях, — уже старший современник Ньютона. А другой знаменитый философ Локк — почти ровесник Ньютона; с ним Ньютон состоял в дружеских отношениях и в переписке.

В старости Ньютон мог прочесть нравственную повесть не слишком высоко нравственного Даниэля Дефо о приключениях Робинзона Крузо (1719). В самые последние дни его жизни появилось и знаменитое произведение другого замечательного писателя того времени Джонатана Свифта; вряд ли Ньютон успел с его книгой познакомиться, хотя с автором, по-видимому, был знаком лично. Конечно, не прошли мимо него прославленные творения корифеев французской ложноклассики — Корнеля, Расина, Мольера. Он мог прочесть перевод на английский язык «Илиады», подслащенный на тот же лад Попом. Тот же Поп сочинил эпитафию для самого Ньютона. Наконец, в последние годы жизни Ньютона родились Давид Юм и Адам Смит.

Каждое из этих имен скажет что-то современному образованному человеку, и по ним он без труда восстановит мысленно тот культурный уровень, до которого во времена Ньютона поднялось человечество, вернее — его самый цивилизованный слой, его верхушка.¹

Но еще важнее, еще интересней рассмотреть то прямое наследие, которое Ньютон получил для собственной работы в избранных им областях точной науки.

Проше всего установить доньютоновскую традицию в сфере механики. Ньютон родился в год смерти Галилея, и творчество этих двух великих людей не требует промежуточного звена для того, чтобы установить между ними прямую связь. Торричелли и Блез Паскаль были между ними только промежуточные эпизоды.²

¹ Укажем еще физиков и математиков, которые были современниками Ньютона, а отчасти состояли с ним в личных отношениях. Это Гюйгенс, который до работ Ньютона был, безусловно, первым физиком своего времени. Далее следуют: Лейбниц — соперник Ньютона по открытию дифференциального исчисления; Корт — редактор 2-го издания «Математических начал натуральной философии»; Бойль — знаменитый создатель первого закона газозависимости, личный друг Ньютона; Гук — постоянный оппонент Ньютона по вопросам всемирного тяготения и разложения света; братья Бернулли, Яков и Иоани, разделяющие с Ньютоном и Лейбницем славу создателей дифференциального исчисления; Тейлор и Маклорен — единственные в Англии математики, которых можно считать последователями Ньютона. Декарт умер в 1660 г., когда Ньютону было всего 17 лет; Ферма упоминается самим Ньютоном как один из его предшественников по теории пределов.

² Впрочем, нельзя не упомянуть еще Гюйгенса с его выводом центростремительной силы.

А продолжателями Ньютона были еще при нем: швейцарец Даниил Бернулли со своей гидродинамикой, член Петербургской академии; несколько позже — другой член этой же академии и тоже швейцарец Леонард Эйлер; после смерти Ньютона — французы Д'Аламбер и Лагранж.

По линии астрономии ньютоновское творчество берет корни в учении польского каноника Николая Коперника, умершего за 100 лет до рождения Ньютона. Дальше путь идет через многолетние труды датчанина Тихо Браге, давшего знаменитые наблюдения над видимыми движениями тел солнечной системы. По ним немец Иоганн Кеплер определил форму орбит планет и эмпирические законы движения их по этим орбитам. На долю Ньютона осталось подвести под эти кинематические законы динамическое обоснование. Это — его закон всемирного тяготения. Напомним, что последний только в наши дни удалось трудом Альберта Эйнштейна подчинить другому, более общему принципу.

Труднее столь же ясно установить преемственность ньютоновских работ в области оптики. Приходится сознаться, что доньютоновская физическая оптика остается недостаточно изученной. Основные геометрические законы оптики были установлены до Ньютона Снеллиусом и Декартом; скорость света была вычислена из астрономических данных уже при нем Олафом Ремером. Учитель Ньютона, Барроу, написал на весьма вычурном латинском языке «Оптику»,³ которая не могла не оказать влияния на Ньютона. Она также остается малоизученной. Корпускулярная теория, часто приписываемая Ньютону, на самом деле укрепилась в умах ученых гораздо раньше его; в ее терминах мыслил и рассуждал, например, уже Кеплер. В оптике мы можем назвать также очень мало крупных последователей Ньютона. Самым последним был Ж. Б. Био.

В оптике чрезвычайный авторитет Ньютона был преодолен ранее, чем в других областях, вследствие успехов волновой теории, в трудах Юнга и Френеля. Нынешний поворот в сторону учения о фотонах и квантах, конечно, знаменует собой возврат к Ньютону, который, к слову сказать, был очень далек в своих воззрениях от примитивной прямолинейности.⁴

Весьма сложного вопроса о предшественниках и преемниках Ньютона в математике мы касаться не будем. Здесь же обратим внимание на одно небезынтересное обстоятельство — малочислен-

³ *Lectiones Opticae et geometricae*, in quibus phaenomenon opticorum genuinae rationes investigantur et exponuntur et generalia curvarum linearum symptomata declarantur. 1674.

⁴ Об этом см. «Успехи физических наук» за 1927 г. [3], где С. И. Вавилов обнародовал два оптических мемуара Ньютона. Там же помещена и собственная статья С. И. Вавилова, в которой он указывает на корпускулярно-волновую гипотезу Ньютона (стр. 94—101).

ность немецких имен в фигурирующем выше перечне. За объяснением ходить недалеко: обстоятельства 30-летней войны и ее бесславного окончания дают его в полной мере. Приходится, напротив, еще изумляться, как в условиях этой войны для Германии могла сохраниться такая фигура, как Лейбниц.

Теперь мы поставим основной вопрос, который будет нас интересовать: что делалось в эту эпоху на нашей родине? В каком состоянии была ее общая и специально научная культура? Мог ли установиться известный резонанс на идеи Ньютона хотя бы в наиболее образованных слоях тогдашнего русского общества или, по крайней мере, в умах отдельных, исключительных его представителей?

Несколько сопоставлений и цифр дадут нам недвусмысленный ответ на все эти вопросы.

Одной из первых вех, отмеченных нами выше, является рождение Николая Коперника. Когда ему было семь лет, Россия только освободилась от монголо-татарского ига. Но это был далеко не единственный враг: с запада на неокрепшую Русь бросали жадные взгляды Польша, Литва, шведы. За 30 лет до рождения Ньютона поляки завоевали всю западную часть России, занимали Москву, осаждали Троицко-Сергиевскую лавру и ушли хотя и побитые, но разорив несчастную страну дотла. Борьба со шведами продолжалась и после Ньютона, приняв, впрочем, к этому времени уже форму обратного завоевания у шведов исконных русских земель.

Еще несколько культурно-исторических штрихов. «Утопия» Томаса Мора увидела свет в 1516 г. Только через 30—40 лет после этого в Москве появился «Домострой», приписываемый протопопу Сильвестру, — поворный памятник нашего культурного одичания и отсталости. В 1612 г. умер величайший в мире драматург В. Шекспир — или тот или те, кто скрывался за этим именем. А мы в это время еще не имели нецерковной письменности. Кого мы можем противопоставить на тогдашней Руси Фр. Бэкону, Гоббсу, Локку и их деяниям? В конце XVI в. в Англии начиналась гражданская освободительная война, а у нас в это время крестьяне окончательно закреплялись за помещиками. В конце XVII в. мы не хуже, чем когда-то западноевропейские инквизиторы, сжигали и замучивали всякими другими способами своих ересвархов. В 1681 и 1682 гг. мученической смертью погибли руководители церковного «раскола» знаменитый протопоп Аввакум и Никита (Пустосвят). А это было за пять лет до выхода «Начал».

Блеск имен Галилея, Гильберта, Ферма, Паскаля, Ньютона, — дошли ли его лучи до Москвы? — Увы, нет! Только в 1703 г. вышла в свет первая на русском языке энциклопедия школьных знаний по математике — знаменитая «Арифметика» Магницкого. А это было через 16 лет после выхода «Начал».

Да, плохая была почва для усвоения культурных ценностей Запада. Мешала этому и политика. Под влиянием домогательства со стороны московского купечества «тишайший» царь Алексей Михайлович лишил английских коммерсантов их давних торговых привилегий. Он ссылался при этом на оскорбление ими монархического принципа. «Вы, — писал он, — всю землю учинили злое дело: государя своего Карлуса короля убили до смерти».

И тем не менее невозможное и невероятное осуществилось: в России заговорили о «Ньютоне» и его творениях, стали спорить об их значении, сомневаться в них и в конце концов убеждаться в их всепобеждающей мудрости. Произошло это потому, что в 1725 г. по мановению Петра Великого в Санкт-Петербурге открылась Академия наук.

В истории Академии, в протоколах ее заседаний ^[3], в «Материалах по истории Академии» ^[4] мы находим рассыпанные здесь и там указания по интересующему нас вопросу. Случайно (а, впрочем, случайно ли?) имя Ньютона попадает уже в первом известии о действиях Академии.

Как известно, царь Петр лично знал Лейбница: встречался с ним за границей и переписывался с ним, находясь в России. Лейбниц был в курсе забот Петра о создании Академии, а особенно энергичное участие в трудах по ее формированию принял его горячий сторонник, а впоследствии учитель Ломоносова философ и физик Христиан Вольф. Он неоднократно указывал русскому правительству кандидатов на посты академиков, служил посредником в переговорах заинтересованных сторон. К числу его ставленников относятся Герман и Бюльфингер, первые приехавшие в Россию заграничные ученые.

Протоколы заседаний Академии датируются ранее ее официального открытия, так как собравшиеся в молодую северную столицу заграничные ученые не хотели терять даром своего времени ^[5]: «*Privatae consultationes multo ante publicum conventum coeptae sunt. In iis autem disseruerunt viri clarissimi. Anno 1725, 13 Nov. Hermannus de figura telluris sphaeroide, cuius axis minor sit intra polos a Newtono in Principiis philosophiae mathematicae synthetice demonstrata analytica methodo deduxit Opposuit Bulfingerus has demonstrationes locum habere si terra antequam circa axem rotaretur sphaerica fuisset, sed de hoc ipso dubitari posse.*»⁶

Итак, первое же известие о научных работах новой Академии соединено с именем Ньютона, посвящено одному из его предло-

⁵ «Частные собеседования начались гораздо раньше публичного собрания. В них же рассуждали в 1725 г. 13 ноября, преславные мужи: Герман сферическую форму Земли, у коей меньшая ось проходит через полюсы, — форму, показанную Ньютоном в «Математических началах философии» синтетически. — вывел аналитическим методом; возразил Бюльфингер, что эти доказательства имеют место, если раньше, чем вращаться вокруг оси, Земля была шарообразна, но в этом именно возможно сомневаться».

жений.⁶ Это, казалось бы, и естественно! несомненно, имя Ньютона — самое яркое светило на звездном горизонте того времени, и дань уважения ему не нуждается в особой мотивировке.

Однако ближайшее рассмотрение вносит в это первое впечатление некоторые существенные поправки.

И Герман, и Бюльфингер (один швейцарский, другой — немецкий ученый), несомненно, являются проводниками идей Вольфа, а, значит, посредственно — Лейбница; впрочем, в этом отношении едва ли не все мыслители на континенте держались той же линии. Далее, значительно позже, в 1733 г., это все еще продолжало ощущаться, как об этом красноречиво писал тогда же Вольтер,⁷ хотя со времени смерти Лейбница прошло уже 20 лет с лишним, и страстям, кипевшим вокруг знаменитой полемики, можно было бы, наконец, уже успокоиться.

При таком положении позволителен вопрос: точно ли к прославлению имени Ньютона клонился доклад Германа на вышеописанном заседании? Выступление Бюльфингера даже явно направлено некоторым прикрытым острием против автора «Начал»: он стремился доказать, что Н्यूтоново рассуждение вообще имеет ограниченное значение, поскольку еще не доказано, была ли Земля вообще шарообразна. Дело в том, что по своему антиньютоновскому настроению Бюльфингер примыкал к другой враждебной Ньютону группировке — к картезианцам. Он, по-видимому, и всемирного тяготения не допускал, а старался мыслить в терминах выдвинутой Декартом теории вихрей, якобы уносящих в своем потоке тела солнечной системы. В первом томе «Commentarii Academiae Petropolitanae» напечатано его сочинение «De directione corporum gravium in vortice sphaerico et figura nuclei dissertatio experimentalis»⁸ — явный отзвук декартовских воззрений, которые по какому-то недоразумению поднял на свой щит Лейбниц. Напомним, как Ньютон резко обошелся с защитниками этой теории в предисловии ко второму изданию «Начал».⁹

Как бы там ни было и куда бы ни было направлено выступление Германа, оно имеет одно значение: оно показывает, что без

⁶ Это — предложение XIX, задача III третьей части «Начал», напечатанное на 531—537 стр. 7-го тома «Собрания трудов академика А. Н. Крылова» (Изд. АН СССР, М.—Л., 1936). Переводчик, А. Н. Крылов, снабдил его подстрочным примечанием, в котором также аналитически решает эту задачу. Таких примечаний у А. Н. Крылова свыше 200. Отсюда видно, как далеко шагнул вперед за 200 лет — теперь никто не подумал бы сделать содержание отдельного примечания такого рода предметом целого академического заседания.

⁷ См. его «Philosophie Newtonienne» [6]. Указание на роль Вольтера в пропаганде идей Ньютона я впервые почерпнул еще в 1892 г., гимназистом, из популярной биографии Ньютона, составленной Маракеевым [7].

⁸ «Экспериментальное рассуждение о направлении тяжелых тел в сферическом вихре и о виде ядра».

⁹ См. об этом подстрочное примечание А. Н. Крылова на стр. 14—15 7-го тома «Собрания трудов академика А. Н. Крылова».

имени Ньютона невозможно было открыть в тогдашнем культурном мире обсуждение мало-мальски крупной и важной темы.

Второй раз мы встречаем имя Ньютона в 1726 г. Академия официально открыта, и она получила, по-видимому, некоторые указания на желательный с ее стороны образ действий и постановила организовать публичные чтения по разным предметам, по которым имелись налицо новые академии. И вот что постановлено 14 января 1726 г.: «Того ради конца профессоры сей академии, сего 1726 года в будущий 24 день месяца генваря учение свое публичное начнут, во дни: попедельния, среду, четверток и субботу, и впредь таким определением и учреждением поступить будут, о котором всем любителям добрых наук, а наипаче рачителем к учению сим для известия объявляется... с 4-я до 5 Георг Берингард Бюльфингер, физики экспериментальной и теоретической профессор, искусства физикальные восприимет, с изъяснениями их и конклюдениями, следуя в том Гравезанду в институциях философии Невтонианской, для пользы академической в 1723 году изданных».

Итак, первые публичные чтения новоучрежденной Академии также не обходятся без имени Ньютона.

Но и здесь не будем спешить с выводами, и сначала разберемся в смысле объявления. Что это за «искусства физикальные восприимет» уже знакомый нам академик Бюльфингер? Напомним, что русской научной терминологии в то время не существовало — ее приходилось изобретать и вырабатывать на ходу. Приехавшие иностранцы русского языка не знали, а друг с другом предпочитали говорить по-латыни. Очевидно, и первоначальный текст указанного объявления был составлен на латинском языке. Для перевода же на русский язык при штате Академии состояли переводчики (в первое время — Горлицкий, Ильинский и Сатаров). Вот на их-то долю и досталось трудное дело сообщать русскому обществу на русском языке о вещах, для которых тогда на русском языке выражений не существовало. Отнесемся с глубоким уважением к их нелегкому труду. Их роль в этом деле еще недостаточно оценена и изучена.¹⁰ А «искусства физикальные» означают здесь физические опыты. Академик Бюльфингер будет производить физические опыты. Слово «искусство» ныне употребляется в совершенно ином значении, но представляет собой довольно точный перевод латинского «experimentum».

Пойдем, однако, дальше. Что такое значит: «следуя Гравезанду в институциях философии Невтонианской»? Как раз эта ньютоновская философия и привлекла наше внимание к этому объявлению. Дело разъясняется весьма просто, но Ньютон оказывается здесь совершенно ни при чем. Вильгельм Якоб Сторм Фан

¹⁰ С удовольствием отмечаем значительное участие в создании этих замечаний профессора А. И. Андреева.

с'Гравезанд, голландский физик и философ, в свое время весьма популярный автор первого¹¹ курса физики, был большим поклонником Ньютона и назвал свой труд «*Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, sive introductio ad philosophiam Newtonianam*» (два тома, 1720 и 1721). К нему в 1725 г. вышло «*Supplementum*»; несколько ранее, в 1723 г., — более короткое и элементарное издание того же курса: «*Philosophiae Newtonianae Institutiones*». Вот это и суть те «институции», о коих упомянуто в объявлении о публичном выступлении Бюльфингера: он должен был показывать слушателям физические опыты, следуя книге Гравезанда «Институции [основы] Ньютоновой философии». Собственно Ньютон, как это очевидно, назван совершенно случайно.¹²

Но все же и первые публичные лекции новой Академии не обошлись без имени Ньютона.

В том же 1726 г. Ньютон был избран почетным членом Петербургской академии — невольная дань уважения со стороны противников и антагонистов его учения.

Первые годы Академии украшены блестящими работами братьев Бернулли — Николая и Даниила. Впрочем, первый скончался уже через год после своего приезда в Петербург: второй прославился своими работами по гидродинамике. Кто из физиков не знает его теории установившегося движения и связанной с ней теоремы Бернулли! Работы эти не могли производиться без основательной предварительной проработки «Начал». Но история не сохранила нам каких-либо инцидентов, связанных прямо с именем Ньютона по этому поводу. Отец и дядя «русских» братьев Бернулли — швейцарцы Иоанн и Яков, знаменитые математики, создатели вместе с Ньютоном и Лейбницем дифференциального исчисления, а также интегрального и вариационного, — как известно, приняли горячее участие в полемике сторонников Ньютона и Лейбница и являли ученому миру курьезное зрелище двух полемизирующих друг с другом братьев. Но эта история, проходившая вне нашей родины, естественным образом выпадает из рамок нашего изложения.

Нам приходится сделать скачок почти в четверть века, чтобы вновь встретиться в летописях Академии с именем Ньютона. Эта встреча соединена с именами Эйлера и Ломоносова.

Леонард Эйлер — один из величайших математиков, самый крупный преемник наследства Ньютона и Лейбница — по рожде-

¹¹ Впрочем, на полвека ранее появился под подобным же названием курс француза Рого (*Rohault*) «*Physique*» (1671) [2]. «Физика» Рого написана, конечно, в картезианском духе. Любопытная справка об историческом значении этой книги для преподавания физики в Англии содержится в примечаниях Кэджори к английскому изданию «Начал» 1940 г. (стр. 629—632).

¹² Гравезанд был, по-видимому, блестящим экспериментатором-демонстратором. Многие из его приборов прочно вошли в состав физических кабинетов. Один из них — знаменитое «колыло Гравезанда» для демонстрации теплового расширения — доселе сохраняет имя автора.

нию швейцарец, как Герман, как и братья Бернулли. По-видимому, он испытал меньшее влияние со стороны Лейбница и Вольфа, чем, например, Герман. Уже 16 лет он заслужил звание магистра, а затем в кругу ближе его знавших приобрел такую репутацию, что братья Бернулли не побоялись предложить его, 20-летнего юношу, в сотрудники Российской Академии. В 1727 г. Эйлер адъюнктом приехал в Петербург, и с тех пор не порывал с Академией связей,¹³ хотя в течение 25 лет (1741—1766) отсутствовал в Петербурге, работая в Берлине. На этот промежуток падает как раз один любопытный инцидент, о котором мы расскажем несколько ниже.

Эйлер работал и в математике, и в механике, и в оптике, и в астрономии — короче, во всех тех областях, в которых приложил свою руку Ньютон.

В математике он один из создателей дифференциального исчисления как системы математического анализа. В механике он навек вписал свое имя, выведя уравнение движения твердого тела. В оптике он, наверное, отошел от Ньютона особенно далеко, так как является одним из создателей волновой теории света. Для нас здесь, в Москве, на родине и на поле действия П. Н. Лебедева, представляет особенный интерес то, что Эйлеру принадлежит первая — вряд ли, впрочем, удачная — попытка обосновать существование светового давления с волновой точки зрения.¹⁴ Наконец, нам известен и ряд астрономических работ Эйлера. Его творчество столь обширно, что в короткий срок не представлялось возможным полностью выявить его отношение к самому истоку его научного творчества — к основам дела Ньютона. Эта тема и сама по себе представляла бы крупный научно-исторический интерес [9].

Насколько нам известно, Эйлер не высказывался против Ньютона ни в математике, ни в механике. Но в астрономии его мнения иногда расходились с ньютоновскими. Например, он, хотя и верил в существование всемирного тяготения — прочитав «Principia», нельзя в него не поверить, — но, по-видимому, подозревал существование и других сил, другого происхождения и действующих по другому закону. Это усматривается из того инцидента, о котором мы упоминали выше; в рассказу о нем мы и переходим. Он любопытен тем, что вводит нас в самую гущу тогдашних академических отношений.

В 1749 г. президент Академии граф Кирилл Разумовский (брат фаворита Елизаветы) пожелал воспользоваться существовавшим у Академии правом объявлять о премиях за решение

¹³ Потомство Эйлера осталось в России, в значительной степени обрусело и дало науке ряд деятелей.

¹⁴ См. об этом, например, в одном обзоре П. Н. Лебедева (Собр. соч. М., 1913, стр. 383—384).

каких-либо поставленных Академией задач. Дело это было новое, и президент боялся попасть впросак, предложив задачу не серьезного научного характера. Поэтому он заблагорассудил обратиться за советом по этому вопросу к Эйлеру, проживавшему тогда в Берлине. Эйлер охотно откликнулся на предложение и в июле прислал несколько задач. Известный деятель Академии, ее злой гений Шумахер пишет по этому поводу: «Как только гг. профессора прочитали задачи, то закричали, что их составил Эйлер». Находившийся тут же Ломоносов открыто выражал недовольство тем, что за делом, принадлежащим Академии, обратились к кому-то помимо ее. Он заявил (я заседании 21 августа 1749 г.), что и от себя предложит несколько задач для отсылки президенту, если они будут одобрены Академией. Но этого обещания он не исполнил, и объявлена на премию была только первая из задач, присланных Эйлером. Шумахер же писал по этому поводу: «Скажу Вам только, что заметив, что г. Ломоносова казался рассерженным присылкой задач, так как он думает, что в этом случае надлежало положиться на академиков, я ему говорил, что от него зависит предложить задачи, какие считает он нужными, и что их также пошлют к его сиятельству. На это он согласился. Господин этот высказывает себя ужасным гордецом».¹⁶

Задача, предложенная Эйлером, состояла в том, чтобы исследовать неравенства в движении Луны и показать, насколько ньютоновский закон всемирного тяготения достаточен для их полного объяснения. Сам Эйлер полагал, что «предложенная публично... задача есть величайшей важности, и нет никакого сомнения, что на нее поступят превосходные статьи... С давнего времени этот вопрос сильно меня занимает». И в другом письме: «Хотя я довольно долго работал над этим предметом, однако снова примусь за него, употребив притом все возможное старание». Он просит назначить его членом комиссии для рассмотрения представляемых по этому предмету статей.

На конкурс было представлено четыре статьи. Лучшей из них оказалась одна, написанная по-французски. Эйлер писал о ней: «Прекрасная французская статья чем далее, тем более мне нравится. Я сначала не разделял мнения, чтобы теория Ньютона была достаточна, как доказывается в этой статье, для объяснения всех неравенств Луны, однако ныне, после разысканий об этом предмете по своему способу, нашел дело иным и переменял мое мнение. Впрочем, это разыскание требует чрезвычайных вычис-

¹⁶ История имп. Академии наук в Петербурге Петра Пенарского, т. I, СПб., 1870, стр. 267—270; т. II, 1873, стр. 409. — В познейшее время Ломоносов действительно представлял Академии задачи на премии. См. также: Протоколы заседаний Конференции имп. Академии наук, т. II (1744—1770). СПб., 1899, стр. 206, 255, 258.

лений, которыми я был занят непрерывно в течение двух недель и буду занят еще несколько недель».

В свое время оказалось, что статья, о которой здесь говорится, принадлежит знаменитому французскому математику Алексису Клоду Клеро,¹⁶ который уже в 1743 г. прославился теоретическим исследованием формы Земли как вращающейся жидкой массы (так называемая «задача Клеро»). В заседании 6 сентября 1751 г. он публично был удостоен премии в 100 червонцев, о чем написано так: «В оном собрании, во-первых, правивший секретарскую должность при Академии г. профессор астрономии Августин Нафанаил Гришков¹⁷ именем Академии объявил, что предложенную в 1749 году следующую задачу: все ли неравнокости, которые в течении Луны примечаются, с ньютоновой теорией сходны или нет? И буде не все сходны, то которая самая справедливая теория всех оных неравноностей, по которой место Луны можно было определить на всякое время по самой точности? По рассуждению ее между полученными в ответ на объявленную задачу диссертациями к крайнему ее удовольствию решил и удостоен ее то обещанного ста червонных награждения славной господин Алексей Клеро, член Парижской академии наук».

Блестящее соизвездие имен на петербургском горизонте, как видно, собралось вокруг одного притягательного центра — теории Ньютона, и последней от блеска обрамления суждено было не затмиться, а загореться с новой славой. Закончим изложение нашего инцидента упоминанием, что впоследствии в Берлине (1753) появилась и работа Эйлера по тому же предмету под заглавием: «*Theoria motuum Lunae exhibens omnes cognitos inaequalitates, cum additamento*» [¹⁰]. Во второй, петербургской, работе (1772) под названием: «*Theoria motuum Lunae nova methodo pertactata, una cum tabulis astronomicis, unde ad quodvis tempus loca Lunae expédite computare licet*» [¹¹] он дает совершенно новую теорию движения Луны.

Нам уже пришлось встретиться с именем Ломоносова в роли смелого защитника академических прав против покушений разных академических «правлений» и «канцелярий». Это — первый академик, русский и по имени и по происхождению. В последние годы сделано уже весьма много для того, чтобы восстановить во всю величину эту своеобразную, самобытную и выдающуюся личность. Он — последний, младший современник Ньютона (родился в 1711, умер в 1765 г.). Как он относился к наследию Ньютона и его личности?

¹⁶ Клеро — член Парижской академии с 18-летнего возраста; сочинение, о котором идет речь, имеет заглавие: «*Théorie de la Lune, déduite d'un seul principe de l'attraction*».

¹⁷ Гришков — сначала член Берлинской академии (1749—1751), а затем профессор астрономии и секретарь Академии в Петербурге.

Здесь прежде всего вспоминается его знаменитая ода 1747 г. с запоминающейся с юных лет строфой:

«О вы, которых омывает
Отечество от недр своих
И видеть таковых желает,
Каких зовет от стран чужих!
О Вами дни благословенны!
Дерзайте, ныне ободрены,
Раченьем вашим показать,
Что может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать».

Упоминание Ньютона здесь неслучайно: наш патристический поэт не смог найти большего имени, когда указывал «рачительному» русскому юноше-ученому самое возвышенное мерило для его будущего творчества.

Но и здесь трезвая критика обнаруживает двойственность. Напомним, что в юности Ломоносов был учеником неоднократно нами упоминавшегося Христиана Вольфа и всегда сохранял благоговейную память о своем учителе; в 1746 г. он издал книгу: «Вольфианская экспериментальная физика с немецкого подлинника на латинском языке сокращенная, с которого на российский язык перевел Михайло Ломоносов, императорской Академии наук член и химии профессор». Мог ли он при таких обстоятельствах уберечься от огромного влияния Вольфа в вопросе об оценке Ньютона? Прямых высказываний Ломоносова о Ньюtone мы не знаем, но имя Ньютона дважды встречалось нам в сочинениях Ломоносова — и оба раза с отрицанием утверждений Ньютона.

Первый такой случай приходится отметить в речи «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее, в Публичном собрании Академии наук июля 1 дня 1756 г. говоренное Михайлом Ломоносовым» [12]. Здесь автор с энергией и запальчивостью восстает против корпускулярной теории света, одним из авторов которой он называет Ньютона. Ломоносов говорит: «...приступаю к мнениям времен наших, яснейшими физическими знаниями просвещенных. Из оных два суть главнейшие: первое — Картезиево, от Гутения подтвержденное и изъясненное, второе — от Гассенда¹⁸ начавшееся и Невтоновым согласием и истолкованием важность получившее... Из сих мнений которое есть правое и довольно ли к истолкованию свойств света и цветов, о том со вниманием и осторожностью подумаем». Автор не сомневается, что свет представляет собой некоторое движение, но какое? «Первое движение может быть текущее, или проходное,¹⁹ как Гассенд и Невтон думают, которым эфир (материю света

¹⁸ Пир Гассенди — французский ученый и философ, в свое время пользовавшийся большим влиянием и авторитетом.

¹⁹ Поступательное.

с древними и многими новыми так называю) движется от Солнца и от других великих и малых светящихся тел во все стороны наподобие реки непрестанно. Второе движение может в эфире быть зыблущееся²⁰ ... Третье движение может быть коловратное,²¹ когда каждая нечувствительная²² частица, эфир составляющая, около своего центра, или оси, обращается. ...».

Далее приводится ряд доводов против корпускулярной теории. Один из них: куда девается световая материя, поглощаемая небольшой песчинкой, выставленной на солнце? Идея Кирхгофа о соответствии между испусканием и поглощением еще не пришла, да и приход ее затруднен незнанием инфракрасного спектра и тождества между световыми и тепловыми лучами. Темная песчинка светлых лучей не испускает; значит, свет в ней застревает. Расчет показывает, что этой световой материи в песчинке скопится очень много. «Скажите мне, любители и защитители мнения о текущем движении материи, свет производящий, куда она в сем случае скрывается? Сказать иначе не можете, что собирается в песчинку и в ней вовсе остается. Но возможно ли в ней толикому количеству материи вместиться!».

Особенно интересно следующее возражение: «Между известными вещами, что есть тверже алмаза? Что есть его прозрачнее? Твердость требует довольной материи и тесных скважин, — прозрачность едва ли из материи составлену быть ему позволяет, ежели положить, что лучи простираются текущим движением эфириной материи. ... Сие положив, алмаз не токмо должен состоять из редкой и рухлой материи, но и весь должен быть внутри тощий. От твердости следует сложение его из частиц, тесно соединенных, от прозрачности заключается не токмо рухлость, но и почти одна полость, утлой скорлупой окруженная. Сии следствия понеже между собой прекословят, следовательно, произвольное положение, что свет от Солнца простирается текущим движением эфира, есть несправедливо».

История повторяется: в 1887 г., т. е. через 131 год после ломоносовского «Слова», почти теми же доводами Герц, знаменитый Герц, доказывал — и в глазах современников доказал, — что катодные лучи не представляют собой потока заряженных частиц, иначе они не могли бы проходить через отведенную к земле тончайшую алюминиевую фольгу (опыт Герца). Мы все теперь уверены, что катодные лучи суть поток частиц — электронов. Как для опыта Герца, так и для доводов Ломоносова существенно, что атом почти пуст и ничтожно малые электроны свободно пронизывают его, как комета солнечную систему.

Итак, Ломоносов не принимает корпускулярной теории «Невтона» и склоняется к представлению «коловратного» движения

²⁰ Колебательное.

²¹ Вращательное.

²² Неосоздаваемая.

частиц «афира». Он не предизирует свойств этого движения: продольно оно или поперечно; он не замечает необходимости с этой точки зрения тех явлений, которые Био назвал (весьма неудачно) поляризацией света, не замечает и того, что «коловоращение» эквивалентно двум взаимно перпендикулярным «зыбленим». Но настроение его против «Гассенда» и «Ньютона» несомненно.

Второй раз мы встречаем его критикующим «Ньютона» в другой речи — «Рассуждение о твердости и жидкости тел, ради торжественного праздника тезоименитства ея величества, всепресветлейшая, державшейшая, великия государыни императрицы Елисаветы Петровны, самодержицы всероссийския, в публичном собрании императорской Академии наук сентября 6 дня 1760 года читанное господином коллежским советником и профессором, королевской Шведской академии наук членом Михайлом Ломоносовым» [13]. Оратору не нравится определение всемирного тяготения как основного свойства материи. Впрочем, он обвиняет в такой постановке не столько самого Ньютона, сколько его слишком усердных истолкователей. Ломоносову чудится в этом определении что-то вроде «скрытого свойства», излюбленного схоластиками и высмеянного Мольером:

«Quia est in eo virtus dormitiva,
Cuius est natura sensus assuipere».²³

В дальнейшем о Ньюtone больше не говорится, и мы на содержании речи останавливаться не будем.²⁴

Мы исчерпали «древнюю историю» отношений между учением Ньютона и русскими учеными кругами. Упомянем весьма кратко об их «средней истории».

В энциклопедиях²⁵ и курсах²⁶ первой половины XIX в., кроме корпускулярной теории Ньютона и колебательной теории Юнга — Френеля, только что одержавшей свои блестящие успехи, начинает упоминаться третья теория света; она принадлежит Парроту.

Георг Фридрих Паррот был членом нашей Академии с 1826 г. Он и дал в своей книге «Uebersicht des Systems der theoretischen Physik» (1809—1811), во втором ее томе (стр. 221), свою новую теорию. Нам не пришлось видеть книги Паррота в подлиннике.

²³ «Так как в нем сокрыта сила усыпления, действием которой чувства замирают».

²⁴ В работе Т. Райнола «Ньютон и русское естествознание» [14] указывается на письмо Ломоносова к Эйлеру, в котором Ломоносов высказывает сомнения в ньютоновском положении о пропорциональности между «массой инертной» и «массой активной (тяготеющей)» [13]. Вопрос — весьма тонкий и существенный, который после Ньютона решался каждый раз с новой, большей точностью: Бесселем, а потом Этвешем. И здесь, значит, опять отмечается известное отталкивание Ломоносова от Ньютона.

²⁵ Gehler's Physicallisches Wörterbuch, Licht, Bd. VI, стр. 368—372 и сл.

²⁶ Д. П е р е в о щ и ж о в. Руководство к опытной физике. М., 1833.

Из вторых рук мы знаем, что в его теории световая жидкость еще более, если так можно выразиться, материализуется и наделяется целым рядом химических свойств. Нужно напомнить, что фотохимия была в конце XVIII и в начале XIX в. в большой моде, что привело, между прочим, и к открытию фотографии. Поэтому «химическая» теория Паррота была принята сочувственно и цитировалась в одобрительных тонах. Но уже лет через 25 о ней прочно забыли. Не противопоставляя ее другим двум, вернее будет признать ее разновидностью корпускулярной теории. Тогда в России, наравне с Францией, мы имели бы последнюю по времени защиту этой теории, и последним, запоздалым паладином ее был бы, наравне с французским академиком Био, русский академик Паррот.

Если я не ошибаюсь, Араго где-то сказал, что всякое научное открытие вначале проходит через три фазы: в первой отрицают его истинность; во второй доказывают его невозможность, так как оно противоречит религии и нравственности; наконец, в третьей полагают, что это всем всегда было известно. Такая своеобразная триада с некоторой атрофией второй части наблюдается и в истории великого дела Ньютона. Уже через 100 лет после его смерти никто не сомневается в его «Началах»; школьники усваивают из как некоторую догму, не вызывающую вопросов; труды математиков, механиков, астрономов уходят далеко от истоков той науки, которой они служат. Наша родина знает имена многих наших блестящих соотечественников, наследовавших дело Ньютона. В математике Лобачевский, Остроградский, Чебышев, в механике Ляпунов, Стеклов, в физике Столетов, Лебедев развивали пути, указанные Ньютоном, но уже вдали от его области. Ньютон, как таковой, не изучался и не исследовался.

Отметим некоторое проявление интереса к личности и делу Ньютона за последние десятилетия дореволюционной России.

Биография Ньютона издавалась и печаталась у нас четыре раза. Первый раз — в 1856 г. в «Отечественных записках». Это — перевод из «Revue de deux Mondes» статьи Ремюза. Второй биографией на русском языке является также переводной труд — «Биография Ньютона (с портретом). Сочинение Жана Батиста Био,²⁷ члена Института и проч. Перевод с французского В. Асонова» (М. 1869). Она интересна личностью автора и его мнениями и характером изложения. Перевод не блещет особыми достоинствами. Она довольно обширна — примерно пять с половиной листов. Следующие две биографии представляют собой уже оригинальные работы. Одна из них — книга Н. Н. Маракуева «Ньютон, его жизнь и труды» выдержала четыре издания (последнее в 1908 г.) и читается, особенно молодежью, с живейшим

²⁷ Мы уже говорили о Био как о последнем защитнике оптической теории Ньютона.

интересом; в ней большое внимание уделено культурному окружению Ньютона. Теперь ее общая трактовка, конечно, является устаревшей. Вторая вышла в известной павленковской серии «Жизнь замечательных людей» — это книжка М. М. Филиппова «Ньютон, его жизнь и научная деятельность» (СПб., 1892).

Впрочем, ни одна из книг, кроме книги Био, не может претендовать на название подлинно научного жизнеописания Ньютона.

Кроме биографий, появлялись еще отдельные статьи о Ньюtone. В «Современнике» (т. 33 за 1852 г., отд. II, стр. 97—112) помещена статья Д. Перевощикова «Новые материалы для истории Ньютоновой книги „Математические начала естественной философии“». Здесь подробно рассказывается о переписке между Ньютоном и Котсом (автор читает его фамилию по-французски: Кот), рассказывается по сочинению Эдлстока (1850) [16]. Статья интересна, как написанная крупнейшим по своему времени специалистом. Автор весьма мотивированно и притом в весьма сочувственных тонах оценивает роль Котса в редактировании 2-го издания «Начал».

Другая статья напечатана в «Журнале Министерства народного просвещения» за январь 1854 г. (отд. II, стр. 10—30) и называется «О трудах Ньютона, преимущественно вне области физико-математических наук». Автор укрылся за начальной буквой «Х» (в оглавлении — «М. Х.»).²⁵ Кроме весьма кратких биографических сведений о Ньюtone и некоторых поверхностных и синхронизаторских суждений о его главнейших трудах, автор занимается опровержением ньютоновской хронологии; особенно ошибочной он считает дату «похода аргонавтов» (1). Логика и философия Ньютона трактуется довольно сурово. Статья уделяет много внимания религиозным высказываниям Ньютона; в этой части она написана совершенно соответственно официально-пиетистическому духу николаевской эпохи.

Наконец, имеются на русском языке еще две книги, преследующие более общие задачи, но говорящие в числе прочих предметов и о Ньюtone. Мы имеем в виду: 1) сочинение Ф. Араго «Биография знаменитых астрономов, физиков и геометров» (Перевод Д. Перевощикова,²⁶ СПб., 1859), где на стр. 106—131 дана биография Ньютона, написанная с горячностью и изяществом, свойственным перу знаменитого неперемного секретаря Парижской академии наук; 2) труд Н. А. Любимова «История физики

²⁵ По-видимому, это — М. С. Хотунский, в свое время довольно известный популяризатор и переводчик (им переведена известная «Популярная астрономия» Араго).

²⁶ Д. М. Перевощиков у нас здесь упоминается в третий раз: в первый раз он упоминался как автор учебника, обсуждающего теорию Паррота; во второй раз — как автор реферата о книге Эдлстока. Он был профессором Московского университета (до 1851 г.), а впоследствии академиком.

в трех томах». Здесь специально Ньютону отведены стр. 318—354 последнего тома, но, кроме того, он многократно упоминается в связи с другими учеными XVII и XVIII вв.

Следует упомянуть еще об одном случае, когда русская дореволюционная общественность вспоминала Ньютона и отметила это печатным сборником. Мы говорим о праздновании 200-летия выхода «Начал». Оно было организовано Обществом любителей естествознания, антропологии и этнографии совместно с Московским математическим обществом и состоялось 20 декабря 1887 г., по всей вероятности — в старом большом зале Политехнического музея.

Люди моего поколения вспоминают Общество любителей... с теплым чувством. Деятели его создали единственный и подлинный научный центр, работа которого получала живой отклик не только со стороны очень узких тогда научных кругов, но и более широких масс. Там мы в малой боковой зале заседали под председательством незабвенного Н. Е. Жуковского в физическом отделении и с захватывающим вниманием слушали интереснейшие сообщения и рефераты самого Н. Е. Жуковского, П. Н. Лебедева, А. А. Эйхенвальда, В. А. Ульянина и многих других. В этом же отделении кое-кто из нас с замиранием сердца делал свой первый доклад о своей первой научной работе. В большой зале я впервые увидел и услышал Лебедева. Каждое 15 октября, в день годовичного заседания Общества, мы могли присутствовать при блестящем выступлении кого-нибудь из наших корифеев: А. Г. Столетова, Н. Е. Жуковского, К. А. Тимирязева, Д. Н. Анучина и многих других, увы давно уже «присоединившихся к большинству».

Вот тут-то по мысли деятелей Общества и состоялось упомянутое празднование. Произнесенные на нем речи вышли в 1888 г. в виде отдельной небольшой книжки. Она и навеяла на нас приведенные здесь воспоминания.

В сборнике, именуемом «Двухсотлетие памяти Ньютона», напечатано пять речей: А. Г. Столетова — «Жизнь и личность Ньютона», Н. Е. Жуковского — «Ньютон как основатель теоретической механики», В. К. Церасского — «Ньютон как творец небесной механики», А. Г. Столетова — «Ньютон как физик», В. Я. Циглера — «Ньютон как математик». Все эти имена так много говорят уму и сердцу старейшего поколения ученых! А. Г. Столетов — несомненный вождь русской физики того времени, блестящий оратор строгого, но несколько пышного стиля, — замечательны его речи о Гельмгольце [17], о Леонардо да Винчи [18], о кинетической теории газов [19]. Н. Е. Жуковский — всеобщий любимец на кафедре, с несколько путаной, но глубоко продуманной и прочувствованной речью — не нуждается в рекомендациях как ученый. В. К. Церасский — один из популярнейших ораторов физико-математического факультета; слушать его курс «Описательной

астрономии» сбегались студенты и других факультетов.³⁰ Наконец, В. Я. Цингер — один из старейших уже в то время московских математиков, занимавшийся и философскими вопросами, небезызвестен и как ботаник.³¹

Организованное в таком составе чествование памяти Ньютона произвело глубокое впечатление. Сборник дает о нем только слабое представление: статьи не содержат какого-нибудь нового материала и для нашего времени являются элементарными. Выделяется по красочности и живости изложения статья В. К. Цераского.



Нам осталось изложить новейшую историю изучения Ньютона в России. Здесь темп ньютоноведения обнаруживает резкий скачок: за последние четверть века сделано неизмеримо больше, чем за предшествующие два с половиной столетия. Если прежде мы, чтобы не упустить из виду крупницы сделанного, должны были вооружиться хорошим увеличительным прибором, то теперь возникает противоположная трудность: надо отойти подальше в сторону, чтобы охватить всю картину и не потерять перспективы.

Зачинателем этой эпохи в изучении Ньютона является профессор Военно-Морской академии, впоследствии академик А. Н. Крылов; исходная дата этой эпохи — 1916 г., когда вышел в свет в «Известиях Военно-Морской академии» русский перевод «Математических начал натуральной философии»,³² подготовленный А. Н. Крыловым.

Напомним, что основной текст «Начал» — латинский; существует перевод английский 1729 г. (Мотта),³³ французский 1759 г. (маркизы дю-Шатле с примечаниями Клеро) и немецкий 1871 г. (Вольферса).

Последний перевод А. Н. Крылов считает неудовлетворительным.

³⁰ Это от него и унаследовал в первый раз изречение Араго о трех стадиях в отношении к новым научным истинам. О самом заседании 20 декабря 1887 г. сохранились некоторые воспоминания (см.: Уч. зап. МГУ, Юбилейная серия, вып. LVI, Астрономия. Сост. проф. С. Н. Блажко, М., 1940).

³¹ Известный автор превосходных учебника и задачника по физике А. В. Цингер — его сын; другой сын, Н. В. Цингер, — ботаник.

³² В 1936 г. понадобилось второе издание «Начал», которые и были напечатаны в VII томе «Собрания трудов академика А. Н. Крылова». В дальнейшем указании мы пользуемся этим изданием.

³³ Этот перевод, вновь просмотренный известным историком математики профессором Фл. Кэджори, в 1934 г. кембриджским университетским издательством издан уже после смерти Кэджори с его историческими примечаниями.

«Начала» — монументальный труд, русское издание его составляет 48 печатных листов; из них примечаний и дополнений переводчика — немногим более четверти. Уже по своим размерам труд перевода является устрашающим. Нам известно по «Воспоминаниям» А. Н. Крылова, что ему понадобилось при этом основательно подновить свое знание латыни; тем более уважения вселяют нам его решительность и настойчивость, которые позволили ему взять на себя этот громадный труд и довести его до благополучного конца [20].

В числе этих трудностей немаловажное место занимает тот уже не филологический, а логически-математический аппарат, которым пользуется в своей книге гениальный ее автор, не тот аналитический метод исчисления бесконечно малых, который им же создан «à tous les temps, à tous les peuples», а старый, нами забытый и нам чуждый геометрический метод Архимеда, Эвклида, Аполлония и других классиков. Далее, терминология Ньютона в сильнейшей степени отличается от современной, и если ее сохранить, то для чтения создастся почти такая же трудность, как при чтении на малознакомом иностранном языке. Прогресс науки сделал то, что многие понятия, введенные Ньютоном, до чрезвычайности усложнились и вызывают в уме современного читателя много ассоциаций, совершенно не возникавших у читателя во времена написания «Начал». И, наконец, изложение Ньютона вообще не принадлежит к числу легких, и существует в «Началах» немало мест, знаменитых главным образом своей «темнотой».

Как же А. Н. Крылов вышел из всех этих затруднений? Он перевел «Начала», разумеется, вполне точно, следуя в изложении автору: геометрический метод Ньютона таким остался и в переводе. Но переводчик снабдил текст обширными примечаниями, более трети из них посвящены аналитическому изложению ньютоновских предложений и выводов, что составляет, конечно, огромную работу. Терминологию А. Н. Крылов применяет новую, также оговаривая эту замену в примечаниях. Исторические указания занимают 20% всех примечаний. Почти треть примечаний посвящена разъяснению «темных» мест, около 100 — мотивировке перевода, где он вызывал то или иное сомнение. Всего примечаний около 210. Все эти данные показывают сложность работы и количество труда, положенного переводчиком-редактором.

Значение русского перевода «Начал» громадно: он открыл читателю, не получившему классического образования (а таких теперь подавляющее большинство), доступ к тем неисчислимым сокровищам, которые заключены в бессмертной книге.

В дальнейшем мы увидим, насколько быстро и широко разрослось дерево познания Ньютона. И мы, конечно, будем правы, если не менее как наполовину припишем этот выдающийся успех тому переводу, который четверть века тому назад задумал, сделал и обнародовал А. Н. Крылов.

Этот успех перевода целиком оправдывает взятую переводчиком линию: она — средняя линия и как таковая не может не встретить упреков как с одной, так и с другой крайней стороны. Напомним по этому поводу остроумное изречение Гельмгольца в его предисловии к «*Lehre von den Tonempfindungen*». По его словам, его упрекали, с одной стороны, в чрезмерной склонности к механическим объяснениям, с другой — в слишком больших уступках психологическим факторам. Из того, что эти противоположные упреки делались одновременно, он позволяет себе сделать вывод, что его линия была правильна.

Также должна быть признана правильной и линия, взятая академиком А. Н. Крыловым при переводе «Начал» Ньютона.³⁴

По-видимому, занятия Ньютоном не проходят, если так можно выразиться, безнаказанно: занимающийся навеки остается в плену ньютоновских мыслей и представлений. Так случилось и с А. Н. Крыловым. Сделавшись одним из лучших в мире знатоков Ньютона и его эпохи, он с тех пор уже не переставал разрабатывать в своих произведениях то ту, то другую тему из наследия Ньютона. Таким образом, по его почину русская научная литература обогатилась целым рядом трудов и статей, посвященных более узким и частным вопросам, как поднятым самим Ньютоном, так и возникшим впоследствии при изучении его творений. Из многочисленных работ этого рода мы сейчас остановимся на некоторых работах А. Н. Крылова.

В статье «О силах инерции и начале Д'Аламбера»,³⁵ посвященной 250-летию со времени издания «Начал» (доклад, прочитанный 26 декабря 1936 г.), А. Н. Крылов вскрывает всю ту невероятную путаницу, которая прочно водворилась в наших школьных пособиях и более солидных курсах по этому вопросу, вследствие

³⁴ Нам пришлось познакомиться с двумя критиками перевода «Начал». С. Богомслов в своей статье «Общие основания ньютонова метода первых и последних отношений» (Изв. Физ.-мат. об-ва при Казанск. ун-та, т. 22, № 1, 1916) указывает на наличие в переводе трех неточностей. Профессор Д. Д. Мордухай-Болтовский в особенности ополчается против одной из них: А. Н. Крылов позволял себе сказать, что «отношения в пределе делаются равными», и надо было перевести «в конце концов делаются». Профессор Д. Д. Мордухай-Болтовский (Изв. Сев.-Кавк. гос. ун-вер., т. III, 1928, стр. 108) называет это даже искажением. Мы, однако, полагаем, что даже если здесь имеется грех со стороны А. Н. Крылова, то «за этот вольный, краткий грех не будет гнев Аллаха долгот.» (М. Шагиин, Orientalia). См. об этом также статью академика Н. М. Лузина «Теория пределов Ньютона» [21]. Еще одно заключительное замечание: накануне войны 1914 г. известное одесское издательство «Матезис» намеревалось выпустить перевод «Начал», сделанный Чекаловым. По обстоятельствам войны и последовавшей разрухи издание не могло состояться. Но черткв перевода сохранилась: по отзыву издателя, его, перевод обладает большими достоинствами. Нам представляется, что мы могли бы позволить себе роскошь иметь два перевода «Начал».

³⁵ Собрание трудов академика А. Н. Крылова, т. V, Изд. АН СССР, М.—Л., 1937, стр. 495—511.

двойственного понимания этих терминов и недостаточного внимания к вопросу о точке приложения сил. Он начинает с цитаты из Ньютона, приводит примеры толкования разными авторитетными авторами элостических «фиктивных» сил и кончает заключением: «Достойна удивления та прозорливость, которую проявил Ньютон в учении о силе инерции, и то, сколь многое он выразил в немногих словах».

Статью «Беседы о способах определения орбит комет и планет по малому числу наблюдений»³⁶ А. Н. Крылов начинает с изложения метода Ньютона. Он доказывает, что и противоположность утверждениям многих авторитетов, или замалчивающих способ Ньютона или считающих его только приближенным, способ Ньютона, данный в виде графического построения, может быть доведен до любой степени точности и выражен в чисто аналитическом виде. Здесь даны исчерпывающие примеры применения способа к реальным задачам, и в том числе — к знаменитой задаче о нахождении элементов орбиты кометы Галлея. Тут мы не можем отказать себе в удовольствии привести несколько выдержек из написанного по этому поводу А. Н. Крыловым. «Я должен сознаться, что анализ этого примера потребовал порядочного труда: я перечислил этот пример полностью трижды, вычисляя каждую величину для контроля совершенно различными манерами. . . Произошло это потому, что я сперва не получал тех чисел, которые показаны у Ньютона, а так как в числах, приводимых у Ньютона, ошибки быть не может, то и надо было доискаться до способа, каким он свои числа получил. . . Приняв для радиуса-вектора данные Леверье, и произвел вновь расчет, опять-таки воспроизведя буквально все указания Ньютона, получил более близкое согласие, но все-таки не полное. . . Тогда я переделал построение Ньютона, выполняя его в плоскости орбиты, а не в проекции, и притом не приближенно, а точно. . . после чего я и для примера кометы 1680 года (Галлесвой) получил полное согласие длины хорды, рассчитываемой по теореме Ньютона и по теореме Эйлера».

Автор приводит подробные вычисления, относящиеся к этому случаю, и заканчивает такими словами: «Все эти примеры и подробное их развитие показывают, что данная Ньютоном метода определения параболической кометной орбиты есть метода абсолютно точная, полная и в равной мере совершенная со всеми остальными творениями этого величайшего гения; но его творения требуют и достаточного внимания и тщательности при изучении, не упуская из виду ни единой буквы, ни единой цифры».

Автор указывает еще другой метод Ньютона, изложенный последним с предельной сжатостью и краткостью, и заключает словами: «Дав вам образчик того, как следует изучать Ньютона,

рекомендую вам, как поучительную тему для работы, изучение этих трех страничек».

В статье «Судьба одной знаменитой теоремы»³⁷ А. Н. Крылов опять возвращается к способу Ньютона и рассказывает, как теорема, положенная последним в основу его способа, последовательно открывалась Эйлером и Ламбертом и под именами последних приводилась в знаменитых курсах; только Лагранжем она была закреплена за Ньютоном. Все же понадобились и новые изыскания А. Н. Крылова для окончательного установления ее автора.

Работа на французском языке «Sur la variation des éléments des orbites elliptiques des planètes»³⁸ посвящена опять способу, предложенному Ньютоном. Не излагая ее содержания, приведем в русском переводе заключительную фразу автора: «Мы видим из этой заметки то значение, которое имеет замечание Ньютона, и то упрощение, которое оно вносит в основной вопрос „небесной механики“, а также тот способ, которым можно преодолеть трудности, помешавшие, по мнению Лагранжа, им воспользоваться».

В небольшой английской заметке «On sir Isaac Newton's formula for the attraction of a spheroid on a point of its axis»³⁹ речь идет о выводе формулы Ньютона в современных терминах. Читателям «Начал» она известна из примечаний 125 и 189.

Мы только упомянем еще о двух статьях: «Об одной теореме сэра И. Ньютона»⁴⁰ и «О способе сэра И. Ньютона определить параболическую орбиту кометы».⁴¹

Жалеем, что мы не можем остановиться несколько подробнее на труде А. Н. Крылова «Ньютонова теория астрономической рефракции».⁴² Хотя тема, казалось бы, принадлежит к области оптики, она своими корнями гнездится в «Началах» и от них, как мы увидим, неотделима.

Ньютон сообщил Флемстиду сначала одну, а потом и другую таблицу значений астрономической рефракции для различных зенитных расстояний, только очень туманно и кратко указав, как к ним можно прийти. А. Н. Крылов поставил себе задачу восстановить способ получения как первой, так и второй таблицы и для этого, пользуясь своим исключительным знанием как «Начал», так и всей предньютоновской математической техники, указал вероятный путь их нахождения. По всему аппарату, с которым А. Н. Крылов подходит к задаче, по тем результатам, которые он при этом получает, и по тем выводам, которые отсюда

³⁷ Там же, т. VI, Изд. АН СССР, М.—Л., 1936, стр. 227—248.

³⁸ Там же, стр. 249—266.

³⁹ Там же, стр. 267—271.

⁴⁰ Там же, стр. 273—277.

⁴¹ Там же, стр. 279—298.

⁴² Там же, стр. 151—225.

делает, следует назвать эту статью настоящим шедевром математической реконструктивной работы.⁴³

То, что для «Начал» следано А. Н. Крыловым, то для оптических работ Ньютона исполнил академик С. И. Вавилов. В 1927 г. им переведена и издана на русском языке «Оптика» с вводной статьей и с примечаниями [24]. В том же году им переведено два оптических мемуара Ньютона; перевод помещен в юбилейном номере «Успехов физических наук».⁴⁴

К 300-летию со дня рождения Ньютона, отмечавшемуся в 1943 г., С. И. Вавиловым переведены «*Lectioes Opticae*» [27] и написано исследование об эфире и материи у Ньютона [28]. Можно считать, что оптические работы Ньютона в настоящее время для русского читателя представлены в должной полноте.

В 1935 г. профессором Д. Д. Мордухай-Болтовским переведены с издания Кастильона главнейшие математические работы Ньютона — большой том с обширными примечаниями переводчика [29].

Укажем еще на две книги.

Первая — весьма интересная по мысли книга З. А. Цейтлина «Наука и гипотеза» [30]. Автор задался целью доказать ньютоновское происхождение многих изменений, введенных по сравнению с первым во второе издание «Начал». Он приписывает их влиянию Бента и Котса, действовавших в интересах клерикальной группировки. Сюда относится и знаменитое изречение «*Hypotheses non fingo*». Нам все же представляется, что картина, рисуемая автором, несколько односторонняя, так как он недостаточно учитывает всю огромную работу чисто научного характера, которую проделал Котс как редактор второго издания «Начал». Необходимо также принять во внимание, что взгляды Ньютона не представляли собой в течение всей его жизни чего-то застывшего и неподвижного. Желательно рассмотреть вопрос с точки зрения их постепенного развития, проследить его и по другим источникам — переписке Ньютона и т. п.

Вторая книга — новая биография Ньютона, написанная С. И. Вавиловым [31]. Биография преследует задачу проследить главным образом развитие научного творчества Ньютона; все остальные жизненные события отодвинуты по сравнению с ним

⁴³ Она подробно излагается в статье И. А. Хвостикова [32]. Укажем еще, что имеют повиться в «Собрании трудов А. Н. Крылова» его «Мысли о преподавании механики», где, конечно, Ньютону также отводится подобающее ему место [33].

⁴⁴ Этот превосходный номер включает в себе, кроме указанных, статьи В. К. Фредерикса, Я. И. Френкеля и С. И. Вавилова [34]. Уровень этого номера служит весьма показательной иллюстрацией к тому, насколько выросли вопросы читателей к юбилейным популярным статьям по сравнению со сентяблем 1887 г., о которых мы говорили выше. Укажем здесь же на сборник, выпущенный в том же 1927 г. Академией наук СССР, со статьями А. А. Белопольского, А. А. Иванова, А. Н. Крылова и П. П. Лазарева [35].

на задний план. Книга по своему уровню намного превосходит все те биографические попытки, которые делались на русском языке до сего времени.

* * *

Следует еще упомянуть о «ревизии» ньютоновской физики и о том участии, которое в ней приняли русские ученые. Мы говорим, конечно, о принципе относительности. Наше активное участие в этом движении сравнительно невелико. Мы можем назвать здесь работы А. А. Фридмана [32] и В. А. Фока [33]. Первый выдвигал видоизменение общей теории относительности, при котором радиус Вселенной не остается постоянным, а изменяется со временем. Творец общего принципа относительности А. Эйнштейн после некоторых контroversов должен был признать теорию вполне законной [34]. В. А. Фоку принадлежит одна из крупнейших работ по теории относительности. Ведя до конца вычисления, что по трудности дела обыкновенно не делалось, он показал, что различие между теорией относительности, с одной стороны, и классической теорией, с другой, может быть прослежено для точки, лежащей очень далеко от скопления материи, скажем — галактической системы или системы таких систем. Теория относительности дает для такой точки обычное значение потенциала тяготения; только к массе всех тел системы прикладывается еще дополнительный член, представляющий собой величину энергии системы, деленной на квадрат скорости света.

Есть произведения и обратного направления. Перу нашего соотечественника, Г. А. Ботезата, принадлежит вышедшая в Америке книжка «Back to Newton» («Назад к Ньютону»), возражающая против самих основ теории относительности.

* * *

Широко отмеченный юбилей в связи с 300-летием со дня рождения Ньютона вызвал к жизни новую усиленную работу над ньютоновским наследием. Академия наук, Московский университет и другие научные организации выпустили сборники, посвященные вопросам творчества Ньютона.

В сборнике, изданном Академией наук, наряду с математиками и физиками принимают участие и историки; в сборнике освещены также и новые вопросы, как эфир и материя у Ньютона, его геометрическая оптика, его теория пределов. «Многоугольник Ньютона» в труде профессора Н. Г. Чеботарева [35] вырос в обширное исследование и т. п. Мы вновь выражаем здесь уверенность, что самая возможность появления таких статей и в таком количестве — обильная жатва с тех семян, которые брошены на русскую научную почву учеными, принявшими на себя труд дать русскому читателю на русском языке бессмертные произведения Ньютона.

НЬЮТОН КАК ФИЗИК [1]

Хотя Ньютону человечество обязано открытиями, составившими эпоху в астрономии и математике и создавшими направления в этих науках, развивающиеся и до настоящего времени, хотя его по праву можно считать основателем теоретической механики, все же по существу он является физиком.

Ньютон — физик высокого класса. Он не только сделал ряд важнейших открытий во всех областях современной ему физики, но и дал замечательные образцы методики научного исследования, достойные подражания и в настоящее время. Он соединял в себе качества глубокого теоретика с широким кругозором, блестящего экспериментатора и мастера техники эксперимента. Одним из основных свойств его как исследователя является весьма высокая требовательность к точности и строгой логичности как основных положений, так и окончательных результатов исследования. Небольшое расхождение теории с фактами заставляло Ньютона воздерживаться от теории, хотя бы она была и очень обещающей. Так было и в случае величайшей, созданной Ньютоном, теории тяготения.

По существу механика является одним из разделов физики. Работы Ньютона по этому разделу были предметом предыдущего доклада [2], там же трактовались и вопросы одного из основных законов физики — закона всемирного тяготения. Я здесь только напомню, что очень важный эксперимент в этой области, доказывающий эквивалентность инертной и весовой массы, был произведен Ньютоном по способу маятников, настолько точному, что через полтора столетия классик точного измерения Бессель для той же цели воспользовался той же методикой Ньютона.

Наряду с нарождавшимся исчислением бесконечно малых, наукой о движении в приложении главным образом к астрономии, умы современников Ньютона занимали вопросы оптики. Вероятно, основным стимулом к этому было изобретение зрительной трубы и те поразительные открытия в астрономии, которые были с не

помощью сделаны Галилеем и его последователями. Ко времени Ньютона Снеллем и Декартом был найден закон преломления света, Эразмом Бартолином было открыто двойное лучепреломление в кристаллах, Гюйгенсом были интерпретированы закономерности преломления на основании волновой теории света. В геометрической оптике разбирались вопросы уничтожения сферической аберрации с помощью специальных поверхностей вращения. Не удивительно поэтому, что оптика явилась одним из основных предметов, которыми занимался Ньютон.

Работы Ньютона по оптике главным образом изложены в двух его трудах: «Оптика» и «Лекции по оптике» [2]. Первая из них очень широко известна. Она написана Ньютоном в зрелом возрасте и подводит итог работам Ньютона по физической оптике. Многочисленные «вопросы», приложенные в конце книги, содержат мысли Ньютона по другим разделам физики, а также химии. «Оптика» состоит из трех книг. В первой книге после небольшого вступления, посвященного геометрической оптике, излагается основная работа Ньютона, касающаяся цветовых свойств света и дисперсии в прозрачных средах. Относительно этих свойств ходили самые разнообразные представления, и только Ньютон указал и подтвердил убедительными опытами настоящий путь для решения проблемы. Он дал способ определения цвета лучей, не зависящий от субъективного впечатления, показал сложность белого цвета и, вообще, дал способы анализа и синтеза цветов.

Во времена Ньютона оптика считалась частью геометрии, и это неудивительно, так как задачи оптики можно было решать геометрическими построениями, в которых добавочными условиями входили законы отражения и преломления света. Даже лекции по оптике, которые Ньютон читал в Кембриджском университете, по программе были лекциями по геометрии. Поэтому изложение первой книги носит стиль «Начал» Эвклида с аксиомами, предложениями, теоремами и их доказательствами; правда, последние носят название «доказательств опытами».

Эти опыты по своей убедительности, простоте, отчетливости ответа на поставленный вопрос являются образцом и по настоящее время. Главнейшие из них всем известны, так как они вошли в элементарные учебники физики. Устанавливается, что показатель преломления среды однозначно зависит от цвета луча, доказывалась сложность белого света, объясняются цвета радуги. Интересно, что для решения вопроса о том, как отделить один от другого неоднородные лучи сложного света, Ньютон описывает схему, совершенно эквивалентную современному спектро스코пу, вплоть до употребления щели в коллиматорной части. Если бы щель в его опыте была уже, а призмы были совершеннее, Ньютон мог бы заметить фраунгоферовы линии в спектре солнца. Впрочем, может быть, он их и видел. В одном из опытов описывается

схема скрещенных призм, неоднократно установленная физиками в более позднее время.

После установления основных закономерностей хроматизма Ньютон исследует его влияние на качество изображения зрительной трубы. Получается чрезвычайно важный результат: действие дисперсии в объективе зрительной трубы, хроматическая aberrация, портит изображение несравненно сильнее, нежели другие виды aberrаций, например сферическая, на устранение которой предшественники Ньютона обращали главное свое внимание.

Ввиду важности вопроса Ньютон обращает свое внимание на изыскание возможности устранения или обхода указанного недостатка зрительной трубы. Устранения или, по крайней мере, значительного уменьшения хроматической aberrации можно было ожидать на основании изучения свойств дисперсии прозрачных сред путем следующих рассуждений.

Условимся упрощенно называть преломляемостью степень отклонения лучей призмой с небольшим углом. Разность преломляемостей эквивалентна дисперсии. Место схождения лучей, вышедших из удаленной точки и преломившихся в линзе, их фокус, будет тем ближе к линзе, чем больше преломляемость лучей. Отсюда следует, что синие лучи сойдутся ближе к линзе, чем красные, а расстояние между фокусами красных и синих лучей будет пропорционально разности преломляемости этих лучей. Ньютон непосредственно на опыте установил и измерил эту разность фокусных расстояний в линзе.

Если бы существовали вещества, у которых разности преломляемостей отличались бы сильно, а сами преломляемости — мало, то можно было бы составить систему из двух линз — положительной с меньшей дисперсией и отрицательной с большей дисперсией — так, чтобы отрицательная линза отодвинула фокус лучей, образованный положительной линзой, и притом фокус красных лучей, больше, чем фокус синих, — с таким расчетом, чтобы оба фокуса совпали. Такая система теперь называется ахроматической.

Ньютон представлял себе такой путь исправления оптических систем, но не применил его вследствие одной случайности, ставшей широко известной в истории физики. У двух веществ, дисперсию которых Ньютон исследовал, преломляемость оказалась пропорциональна дисперсии. Ньютон считал это общим законом природы и отсюда сделал заключение, что ахроматические системы невозможны. Вещества, взятые Ньютоном, были: стекло и вода, к которой он примешивал свинцовый сахар, как он говорит, «для просветления».

Решив, что устранение хроматической aberrации невозможно, Ньютон повел усовершенствование зрительных труб другим путем. Лучи всех цветов подчиняются одному и тому же геометрическому закону отражения, поэтому изображение, даваемое сферическим зеркалом, свободно от окраски. Ньютон предложил систему

отражательного телескопа-рефлектора. Очень важно было систему не только предложить, но и осуществить в виде готового прибора. Дело в том, что изготовление точной сферической поверхности в те времена было под силу не всякому оптику, а изготовление вогнутого зеркала требовало гораздо большей точности, чем изготовление линз, так как ошибки отражающей поверхности вчетверо больше сказываются на изображении, чем ошибки поверхности преломляющей. Поэтому Ньютону пришлось самому взяться за изготовление телескопа. Ему удалось улучшить технологию полировки настолько, что он без труда смог исправить имеющиеся у него линзы. Все же изготовление металлических зеркал было трудным. Но Ньютон преодолел эти трудности и сделал рефлектор, который при значительно меньшей длине давал лучшее изображение, чем гораздо более громоздкая зрительная труба того времени.

Одиз из сделанных им телескопов он послал в Лондон, в Королевское общество. Это произвело большое впечатление и положило начало известности Ньютона. Изготовление телескопа Ньютона положило начало развитию отражательных телескопов, первая стадия которого завершалась трудами Гершелей и Росса и дала толчок развитию наблюдательной астрономии.

Авторитет Ньютона не так уж надолго задержал развитие ахроматических систем. Через три десятка лет после смерти Ньютона Доллонд уже делал ахроматические зрительные трубы, а около 1784 г. Эпинус с помощью талантливых мастеров нашей Академии создал первый ахроматический микроскоп [4].

Во второй половине XIX столетия началась новая эра развития отражательных телескопов, которые вместе со спектроскопом, начало которому тоже положил Ньютон, обусловили успехи астрофизики наших дней.

Ньютоном также была предложена система отражательного микроскопа, но отражательный микроскоп в виде законченного прибора, конкурирующего с обыкновенным диоптрическим микроскопом, впервые был сделан у нас в Советском Союзе.

В конце первой книги «Оптики» рассматривается теория радуги. Эта теория только через два столетия была заменена дифракционной теорией Эри.

Вторая книга посвящена интерференционным явлениям и попытке объяснить с помощью их естественные цвета тел. При изложении интерференционных явлений уже не соблюдается стиль Эвклида, уже нет теорем, существуют только наблюдения и замечания к ним, хотя в основном трактуются вопросы чисто геометрические. В первых двух частях второй книги рассматриваются интерференционные цвета тонких пластинок в той схеме, которую мы теперь называем «кольцами Ньютона» [5].

Опыт, в котором главную роль играют величины порядка долей микрона, Ньютон ставит с гениальной простотой и отчет-

ливостью. Плоская и выпуклая большого радиуса соприкасающиеся поверхности позволяют очень точно определить расстояние между ними в любой точке, причем поверхность полного соприкосновения имеет очень небольшие размеры, что очень существенно для наблюдения явления в самых тонких слоях воздуха.

Ньютон установил большое количество фактов, относящихся к явлению: периодическое повторение светлых или темных мест через равные промежутки толщины для заданного цвета, изменение диаметров колец с изменением цвета и притом в последовательности спектральных цветов. Была установлена зависимость ширины колец от показателя преломления среды между двумя стеклами. С помощью приемы, позволившей вести наблюдение так называемых ахроматических полос. Ньютон наблюдал интерференцию при большой разности хода, доходившей до сотни волн. Приводится таблица интерференционных цветов от первого до седьмого порядка с указанием соответствующих толщин воздуха, воды и стекла.

В той же, второй, книге подробно рассматривается другое интерференционное явление, довольно редко встречаемое в современных курсах, — это интерференция лучей в мениске, вогнутая сторона которого не вполне отполирована. Здесь происходит интерференция между лучами, прошедшими через часть этой поверхности, и лучами, рассеянными ею. На основании этого явления Ньютон объясняет цветные венчики, иногда видимые в легких облаках около солнца. Здесь Ньютон делает попытку объяснить естественные цвета тел с помощью интерференции, а также механизм самой интерференции, но об этом я буду говорить позже.

В третьей, и последней, книге излагаются наблюдения по дифракции света. Со своим обычным искусством Ньютон ставит ряд опытов с дифракцией от нити, от края экрана, от щели, от клиновидной щели и точно и подробно описывает наблюдаемые явления как качественно, так и количественно. В частности, он указывает пропорциональность расстояний дифракционных полос корням из последовательных дробей, как это и следует из современной теории явления.

Очень интересно, что для наблюдения подробностей и точного измерения Ньютон не пользуется большим удалением экрана, а наклоняет экран, значительно выигрывая, таким образом, в яркости картины. Этим приемом в наше время пользуются для проекции явлений интерференции и дифракции на экран. Исследованием дифракции оканчивается фактический материал «Оптики».

В одном из «вопросов», помещенных в конце «Оптики», Ньютон говорит о своих опытах с кристаллами исландского шпата. Наблюдая преломление лучей, вышедших из одного кристалла и проходящих через другой такой же кристалл, он находит, что по прохождении через первый кристалла лучи приобретают различные

свойства в плоскости, перпендикулярной лучу. Эти свойства при-
сущи лучу, а не кристаллу, через который они прошли. Это раз-
личные свойства луча в различных направлениях на плоскости, ему
перпендикулярной, теперь называется поляризацией. Это один из
случаев, когда Ньютон мимоходом указывает на большое принци-
пиальное открытие.

«Лекции по оптике» были написаны Ньютоном гораздо раньше
«Оптики», но были изданы только после смерти Ньютона [8].
Половина их посвящена изложению вопросов геометрической
оптики. Геометрические построения дают основные зависимости
параксимальной оптики. Потом уже в самой «Оптике» Ньютон
приводит словесное выражение известной всем формулы
Ньютона. Даются способы вычисления сферической аберрации и
астигматизма. Здесь же Ньютон говорит о возможности исправ-
ления сферической аберрации с помощью обыкновенных сфери-
ческих поверхностей, как это и делается в настоящее
время.

Предложенный им объектив из двух отрицательных менисков
с водяной линзой между ними является прототипом современного
объектива. Интересно заметить, что если бы Ньютон его осуще-
ствил, то он заметил бы, что уменьшается не только сферическая
абберация, но в некоторой степени и хроматическая.

В «Лекциях» приводятся методы измерения показателей пре-
ломления, аналогичные астрономическим измерениям того времени.
При этом указывается, что призму надо ставить в положение
наименьшего отклонения, как это делается и теперь. Много внима-
ния уделяется также вопросам, аналогичным современной оптике
спектральных призм.

Вторая часть лекций посвящена вопросу о «происхождении
цветов»; содержание ее совершенно аналогично первой книге
«Оптики», которая является более завершенным трудом.

Надо заметить, что перевод «Лекций» на русский язык яв-
ляется наиболее полным изданием этого труда вообще.

Ньютону принадлежит также важный труд по астрономической
рефракции, полное значение которого было раскрыто А. Н. Кры-
ловым [1], а также идея очень важного оптического прибора —
мореходного секстанта, играющего большую роль в кораблевож-
дении. Особенностью секстанта является то, что в процессе
измерения углового расстояния между двумя объектами они одно-
временно видны в поле зрения, и задачей наблюдателя является
только сведение их изображений. Это упрощает измерение, если
наблюдатель находится на качающемся основании, каким является
палуба корабля. Секстант был осуществлен Гадлеем, которому
иногда приписывается его изобретение.

Таковы в общих чертах результаты исследований Ньютона
в области оптики, результаты, которые на протяжении трех сто-
летий не были изменены, а только развиты и приумножены.

В области учения о звуке Ньютону принадлежит вывод зависимости скорости звука от плотности и упругих свойств среды. Этот вывод, являющийся следствием работ Ньютона по теоретическому исследованию колебательного движения, привел к формуле, которая с небольшим изменением, внесенным в нее Лапласом, является одной из основных в теории звука и в настоящее время.

В учении о теплоте Ньютону принадлежит известная закономерность, связывающая скорость потери тепла телом с температурой его относительно окружающей среды. Ньютон также предложил шкалу температур, взяв за основные точки температуру замерзания воды (нуль) и температуру ее кипения (34-е деление его шкалы). Температурные точки, определяемые плавлением различных сплавов, до точки плавления олова Ньютон отсчитывал по масляному термометру, а более высокие — по времени охлаждения раскаленного железа. Этими данными Ньютон, между прочим, пользуется при своих соображениях относительно теплового состояния кометы вблизи Солнца.

Ньютон экспериментировал в области электричества и магнетизма. Он исследовал притяжение двух магнитов и нашел, что вблизи притяжение совершается по закону обратных квадратов расстояний, а на больших расстояниях — обратно пропорционально кубам расстояний. Это вполне соответствует закону Кулона. Ньютон неоднократно пользовался притяжением магнитов для пояснения общих законов механики, например закона равенства действия и противодействия.

Он указывает, что железо, помещенное между магнитом и притягиваемым им телом, резко меняет действие магнита, а то время как разные другие тела совершенно не меняют этого действия. Он обнаруживал электрические взаимодействия на расстояниях десятков сантиметров и, изучая явления искры, делал ряд других опытов.

Ньютон производил также опыты по капиллярности как с тонкими трубками, так и с пластинками, поставленными под небольшим углом друг к другу.

Ньютон очень неохотно публиковал результаты своих работ. И «Оптика» и знаменитые «Начала» были напечатаны через десятилетия по их написанию. Результаты его работ в других областях физики приходится искать в вопросах и замечаниях, рассеянных в приведенных выше трудах, и его переписке. Несомненно, что многие из результатов до нас не дошли.

Известно, что Ньютон очень много занимался химией, изготовлением всяких сплавов и даже алхимией. В его работе по температурной шкале приводится ряд легкоплавких сплавов, с которыми он оперировал, зеркало его рефлектора было приготовлено из особого сплава, и, по-видимому, эти сплавы были приготовлены им самим. Примеры из химии очень часто приводятся Ньютоном

при описании различных опытов и гипотетических соображений. Имеется только один небольшой мемуар Ньютона, посвященный химии: «О природе кислот» [5]. Мемуар посвящен, в основном, гипотетическим соображениям. Есть основания полагать, что Ньютон собирался написать большой труд по химии или даже написал его, но рукопись погибла.

В одном месте своей «Оптики» Ньютон дает такую характеристику своего основного метода исследования: «Вывести два или три общих принципа движения из явлений и после этого изложить, каким образом действия всех телесных вещей вытекают из этих явных принципов, — было бы очень важным шагом в философии, хотя бы причинами этих принципов и не были бы еще открыты». И, действительно, все содержание знаменитых «Начал» подчинено этому методу. Более того, все дальнейшее плодотворное развитие как теоретической, так и небесной механики показало, какое огромное количество новых явлений природы было объяснено и даже предсказано на основании трех основных принципов ньютоновой механики и его чрезвычайно простого закона тяготения. В этих областях ему не нужно было придумывать гипотез, к которым он относился почти презрительно.

Однако в других областях физики, и в первую голову в оптике, мир явлений настолько сложен, что выводы из основных принципов не всегда согласуются с реальными явлениями, и тогда принципы превращаются в гипотезы. Так получилось у Ньютона с объяснением естественных цветов тел. Большое разнообразие и живость интерференционных цветов подарили Ньютону мысль, что естественные цвета тел аналогичны цветам тонких пластинок. Однако, хотя и имеется небольшое количество тел с интерференционной окраской (например, некоторые кристаллы, перламутр), для подавляющего количества тел это неверно.

Неоправданным было также увлечение Ньютона аналогией между звуковой гармонией и соотношением цветов. Ньютон, например, делит солнечный спектр на семь частей, пропорциональных семи музыкальным интервалам, находит, что толщины слоев воздуха для разных цветов в «ньютоновых кольцах» пропорциональны кубическим корням из квадратов длин струн, соответствующих нотам октавы.

Я уже упоминал выше о неправильной гипотезе Ньютона о дисперсии. Эта гипотеза тоже имела свои корни в аналогии спектра и музыкальной гаммы.

Можно было бы, конечно, привести и другие примеры неоправданных гипотез, но гораздо интереснее примеры гипотез, или, вернее говоря, гениальных догадок Ньютона, которые оправдались только через столетия. Ньютона долго считали творцом и поборником корпускулярной гипотезы света и противником волновой. Это совсем неправильно: нигде Ньютон об этом не говорит определенно.

Возьмем, например, то место из «Начал», где говорится о законе синусов. Это отдел 14 — «О движении весьма малых тел под действием сил, направленных к отдельным частицам весьма большого тела». Теорема: «Если две однородные среды разделяются пространством, заключенным между двумя параллельными плоскостями, и тело при переходе через это пространство притягивается перпендикулярно плоскости раздела ..., то синус угла падения на первую плоскость находится в постоянном отношении к синусу угла выхода из второй». И далее: «От изложенных выше движений частицы почти не отличаются отражение и преломление света, совершающееся по тому же закону». И еще далее: «По аналогии между распространением световых лучей и движением весьма малых тел я изложу еще предложения, имеющие отношение к оптике, но совершенно не касаясь самой природы лучей (телесная она или нет) и совершенно ее не обсуждая, а только находя пути тел, подобные ходу лучей». Далее идет расчет хода лучей в линзах согласно механической аналогии.

Из приведенного видно, что речь идет о формальной аналогии, как, скажем, в соотношениях гидродинамики и силового поля. Из всех высказываний Ньютона о сущности света можно сказать, что он представлял себе свет, особенно в прозрачных телах, как некоторое сосуществование движущихся частиц и волнового процесса, с помощью которого он мог объяснить, почему в явлениях интерференции свет, пройдя определенные расстояния в прозрачной среде, получал способность то проходить, то отражаться или, как говорил Ньютон, «находился то в приступе прохождения, то в приступе отражения». Эти «приступы» определялись состоянием волнового процесса, сопутствовавшего или обгонявшего частицы. Подумайте, как эта схема актуальна сейчас, когда мы, наблюдая интерференцию электронов, вынуждены признать, что места, куда движутся частицы, определяются некоторым сопутствующим им волновым процессом.

Интересны воззрения Ньютона на природу теплоты. Он представлял себе теплоту как движение частиц в теле, которое, между прочим, может быть произведено ударами по телу, и приводит опыт, производимый и до наших дней кузнецами, когда быстрыми ударами по мягкому железу удается привести его в раскаленное состояние, достаточное, чтобы зажечь трут. Насколько это воззрение ближе к действительности, чем мнение сторонников теплорода через столетие после Ньютона!

Очень знаменательно, что в наше время в формулировке второго закона Ньютона сила приравнивается изменению количества движения, а не произведению из массы на ускорение. В таком виде второй закон остается неизменным и в механике относительности.

Можно было бы привести ряд других гениальных догадок Ньютона, но и приведенное достаточно говорит о силе его интеллекта.

Оглядываясь на величественный ряд открытий, сделанных Ньютоном во всех областях точных наук, мы, конечно, прежде всего видим, что они отмечены печатью гения: каждое из них открывает новую эру в соответствующей области. Но, вглядываясь ближе, мы видим, что они носят также и печать вложенного в них большого труда — как в теоретических, так и особенно в экспериментальных работах. Стройное изложение «Начал» в стиле древних геометров носит следы большой предварительной работы другого стиля. Экспериментальные исследования поражают очень большим количеством разнообразного материала. Даже очень многие мелкие замечания показывают, что основой для них является собственный опыт автора. Биографы Ньютона говорят, что трудолюбие Ньютона было изумительно: спал он четыре-пять часов в сутки, забывая о еде, о гостях, хотя таковые были очень редки.

Это соединение гения догадки, огромного математического и экспериментального таланта, необычайное трудолюбие и соответствующий момент в истории точных наук, может быть, несколько объясняют то исключительное явление, каким оказался Ньютон среди представителей точного знания.

Ньютон о себе сказал так: «Не знаю, чем я кажусь миру, но сам себе я представляюсь ребенком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно, или красивую раковину, в то время как великий океан истины расстилается передо мной неисследованный».

Обыкновенный человек, представляя себе величественный облик Ньютона, может согласиться, что это ребенок, но только ребенок из породы гигантов, потому что камешки и раковины, которыми он играет, это огромные миры и всеобщие законы Вселенной.

**«276 ЗАМЕТОК ПО ФИЗИКЕ
И КОРПУСКУЛЯРНОЙ ФИЛОСОФИИ»
М. В. ЛОМОНОСОВА [1]**

В первом томе Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова (этот том сейчас находится в стадии своего окончательного оформления) печатается — в первый раз в своем полном виде на русском языке — рукопись нашего великого соотечественника, получившая заглавие: «276 заметок по физике и корпускулярной философии» [2]. Это — довольно раннее произведение Ломоносова: редакция названного Полного собрания его сочинений на основании достаточно веских соображений относит момент его написания на промежуток 1742—1743 гг. [3].

Это значит, что Ломоносов писал свои заметки совсем молодым человеком, едва перешагнув за 30 лет и только что вернувшись с разными трагикомическими приключениями из своего затянувшегося пребывания для учения за границей. Он еще новичок в С.-Петербургской Академии, еще не получил своего титула «академика и химии профессора», мало известен своим коллегам и, если заставляет о себе говорить, то только по случаю тех трюковых столкновений, которые у него происходят с немецкой частью академиков.

Дело объясняется тем, что как раз в 1741 г. после дворцового переворота, произведенного Елизаветой Петровной, русское общество переживало момент высокого патристического подъема в связи с ликвидацией ненавистного немецкого засилья в высших сферах. Горячий патриот, М. В. Ломоносов принимает в этом движении самое активное участие, но по обстоятельствам времени может обратить свои чувства только против немецких академиков, вряд ли отвечающих перед русским народом за жестокости и злодеяния своих более высокопоставленных соплеменников. . . Ломоносов попадает на гауптвахту. Весьма вероятно, что на этом невольном «досуге» он и писал интересующие нас заметки.

Итак, заметки представляют собой одно из самых ранних произведений Ломоносова: до него им написаны только «Элементы математической химии» [4] и «Рассуждение о зажигательном инструменте» [5]. По характеру заметок они явно представляют собой материал, подбиравшийся для написания новой книги. Многие мысли, даже многие фразы, здесь встречающиеся, в дальнейшем фигурируют в произведениях более позднего периода. Наоборот, здесь отсутствует ряд положений, которые Ломоносов выдвигал и защищал позже. В частности, здесь нет ни одного упоминания об электричестве. Мы помним, что позже Ломоносов работал над вопросами электричества вместе с Г. В. Рихманом и пропозировал речь «О явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» [6]. Мы принуждены заключить, что эти вопросы в творчестве Ломоносова заняли место только в более поздний период его мышления.

Есть и еще один пункт, отсутствие которого в интересующей нас рукописи бросается в глаза: в сочинении, трактующем о механической модели вещества, не уделено никакого места чисто динамическим вопросам. Впоследствии Ломоносов динамикой живо интересовался. Его динамика носила характер явно антиньютоновский, исходила из отрицания сил тяготения и т. п. Эти соображения высказаны в явной форме в таких сочинениях, как «О движении физических монад» и в особенности в письме Ломоносова к Эйлеру [7]. В интересующей нас рукописи об этом нет ни слова. Мы позволяем себе заключить, что динамические соображения, которыми в дальнейшем пользуется Ломоносов, не являются основным элементом его воззрений и привлекаются им как некоторый добавочный материал к общей массе аргументации. Наше полное несогласие с ними не затрагивает существа основных представлений Ломоносова.

Переходим к изложению положительной части содержания рукописи М. В. Ломоносова. Первое, что мы усматриваем в ней, это — бодрый и целеустремленный материализм. Он не просто прокламируется, не выдвигается как некоторое маячащее где-то далеко впереди знамя, — он пронизывает все сочинение, составляет самую его основу. Нам нужно было бы переписать всю рукопись, если бы мы захотели привести побольше цитат в подтверждение наших слов. Ограничимся одной, которая нам представляется особенно замечательной. В заметке 75 Ломоносов пишет: «У многих глубоко укоренилось убеждение, что метод философствования, опирающийся на атомы, либо не может объяснить происхождение вещей, либо, поскольку может, отвергает бога-творца. И в том, и в другом они, конечно, глубоко ошибаются, ибо нет никаких природных начал, которые могли бы яснее и полнее объяснить сущность материи и всеобщего движения, и никаких, которые с большей настоятельностью требовали бы существования всемогущего двигателя...»

Да, Ломоносов ясно представлял себе, какой опасности он идет навстречу, когда проповедует материализм в тогдашней России, и он заранее придумывает хорошую фразу для самозащиты. Фраза звучит красиво, но не кажется ли вам, что Ломоносов отводит божественной силе не более места, чем мы, физики, рассуждающие о природе, в терминах живой силы или кинетической энергии? И в каком контрасте философский материализм Ломоносова оказывается с родовым пиетизмом большинства тогдашних философов и ученых! Возьмем для сравнения такую книгу, как известные эйлеровские «Письма к германской принцессе» [8], где всевышний разум, промысел, божественное вмешательство в людские дела пестрят едва ли не на каждой странице.

Откуда Ломоносов взял свой материализм? Не материализму учил его Хр. Вольф [9], его непосредственный учитель, и Г. В. Лейбниц, властитель дум тогдашней Германии. Ломоносов хорошо знает учение и того и другого, но идет своим собственным путем. Он иногда, в том числе и в вашей рукописи, пользуется термином «монада» из арсенала лейбницевских основных начал. Но из тех духовных, внепространственных индивидуумов, какими монады являются в философии Лейбница, Ломоносов превращает их в материальные корпускулы — основу и сущность познаваемой материи.

Доискиваясь до корней ломоносовского материализма, можно и должно поставить вопрос о возможном влиянии деятелей французской просветительной эпохи. Но простая хронологическая справка даст нам недвусмысленный отрицательный ответ: все деятели энциклопедизма моложе Ломоносова и выдвинулись на общественную арену позднее: год рождения Дидро — 1713, Д'Аламбера — 1717, а Гольбаха — даже 1723. Первый том «Энциклопедии» вышел в 1751 г. [10]. В свете этих дат Ломоносов становится одним из наиболее ранних провозвестников материализма, одним из его первых создателей. Великолепный мыслительный аппарат «архангельского мужика» одним из первых в Европе уловил признаки грядущего времени и отразил их созданием бодрого, конструктивного материалистического учения.¹

Источником всякого знания у Ломоносова является опыт: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением» (заметка 109). Но он знает также ограниченность опыта: «Те, кто, собираясь извлечь из опыта истины, не берут с собой ничего, кроме собственных чувств, по большей части должны остаться ни с чем» (там же). И еще: «Я хочу

¹ Мы обращаем внимание на важность подробного исторического исследования по вопросу о почве, из которой берет свои корни материализм М. В. Ломоносова. Вспоминаем одну беседу с С. И. Вавиловым, который связывал учение Ломоносова непосредственно с Лукрецием (см.: Лукреций. О природе вещей, т. II, Изд. АН СССР, М.—Л., 1946, стр. 9).

строить объяснение природы на известном, мною самим положенном основании, чтобы знать, насколько я могу ему доверять» (заметка 108).

К сожалению, таких достоверных материалов, на которые бы мог опираться без сомнений и колебаний Ломоносов, в его время было до ужаса мало. Мы говорим это не просто с высоты нашего нынешнего многознания — подумаем только, что будут говорить о наших знаниях наши преемники через каких-нибудь 100 лет! Нам достаточно показать, чего не знали современники Ломоносова, чтобы понять, как бесмерно тяжела была тогда задача творца системы физических знаний.

В химии того периода еще не было понятия о химическом элементе — элементами считались земля, вода, воздух и огонь. Химия не знала понятия об отдельных газах; не существовало даже термина «газ» — был только «воздух», который иногда переставал почему-то поддерживать дыхание и горение — становился «мефитическим» и приобретал другие физические и химические свойства. Не существовало учения о теплоте в смысле теперешней калориметрии,² учения о переходе тел из одного агрегатного состояния в другое. А потому ученому того времени приходилось принимать на веру много совершенно недостоверного материала и, наоборот, сомневаться в том, что теперь нам представляется непререкаемым. Так, выписывая из Бургава («Об огне») [11] утверждение (заметка 30), что «тела равной твердости и тяжести, помещенные в кипящую воду, приобретают одинаковый градус теплоты», Ломоносов снабжает его ремаркой: «Правда ль?». Но никакого сомнения не вызывает у него (заметка 102) якобы установленный кем-то факт, что «у котла, полного кипящей воды, дно по удалении от огня имеет едва заметную теплоту, но как только вода перестает кипеть, дно нагревается». Другой подобный «факт» приводится в заметке 104 и многих других.

Самое тяжелое наследие, которое Ломоносов получил от своих учителей, это — вера в бесконечное количество «невесомых жидкостей», изобретенных в разное время и для разных целей объяснения явлений природы. Теплород, флогистон, эфир, магнитная жидкость, тяготительная материя — все они проходят чредой по рукописи, смущая читателя несообразностью приписываемых им свойств.

Ломоносов успел сразиться только с одним из этих фантомов — с теплородом, и здесь его истребительный подвиг произведен им с горячим убеждением, с увлечением, со страстностью. Те высказывания Ломоносова, которые содержатся в нашей рукописи, показывают его как бойца, готового идти в свой бой и уже вполне для этого снаряженного. Даже выражения Ломоносова

² Одним из первых заложил ее основы наш соотечественник Г. В. Рихман созданием своего «правила смещения».

здесь вполне тождественны с теми, которыми он будет впоследствии пользоваться в своих капитальных писаниях по этому вопросу. Приведем несколько его аргументов.

В заметке 94 он пишет: «Тела, удельно более тяжелые, нагреваются сильнее, чем удельно более легкие, — следовательно, тела, удельно более тяжелые, принимают в себя больше теплотворной материи, чем удельно более легкие». Но, с другой стороны, «... тела, удельно более легкие, имеют более вместительные поры, — следовательно, принимают в себя больше теплотворной материи, чем удельно более теплые, что велепо». Противоречие доказывает нелепость самого представления о теплотворной материи. Для другого явления то же рассуждение предлагается в заметках 120 и 122. А в заметке 121 решительно заявляется: «Не следует выдумывать много разных причин там, где достаточно одной; таким образом, раз центрального движения корпускул достаточно для объяснения теплоты..., то не следует придумывать другие причины».

Достоин внимания, что Ломоносов отказывается здесь и от среднего, компромиссного пути, который избрал, между прочим, Вольтер: тепловое движение приписывается самим корпускулам, а не какой-то новой субстанции, находящейся между корпускулами в «порах» материи.

Как известно, главное дело жизни Ломоносова заключалось в тех первых опытах (в запаянных сосудах), которые были им произведены для доказательства неизменяемости количества участвующего в реакции вещества, — опытах, предвосхитивших открытие Лавуазье. Что наша рукопись дает по этому вопросу? Капитального утверждения здесь еще нет. Но отдельные места рукописи показывают, что Ломоносов к нему близок, о нем уже задумывается. Так, в заметке 244 глухо говорится о неразрушимости корпускул. В заметке 35 по другому поводу упоминается, что «... тела, приобретающие вес при обжигании, теряют его после восстановления». Почем знать, может быть, здесь мы и имеем в зародыше, в «горчичном зерне», гигантское открытие нашего великого соотечественника.

Основная задача Ломоносова как физика и химика — строение вещества и объяснение свойств последнего на основании этого строения. Но по пути ему приходится привлекать к делу и другие физические явления, чтобы и их поставить на службу при решении основного вопроса. Так, он много занимается здесь вопросами о природе света, цветов, прохождении света через вещество и т. п. Мы не ставим своей задачей подробное изложение относящихся сюда высказываний Ломоносова, но укажем, что в этой работе Ломоносова мы находим как бы первый вариант тех положений, которые через несколько лет будут выдвинуты им в знаменитой речи «О происхождении света» [12] и др. работах.

Ломоносов уже здесь предстает как убежденный противник ньютоновской корпускулярно-эмиссионной теории света, и аргументы его здесь по существу те же. Так, в заметке 58 он пишет: «Свет не есть материя, истекающая из светящегося тела». В заметке 61 он, ссылаясь на то, что, «хотя Солнце постоянно, от самого начала создания, с величайшей скоростью испускает свет во все части мира, оно все же не испытало сколько-нибудь заметной потери в своей величине за все это время; оно, наверное, уже далеко оттолкнуло бы от себя все тела мира в целом, ибо скорость поразительна, плотность эфира велика, земля не прозрачна и плотна, нелегко пропускает воздух». Здесь ученики школы П. Н. Лебедева могут усмотреть любопытную аргументацию, исходящую из представления о световом давлении.

Еще свидетельство в том же духе: «Из любой точки светящегося тела лучи тянутся к любой точке; следовательно, свет не есть материя, истекающая из светящегося тела; ведь из одной точки солнца должна была бы наполниться светом вся система планет» (заметка 222). Конечно, здесь без труда можно угадать строй мыслей более зрелого Ломоносова, произносящего «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее» (1756). Правда, в рассматриваемой работе теория цветов еще не излагается, но в заметке 134 упоминается об ее существовании, а вопросы о цветах фигурируют в рукописи в различных ее местах, что показывает, что к этому вопросу автор возвращался неоднократно, думал о нем упорно. Так, в заметке 7 отмечается зависимость цветов от различного корпускулярного состава материи. В заметках 65, 172 и 173 говорится о том, что окраска изменяется при измельчении окрашенного объекта, а в заметке 168 — о потемнении окраски при увлажнении. Цвета, по автору, не зависят от преломления (заметка 64).

Обратимся теперь к главному предмету рассматриваемой работы — к теории материи. Современники Ломоносова с нашей точки зрения, с одной стороны, чрезвычайно упрощали вопрос, а с другой — безмерно его усложняли.

Упрощение заключалось в том, что их представления имели грубо механистический характер: атомы — небольшие частицы вещества, повторяющие в своем малом виде все свойства более крупных порций материи. Современное представление, наделяющее атомы свойствами, отличными от свойств молекул, и даже подчиняющее их другим механическим законам, могло родиться только значительно позже, после долгих, мучительных и все же неудачных попыток объяснить механически огромное количество опытного материала, собранного со времен Ломоносова целым рядом поколений ученых. А в то время было ясно одно: различные тела обладают различными свойствами, а значит, и сами атомы их должны быть различны. И казалось, что достаточно обойтись

предположением о различных размерах этих атомов и о различии их массы.

Усложнение, о котором мы упоминали, заключалось в том, что материя была не одна, а представлялась целым набором: весомое вещество, эфир и ряд названных выше других. Если это допустить, то возникает вопрос о взаимоотношении этих различного рода материй. И вот Ломоносов считает своим долгом познакомить читателей с этими разновидностями (заметка 123): есть «собственная» материя, но между ее частицами может умещаться и «посторонняя» материя. «Посторонняя», в свою очередь, может быть связана с «собственной» или может свободно через нее «протекать». К числу последней относится эфир, который (заметка 53) «проникает через тела, как через решето» — любопытное предвосхищение лоренцевского, противогерцевского, неподвижного эфира начала нашего века («проточная» материя). Воздух, напротив, играет в телах роль связанной «посторонней» материи. Ему приписывается преувеличенно важное значение: например, все тепловое расширение твердых и жидких тел объясняется наличием в их порах воздуха (заметка 93). Всеми этими представлениями, столь нам чуждыми, Ломоносов отдает дань своему времени. Не совсем ясно, насколько он верит во все эти многообразные субстанции. Но он не может не говорить о них — иначе его противники упрекнули его в незнании «самых основных начал» науки о веществе.

Корпускулы должны иметь определенную форму. Приводится ряд оснований к тому, чтобы признать их шарообразными (заметка 189 и др.). Шарообразность «нечувствительных» частиц будет нужна Ломоносову впоследствии, при более детальной разработке теории теплового движения. Последнее предполагается вращательным, называемое здесь «центральной» (заметка 121), позднее «коловратным»; чтобы ему не было помех, поверхность частиц должна быть гладкой; впрочем, некоторая шероховатость необходима для передачи движения от одной частицы к другой; шероховатость эта невелика — она сравнивается с относительной величиной гор на земной поверхности. Частицы должны соприкасаться друг с другом — иначе было бы невозможно распространение через вещество (заметки 137 и 138). В противоречии с этим утверждением предполагается (заметки 31 и 32), что иногда частицы находятся друг от друга на некотором расстоянии. По-видимому, противоречие является здесь только кажущимся, так как пустые промежутки заполняются «посторонней» материей (эфиром и др.).

В позднейших сочинениях Ломоносова мы встречаемся со всеми этими картинами вещества, изложенными более обстоятельно и подробно. Представления эти остаются неизменными на протяжении всей жизни и творчества Ломоносова.

Последние годы принесли нам огромный прогресс в наших знаниях о всем, что относится к нашему первому отечественному ученому [13]: и его великие достижения, и его повседневные труды, и даже его слабости стали нам более ясными, а его образ стал нам более близок и более дорог. Мы можем теперь детальнее вникнуть в его творчество и поставить задачу о постепенном развитии учения Ломоносова и его воззрений за время его научной жизни. Задача столь же увлекательная, как и важная, для полной оценки всего содеянного М. В. Ломоносовым.

Мы рассматриваем наш настоящий доклад как скромный опыт в этом направлении — опыт недостаточный и несовершенный, а потому претендующий только на постановку самой задачи.

К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ АКАДЕМИКА Г. В. РИХМАНА ^[1]

«...умер господин Рихман
прекрасною смертию, исполнив
по своей профессии должность.
Память его никогда не умолкает...»

1

200 лет тому назад, 26 июля 1753 г., во время наблюдений над атмосферным электричеством погиб, сраженный молнией, академик Г. В. Рихман. С его именем связана одна из замечательных страниц истории русской науки и значительная часть деятельности М. В. Ломоносова.

В отличие от многих других петербургских академиков того времени Георг Вильгельм Рихман родился в России, где и прожил всю жизнь, за исключением нескольких лет, проведенных в Галле и Иене, когда он учился в тамошних университетах. По происхождению эстонец, или, как он писал, «по природе ливляндец», Рихман родился 11 июля 1711 г. в Пернове (Пярну); начальное и среднее образование он получил в Ревельской гимназии.

С ранних лет Рихман был предоставлен самому себе; он родился уже после смерти отца, умершего во время эпидемии чумы в конце 1710 г. Из-за материальной необеспеченности Рихман вынужден был покинуть университет и принял предложенное ему место наставника в доме известного русского сановника графа А. И. Остермана. Но в доме Остермана Рихман оставался недолго; ему удалось определиться студентом в Академию наук.

Обучаясь в университете в Галле и в Иене, Рихман проявлял особенный интерес к физико-математическим наукам, и в Акаде-

¹ Соч. М. В. Ломоносова, т. VIII, под ред. акад. С. И. Вавилова, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 131.

мин он был определен по физическому классу. В датированном 13 октября 1735 г. распоряжении по Академии наук президент ее, или, как он тогда именовался, главный командир, И. А. Корф, удовлетворяя просьбу Рихмана, принял его студентом в Академический университет, зачислив по физическому классу; при этом студенту полагалось сто пятьдесят рублей в год с квартирой, отоплением, освещением и другими видами обслуживания, которыми пользовался служебный персонал Академии.

Рихман заметно выделялся среди своих сверстников и необычайно быстро достиг видного ученого положения в Академии наук. Менее чем через пять лет, 12 марта 1740 г., он подал в Академию наук просьбу зачислить его адъюнктом (первое из академических званий) [2]. Просьба Рихмана вскоре была удовлетворена. В распоряжении по Академии мы читаем: «...помянутому Рихману быть при тех классах адъюнктом и жалованье ему производить сего 740-го году марта с 12-го дня по триста шестьдесят рублей в год, включая в то число квартиру, дрова и свечи, а с оным Рихманом сочинить контракт и о том к расходу послать указ» [3].

Из автобиографии Рихмана [4] видно, что уже с начала определения в Академию он работал в физической лаборатории («департаменте»), помогая своему руководителю, академику Г. В. Крафту. При этом, пишет Рихман, «по его предводительству и совету продолжал я учение физическое...».

Область физики в Академии наук с момента ее основания развивалась на очень высоком уровне. Достаточно сказать, что предшественником Крафта по этой кафедре был Л. Эйлер.

Кафедру физики Крафт получил в 1733 г., т. е. за два года до вступления Рихмана в Академию. Таким образом, помогая своему руководителю в устройстве кабинета, студент Рихман прошел основательную школу. Рихман в той же автобиографии рассказывает, что, будучи студентом, он исходатайствовал у Корфа разрешение «ходить в Конференцию² и слушать, что читают профессоры» [5].

В студенческие же годы началась и литературная деятельность Рихмана. Рихман рассказывает: «...Выдал я в печать некоторые Примечания (при Санкт-Петербургских ведомостях): в 1738 году о фосфоре; 1739 года — о водах минеральных и целительных источниках, о янтаре и о достопамятных переменах, которым помалу поверхность нашей земли была подвержена; 1740 года — о выкопанных из земли морских раковинах, морских улитках, устрицевых раковинах и костях морских рыб; также о домовых пушках, в древние времена употребительных прежде изобретения пороха» [6].

² Так называлось тогда Общее собрание Академии наук.

Но главное внимание Рихман уделял научным изысканиям. Молодой исследователь не сразу нашел тему, над которой он впоследствии работал в течение всей жизни. Чтобы о его «прилежании известно было», Рихман брался за работы в далеких друг от друга областях знания. Но успешно его работы пошла, когда он принялся за изучение естественных научных вопросов. Наиболее плодотворными были исследования в области теплоты. Еще будучи студентом, рассказывает Рихман, он представил Академии диссертацию на латинском языке, в которой «изъяснить потщился, каким образом бывает исхождение паров» [7]. Предметом изыскания Рихмана в студенческие же годы были свойства разреженных газов. Результатом этих изысканий было предложение «такой машины, помощью которой вверх воду подымать можно» [8].

Успешная научная и литературная деятельность Рихмана имела следствием официальное признание его заслуг. Меньше чем через год он был избран вторым профессором по кафедре физики.

Недолго оставался Рихман и на вторых ролях по кафедре физики. В 1743 г. академик Крафт подал в отставку, Правительствующий сенат запросил Академию относительно его замены. Ответ, подписанный всеми академиками, был дан в том смысле, что второй (или, как он еще был назван, экстраординарный) профессор физики с честью выполнял свои обязанности и, если Крафт будет упорствовать в желании оставить Академию, кафедра физики не останется без руководителя [9].

Весьма успешными были усилия Рихмана в области подготовки отечественных ученых. Первый, кто из академиков воспитал учеников, проявивших себя впоследствии как самостоятельные исследователи, был Л. Эйлер. Но это были одиночки, приезжавшие к нему в Берлин, где он жил в течение ряда лет, состоя членом Петербургской Академии. История академического университета еще не написана, но материалы, относящиеся к этой любопытной странице культурного прошлого нашей страны, убедительно свидетельствуют, что Рихман был в первом ряду возглавлявшейся Ломоносовым группы академиков, которой страна обязана созданием значительного для XVIII в. отряда отечественных ученых.

В силу создавшегося в Академии положения Рихману приходилось читать не только возглавлявшуюся им дисциплину, но и курсы высшей математики. Случилось так, что Академия, имевшая вначале в своем составе лучших математиков в мире — среди них такие, как Н. и Д. Бернулли и Л. Эйлер, — за последующие 10—15 лет вовсе лишилась представителей этой дисциплины. И так как в Академии некому было читать математику, то Рихману пришлось самому взяться за это.

Но преподавание Рихманом математики имело не только вспомогательное значение. Подготовленные в 40-х годах из академических студентов математики были учениками Рихмана; среди них — С. К. Котельников [10], впоследствии академик, и пода-

нававший большие надежды адъюнкт М. Софронов, трагически погибший в расцвете своих дарований [1]. Котельников был не только слушателем лекций Рихмана, но, можно сказать, и его аспирантом.

Подготовка кадров отечественных специалистов приняла регулярный и систематический характер только тогда, когда Ломоносов добился передачи этого дела в его руки. Ломоносов гордился тем, что руководимый им академический университет за четыре года дал стране 20 выпускников с законченным высшим образованием. До тех же пор, пока гимназия и университет были в ведении М. Д. Шумахера, в самой Академии «о изучении российского юношества почти никакого не было попечения». ³ Вот почему, указывает Ломоносов, «в одно правление Шумахерова в тридцать лет не произошло ни единого человека». ⁴

В этой борьбе Ломоносов не был одинок. На его стороне были лучшие силы Академии. Правда, с некоторыми академиками, не проявившими до конца последовательности, он разошелся, и они оказались в числе его недругов. Но с Рихманом Ломоносов сохранил «дружбу и согласие» до последнего дня, имея в его лице верного соратника в борьбе за процветание родной науки.

2

Ученый — плоть от плоти современной ему эпохи, и судить его достижения вне связи с этой эпохой значит впадать в недопустимую историческую ошибку. Каким же задачам своего времени шел навстречу Рихман и что он успел сделать для решения этих задач в моменту своей гибели, когда ему было всего 42 года?

Физики XVIII в. много занимались теплотой и усиленно накопляли опытный материал в этой области. Не надо обманываться кажущейся легкостью этих изысканий: они легки только с точки зрения современной техники физического эксперимента. А тогда эта задача была такова, что до недавнего перед тем времени вообще не существовало никаких точных тепловых измерений. Самый термометр был приведен в состояние, при котором он стал заслуживать названия измерительного прибора, только лет за 20 до работ Рихмана. Больше всех для этого потрудился Фаренгейт, термометры которого стали давать согласные между собой данные. Шкала Реомюра появилась в 1730, а Цельсия — в 1742 гг.; в последней точка кипения обозначалась нулем, а точка замерзания воды — цифрой 100; напомним, что у Ломоносова были свои две

³ М. В. Ломоносов. Краткая история о поведении академической канцелярии и рассуждений ученых людей и дел с начала сего корпуса до нынешнего времени. В кн.: Материалы для биографии Ломоносова. Собрание экстраординарным академиком Бяляским. СПб., 1865, стр. 532.

⁴ Там же, стр. 579.

шкалы, из коих нами одна еще не разгадана.⁵ Короче, чуть не каждый ученый должен был сам готовить себе измерительный прибор. Вмешивается в это дело и Рихман, который приходит к мысли, теперь кажущейся вполне элементарной, о необходимости калибровать капилляр термометра. Он впервые разрабатывает метод такой калибровки. Конечно, мы давно уже забыли, что этим методом мы обязаны Рихману.

Что такое теплота? По этому вопросу в то время существуют только гадания, никаких фактических данных о теплоте еще не имеется; если измеряются температуры, то не существует никаких методов измерения количества теплоты. Не существует, по-видимому, никакой потребности его определять (теплотехника еще не существует!), и нет никаких попыток установить единицу количества теплоты. Первый, элементарный шаг в направлении развития калориметрии делает Рихман в 1744—1748 гг.⁶ Он смешивает различные количества одной и той же жидкости при разной температуре и доказывает, что температура смеси определяется по «правилу смешения», известному под таким названием в арифметике:

$$t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}.$$

Это — первое калориметрическое определение в нашей науке. Рихман не распространил своих опытов на смешение тел разного состава, что было сделано через 30 лет после него И. К. Вильке [¹³] в Швеции и Джозефом Блеком [¹⁴] в Шотландии. Они открыли (по тому же способу): первый — существование удельной теплоемкости, а второй — скрытую теплоту таяния льда. Таким образом, Рихман опытами дал прообраз калориметрического метода смешения, дожившего до наших дней, и с известным правом может быть назван предшественником научной калориметрии.

Если техника еще не предъявляла своих требований ученым в области теплоты, то эти ученые сами искали приложений своих исследований в сельском хозяйстве и устремляли свои усилия на создание научных основ метеорологии. Послушаем, что говорит по этому вопросу сам Рихман:⁷ «Ибо это достойнее человеческого рассуждения, как искать такого способа, по которому бы вперед узнавать точно погоды, и по оным предсказывать щастливые или несчастливые приключения, как, например, плодородие».⁸

⁵ М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., Изд. АН СССР, М.—Л., 1952, стр. 401—405 и 565.

⁶ G. Richmann. De quantitate caloris, qual post miscelam fluidorum, certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes. Novi Commentarii. t. I, 1750, p. 152 [¹²].

⁷ Торжественная речь в заседании Академии 26 ноября 1749 г. [¹⁵].

⁸ Напомним, что М. В. Ломоносов также проявлял особый интерес к «явлениям воздушным», и в особенности к вопросам вертикальной циркуляции атмосферы: последней он занимался еще и связи с естественным дви-

В этом направлении Рихман исследует в особенности явления испарения, и его опыты заслуживают полного внимания и уважения, как первая постановка вопроса. Но, конечно, они были сделаны при другом уровне знаний, чем опыты XIX в.; напомним, что еще неизвестно было существование состояния насыщения паров, существование скрытой теплоты испарения; неясна была и причина вертикального градиента температуры.⁹ Но, как первый числовой и ориентировочный материал, данные Рихмана должны вспоминаться всеми метеорологами, работниками сельского хозяйства, лесоводами и т. п.

Также первым начал Рихман заниматься опытными изысканиями по вопросу об охлаждении тел; до него нам известна только теория Ньютона. Опять-таки Рихман начал заниматься этими вопросами на 100 лет раньше, чем были созданы достаточные научные предпосылки для правильного их решения: законы Кирхгофа, правило Стефана—Больцмана, понятие об абсолютно черном теле и т. п. Учение о теплопроводности также было создано только в 1805—1811 гг. и позже Жаном Батистом Фурье [17]. Но кто может отрицать важность впервые поставленной Рихманом экспериментальной задачи?

Большое значение имеют работы Рихмана по электричеству. Электричество того времени — это не электричество нашей эпохи, посредством которого осуществлена и притом в невиданных масштабах передача энергии на тысячи километров, дробление ее по потребителям — от скромной лампочки до огромного завода, ее превращение во все другие виды — механическую, тепловую, химическую и пр. В то время это была еще чистая электростатика, плохо осознаваемая даже выдающимися учеными, а профанами воспринимаемая не то как чудо, не то как фокус. Искру (или огонь!), извлекаемую из изолированного и заряженного человека, зрители готовы были толковать как нечто мистическое: человек, прикосновением пальца зажигающий спирт, обладает какой-то сверхъестественной силой и т. д.

И вот в это время Рихман,¹⁰ как истинный ученый, настаивает, что знание становится точным только тогда, когда явление измерено и выражено числом, когда выработан метод такого измерения. Он первый в мире строит прибор для измерения электрического состояния. Что, собственно, при этом измеряется,

жением воздуха в рудниках (см.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950, стр. 315—331; т. 3, 1952, стр. 15—99 и 101—133).

⁹ Первое правильное объяснение этому явлению дал Сади Карно в своей гениальной брошюре «О движущей силе огня» (1828) [10], а вычислил его, исходя из идеи аполоние адиабатного характера процесса при восходящих токах воздуха, Р. Клаузиус в 60-х годах XIX в.

¹⁰ Его также заставляли при дворе императрицы Елизаветы Петровны показывать эти опыты; он делал их еще эффективней: извлекал «огонь» из воды и даже из льда (конечно, влажного).

в то время не было ясно: еще нет понятия о количестве электричества, а понятие о напряжении, или потенциале, даже через 100 лет остается темным (см. Фарадей, т. 1, пункт 360) [18]. Прибор Рихмана (он называет его «указателем электричества») состоит из железной линейки; около нее, против ее узкой грани, висит льняная нить весом около 33 мг и длиной в 45 см. Внизу устроен деревянный разделенный квадрант с центром в точке привеса нити; таким образом, 1° отклонения нити на квадранте соответствует дуга длиной около 8 мм. Нетрудно рассчитать (принимая нить жесткой), что для такого отклонения нужно приложить силу 0.6 мг. Прибор, конечно, измеряет разность потенциала между линейкой и стенами комнаты,¹⁾ при крупных размерах прибора расстояния до стен уже весьма чувствительно отличаются от бесконечности; вследствие отсутствия кожуха сказать что-нибудь более определенное относительно его чувствительности было бы трудно. Но несомненно, что это — первый электрометр, и дальнейшее развитие электрометрии нужно считать от Рихмана.

Рихман не только устроил свой прибор, он произвел с его помощью ряд количественных исследований. В некоторой части их, касающейся атмосферного электричества, принял участие М. В. Ломоносов; это — те труды Рихмана, которые повели к его трагической гибели. Об этом — далее. А здесь отметим некоторые другие исследования Рихмана с «указателем».

Из «телесных углов» линейки (как из всякого острия) выходят светящиеся искры. Это — недостаток прибора, который плохо держит заряд. Рихман борется с этим, покрывая выступающие углы воском (мы бы теперь сказали: «веществом с большей диэлектрической прочностью»). Вокруг заряженных тел возникает «некая тончайшая возбужденная материя» (мы бы согласились: «да, это — поле»). Поле, по мнению Рихмана, различно в зависимости от формы заряженного тела; он делает и некоторые опыты, чтобы это доказать. «Здесь, — пишет он, — открывается широкое поле для любителей стереометрии».

Далее он исследует «время, в течение которого нить указателя опускалась на определенную дугу», разнообразил изоляцию линейки. Отмечается необходимость для опытов сухой атмосферы.

Увлажнение «подпор электризованной массы» ускоряет убыль электричества; острое действует ускоряющим образом не только тогда, когда оно соединено с телом, но и тогда, когда оно к нему подносится. Наблюдается влияние на убыль электричества присоединенной к телу емкости. Автор намечает также исследовать «закон уменьшения электричества».

Конечно, особый интерес представляет изучение естественного, т. е. атмосферного, электричества. Автор цитирует С. Грег

¹⁾ И, должно быть, квадрантом.

(1730) [19] и И.-Г. Вилклера (1746) [20], впервые высказавших мысль о тождестве электрических и грозовых явлений, а также Цезаря, Ливия и Сенеку («Огни гв. Эльма»). Упоминается и «мудрейший Франклин». Опыты над естественным электричеством опасны, но «в наше время, — писал Рихман, — предоставляется возможность и физикам проявить некую храбрость и держание в рискованном деле» — трагическое провидение! Указатель естественного электричества сохраняет свое отклонение даже в том случае, если к нему «часто прикасаться». «Сильные электрические явления почтеннейший муж Ломоносов наблюдал без всякого грома и молнии», — т. е. констатируется постоянное электростатическое поле Земли, иногда и без грозы весьма сильное.¹²

Рихман предложил для измерения электричества и другой прибор: он создал прототип «абсолютного электрометра», т. е. конденсатора, коего одна пластинка (нижняя, заряженная) укреплена неподвижно, а другая подвешена к коромыслу весов.¹³ Автор, видимо, руководствуется мыслью, что взаимодействие двух электрических масс зависит от их взаимного расстояния. Конечно, более точной теории прибора он не дает, и количественный закон взаимодействия остался ему неизвестным. Этот закон найден Кудомом лет через 40 после Рихмана, а точный весовой электрометр разработан через 100 лет после него У. Томсоном.¹⁴

3

Утром 26 июля (6 августа) 1753 г. в Петербургской Академии наук состоялось очередное собрание академиков. Была прекрасная погода, но в полдень с севера стала надвигаться туча. Присутствовавшие на собрании М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман тотчас же поспешили домой, где у каждого из них была оборудована лаборатория и где они систематически проводили опыты и наблюдения над атмосферным электричеством. По дороге Рихман пригласил к себе академического гравера («гравировального мастера») Соколова, желая показать ему опыты с «естественным» электричеством для того, чтобы они были отражены в гравюре вивьетки к речам на предстоявшей ассамблее.

Надвигающаяся гроза была еще далеко, так что исследователи успели дойти до своих домов раньше, чем на «громовой машине» [24] можно было обнаружить «электрическую силу». Но едва они, каждый у себя дома, приступили к наблюдениям, блес-

¹² Об указателе электричества, *Novi Commentarii*, t. IV, стр. 301—340 [21].

¹³ Новые данные о возбуждении электричества в телах, *Novi Commentarii*, t. XIV, стр. 299 (1744—1746) [22].

¹⁴ Насколько мы помним, последним его применением в оригинальном изобретении наш соотечественник А. А. Эйхенвальд в своих классических исследованиях магнитного действия конвективных токов [23].

нула молния, раздался оглушительный гром, и Рихман был поражен насмерть.

Об обстоятельствах этой трагической гибели подробно повествуют документы, составленные в тот же и в следующий день после смерти Рихмана. Здесь на первое место надо поставить знаменитое письмо Ломоносова к И. И. Шувалову, далее — медицинское освидетельствование трупа Рихмана, составленное академиком Х. Г. Кратценштейном^[25] и посланное в качестве официального донесения президенту Академии наук К. Г. Разумовскому.

Письмо Ломоносова к Шувалову написано 26 июля, в день катастрофы, под непосредственным впечатлением бедствия. Ломоносов принялся за это письмо, едва придя в себя после мгновенной смерти друга. Автором руководила забота об участи оказавшейся в безвыходном положении семьи Рихмана и опасение, «чтобы сей случай не был протолкован противу приращения наук».¹⁵

О потрясении, испытанном Ломоносовым, свидетельствуют следующие строки: «Что я ныне к Вашему превосходительству пишу, — подчеркивал он, — за чудо почитайте, для того, что мертвые не пишут. Я не знаю еще или по последней мере сомневаюсь, жив ли я или мертв».¹⁶ Действительно, он так же, как и Рихман, производил опыты во время грозы и подвергался такой же смертельной опасности: «Я вижу, что господина профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время».

Далее Ломоносов сообщает в письме следующие подробности. В первом часу дня с севера надвигалась грозовая туча; разразившийся гром был «нарочито силен», но дождя не было. Когда Ломоносов начал наблюдения, на электрометре, которым он и Рихман давно уже пользовались при опытах, зарядов в атмосфере не было обнаружено. Время было обеденное, и, пока подавали еду, он не отходил от «громовой машины» и дожидался «нарочитых электрических из проволоки искр».

По приглашению Ломоносова пришли его домашние и вслед за ним повторили опыты с извлечением электрических искр, чтобы заметить, какого они цвета (в этом вопросе Ломоносов расходился с Рихманом). «И как я, так и оне беспрестанно до проволоки и до привешенного прута дотыкались, за тем, что я хотел иметь свидетелей разных цветов огня, против которых покойный профессор Рихман со мной споривал».¹⁷

Гром грянул, когда опыт проводил Ломоносов, искры затрещали настолько сильно, что собравшиеся выбежали вон. Жена Ломоносова умоляла прекратить эксперименты, но он, забыв обо

¹⁵ Соч. М. В. Ломоносова, т. VIII, стр. 131.

¹⁶ Там же, стр. 129.

¹⁷ Там же, стр. 130.

всем; неотступно находился у прибора до тех пор, пока последний не показал, что «электрическая сила почти перестала».

Не успел Ломоносов сесть за обеденный стол, как прибежал запыхавшийся слуга Рихмана. Лицо слуги было перекошено от страха, и он с трудом мог только произнести: «Профессора громом зашибло!». Ломоносов тотчас же «в самой возможной страсти» побежал к своему другу и застал страшную картину: Рихман лежал бездыханным, окруженный торевавшими домашними, такими же бледными, как и покойник.

Ужас, охвативший автора письма, изображен им следующими строками: «Мне и миновавшая в близости моя смерть, и его бледное тело, и бывшее с ним наше согласие и дружба, и плачь его жены, детей и дому столь были чувствительны, что я великому множеству сошедшагося народа не мог ни на что дать слова или ответа, смотря на того лице, с которым я за час сидел в Конференции и рассуждал о нашем будущем публичном акте».¹⁸

Между тем из Академии прибыл академик Х. Г. Кратценштейн (по образованию врач), подробно описавший в своем донесении о попытках возратить Рихмана к жизни. О них рассказывает и Ломоносов: «Мы старались движение крови в нем возобновить, за тем что он еще был тепл, однако голова повреждена, и больше нет надежды». Удар пришелся в голову — на лбу осталось, как рассказывает Ломоносов, пятно красно-вишневого цвета. Далее он сообщает, что «громовая электрическая сила» вышла из ног в пол. Башмак на одной ноге разодран, но не прожжен.

Докладная записка академика Кратценштейна представляет собой протокольную запись всего того, что он видел и что рассказывал ему Соколов [²⁸].

Из нее вырисовывается следующий ход событий. Исследователь так торопился воспользоваться неожиданным случаем производить наблюдения, что не переменял костюма, а, сняв лишь парик, тотчас же «пошел к электрической машине, куда провел проволоку с кровли, чтобы примечать по оной электрическую силу остающего грома». Вскоре блеснула молния и раздались оглушительные раскаты грома. Соколов затем вспоминал, что, стоя немного поодаль от Рихмана, он заметил, что «светло-белый огненный шар повалился на его лоб», и Рихман «без всякого голоса» упал навзничь на стоявший тут же сундук. Оглушенный Соколов тоже упал, а когда очнулся, то увидел, что в комнате стоял густой дым, застилавший лицо Рихмана.

Жена Рихмана вбежала в комнату и увидела мужа бездыханным. Она пыталась привести его в чувство домашними средствами — «унгарской водкой», но видя, что ничего не помогает, послала за Кратценштейном, который тотчас же прибыл на место происшествия.

¹⁸ Там же.

Вот что он рассказал: «Как я с великим поспешением пришел туда, то застал, что лежит он на канаве; я пощупал у него тотчас пульс, но не было уже биения; после пустил я ему ланцетом на руки кровь, но вышла только одна капля оной. Я дул ему, как то с задохшимися обыкновенно делается, несколько раз, зажав ноздри, в рот, дабы тем кровь привести паки в движение, но все напрасно; при осмотре нашол я, что у него на лбу в левой стороне виска было кровавое красное пятно с рублевик величиною, башмак на левой ноге над меньшем пальцем в двух местах изодрало и вокруг изодранова места видны были малые белые пятнышки; на черном шелковом чулке видны были такие же крапины, но чулка не обожгло. Как скинули чулок, то под прошибленным местом нашли кровавое ж багровое пятно, а пята была синевата, на теле сверху у груди и под ребрами на левой стороне видны были багровые ж пятна такой же величины, как на лбу... у дверей в кухню отшибло иверень («щепку. — Т. К.) на два фута длиною, которой в мелкие частицы раздробило. Оной иверень лежал на шестой ступени на лестнице. Колоду у дверей в сенях сверху до низу разодрало...»¹⁹

Поражение Рихмана молнией вызвало отклик в русском обществе и далеко за пределами страны. Однако в некоторых кругах несчастный случай с ученым вызвал ту реакцию, которой так опасался Ломоносов. Последний указывал, что смерть Рихмана, как бы ни старались мракобесы доказать, что он поплатился жизнью за дерзкое вторжение в «область божью», не умерит пыла естествоиспытателей открывать тайны природы. Наоборот, подвиг русского академика, утверждает Ломоносов, вдохновит исследователей на дальнейшие изыскания, и при этом будут найдены надежные средства, которые сделают безопасными опыты с атмосферным электричеством. «Не думаю, — говорил он, — чтобы внезапным поражением нашего Рихмана натуру испытующие умы устрашили и электрической силы в воздухе законы изведывать перестали, но паче уповаю, что все свое рачение на то положат, с пристойною осторожностью, дабы открылось, коим образом здравие человеческое от оных смертоносных ударов могло быть покрыто».

Смерть Рихмана, настаивает Ломоносов, призывает к дальнейшим исследованиям, так как наука об электричестве, несмотря на грандиозные для того времени успехи, находится лишь на начальном этапе своего развития, и исследователей ждет «пребогатое за труды изведование, т. е. толь великих естественных чудес откровение». И тут же он обращается ко всему ученому миру: «Отворено видим святилище, по открытии электрических действий в воздухе, и мановением натуры во внутренние входы призываемся! Еще ли стоять будем у порога и прекословием

¹⁹ Архив АН СССР. ф. 3, оп. 1, № 107, лл. 68 об.—69.

неосновательного предостережения удержимся? Ниюю мерою, но напротив того, сколько нам дано и позволено, далее простирается не перестанем, осматривая все, к чему умное око проникнуть может».

Весть о кончине Рихмана разнеслась по всему миру. О ней сообщала пресса Германии, Франции, Англии и других стран [27]. Дошла эта весть и в глухие провинции далекой Америки. В Северной Каролине, в небольшом тогда городке Чарльстоне, подобными изысканиями занимался местный врач Дж. Лайнинг, находившийся, между прочим, в переписке с Франклином.

В печатном органе Лондонского королевского общества «Philosophical Transactions» опубликовано письмо Лайнинга от 14 января 1754 г. Из этого письма видно, как быстро для того времени весть о кончине русского академика достигла Америки. О ней здесь узнали из сообщения лондонской газеты «Daily Advertiser», сообщившей о несчастном случае 27 сентября 1753 г. Газету, разумеется, занимала сенсация сама по себе, и она поместила лишь самые общие сведения. Исследователей же интересовали подробные сведения об обстоятельствах гибели Рихмана. Лайнинг, которого запросили из Лондона о его опытах с атмосферным электричеством, сообщает: «С тех пор, как я производил эти опыты в прошлом мае (1753), я не имел возможности делать их более, и потому, может быть, избежал печальной судьбы, постигшей профессора Рихмана».²⁰

Оглашенный на заседании Общества 4 июля 1754 г.²¹ ответ Общества Лайнингу замечателен тем, что содержащиеся в нем сведения почерпнуты из «Слова о явлениях воздушных, от электрических сил происходящих», полученного Королевским обществом, как и другими зарубежными научными корпорациями, вскоре после выхода в свет этого знаменитого сочинения Ломоносова.

Через год, в 1755 г., в том же журнале Лондонского королевского общества на эту тему была помещена еще одна статья. Она начинается с высокой оценки трудов Рихмана: «Каждый, кто читал труды Петербургской Академии или даже только общедоступные статьи, не может не знать, с каким усердием покойный профессор Рихман изучал среди других отраслей физики электричество вообще и электричество грозных облаков в частности».²²

Главное произведение Рихмана по электричеству — «Электрический указатель» — увидело свет через четыре года после его смерти. Но содержание этого сочинения было известно в научных кругах, и автор названной выше статьи, говоря о значении трудов Рихмана по электричеству, замечает: «Нужно признать

²⁰ Phil. Trans., XLVIII, 1755, стр. 757.

²¹ Там же, стр. 765.

²² Там же, XLIX, 1756, стр. 61.

к его чести, что он сделал больше открытий по этому предмету, чем, осмелюсь сказать, какой-либо другой естествоиспытатель; в этом ученый мир особенно убедится, прочитав по выходе из печати его трактат, который он предполагал для прочтения 6 сентября 1753 г. в публичном собрании членов Академии».

В статье содержится также и описание похорон. «Он был похоронен 29-го, причем его провожало много народу. Те, кто имел удовольствие быть ближе с ним знакомым, не знали, чему надо больше отдать должное: его познаниям и усердию или его благочестию и искренности и всем вообще его хорошим качествам; и что больше надлежит оплакивать: потерю ли, которую понесла Академия, или ту, которую приходится переживать его семье...».²⁸

И все же Рихман не избег участи многих других ученых царской России, где отечественные достижения предавались забвению. Если о Рихмане вспоминали, то только в связи с его трагической кончиной. Важнейший его вклад в учение об электричестве, его работы в области электрических измерений были оценены лишь в конце XIX в., когда русские электротехники, пытаясь осмыслить всемирно-историческое значение творчества исследователей, работавших в нашей стране, сделали первый шаг в деле изучения истории электротехники в России, и имя Рихмана было поставлено рядом с именем Ломоносова.

За ними обоими утверждена бессмертная слава зачинателей в деле исследования электричества в России. После них естественным является ряд замечательных имен русских электротехников: Петров, Якоби, Ленц, Яблочков.

²⁸ Там же, стр. 68—69.

К ИСТОРИИ ИЗОБРЕТЕНИЯ ФОТОГРАФИИ

(По неопубликованным материалам Архива
Академии наук СССР) [1]

Общая характеристика материала

Архив академика Гамеля включает в себя 168 отдельных документов [2], из коих пять составляет печатный материал (доклады Араго в академии наук 7 января 1839 г. и в палате депутатов 3 июля 1839 г.; брошюры Шевалье, Дэвидсона и Исидора Ньепса); их мы, конечно, не перепечатаем. Остальные 163 документа находят себе место в настоящем сборнике [3].

Многие письма нашего собрания сопровождаются также копиями, некоторые — даже несколькими копиями; всего таких копий имеется 21; в двух случаях сохранились и параллельные черновики; одно из сочинений Ньепса представлено, кроме полной копии, собственноручным фрагментом; в два письма Нисефора Ньепса вложено по письму его сына Исидора; значащиеся под одним номером «Проекты плана сочинения Ньепса» на самом деле представляют собой четыре различных варианта. Если подсчитать все это, то общее число документов собрания вырастет до 198.

Такое обширное собрание не может не представлять значительного исторического интереса. Ближайшее рассмотрение материала еще более укрепляет в этой мысли. Среди публикуемых 163 документов 142 появляются в печати впервые; подлинниками или собственноручными черновиками из них оказываются 135, прочие — копии.

Собственно старым, опубликованным ранее материалом являются: 1) переписка Нисефора Ньепса с Леметром; но она напечатана в журнале «Lumière» за 1851 г. [4], и только в извлечении она дается в известной книге Фука,¹ также являющейся библиографической редкостью; 2) три произведения Ньепса

¹ Foucault. La vérité sur l'invention de la photographie. Paris, 1867 [5].

(записка, которую он в 1827 г. подавал в Лондонское королевское общество, предисловие к сочинению, которое Ньепс замышлял в 1828—1829 гг., и «Записка о гелиографии», которую он 14 декабря 1829 г. передал Дагерру); 3) договор между Ньепсом и Дагерром от указанного числа и два дополнения к договору, подписанные впоследствии сыном Нисефора, Исидором.

Мы решили опубликовать все материалы нашего архива полностью. Изобретение такой величайшей культурной ценности, какой является фотография, и ее творцы заслуживают, по крайней мере, этого знака признания.

Архив охватывает период свыше 50 лет — с 1787 по 1841 г. Подавляющее большинство документов (149) — личные письма. И по числу и по значению среди них нужно поставить на первое место письма Дагерра, жизнь и работа которого до настоящего времени документировалась вообще очень слабо. Мы располагаем 31 письмом Дагерра Нисефору Ньепсу, 17 письмами его Исидору Ньепсу и одним письмом Фр. Бауеру, а всего 49 письмами; из них только два представляют собой копии, все прочие — подлинники. Все 49 писем ранее не публиковались.

Далее следуют письма Нисефора Ньепса: 15 до сих пор неизвестных писем брату Клоду — ценное дополнение к известным до сих пор 66 письмам; 8 писем Фр. Бауеру, впоследствии столь энергичному защитнику приоритета Нисефора Ньепса (все — неопубликованные); 2 письма детям; 2 — Лазару Карно; 1 — Дагерру; 1 — знаменитому творцу волновой теории света Томасу Юнгу; затем к своему воспитателю Латуру, к матери (оба — очень ранние, 1787—1788 гг.) и др.; всего 34 письма.

Имеется 14 писем известного оптика Венсена Шевалье, одно письмо Бауера, 5 писем Исидора Ньепса (2 из них — Бауеру — весьма существенны); письма Юнга, Талбота, Волластона, Уитстона и других, самые автографы которых уже представляют большую ценность.

Сверх писем имеются другие документы, среди которых мы назовем: отрывок из неопубликованной рукописи Исидора Ньепса; варианты предисловия к сочинению, которое предполагал писать Нисефор Ньепс; четыре варианта плана того же сочинения; два неопубликованных проекта договора (один — со стороны Нисефора, другой — со стороны Дагерра); два шифра, посредством которых компаньоны старались засекретить свои письма; одну фантазию на тему, как назвать новое изобретение.

Скажем еще несколько слов относительно того, как все это богатство попало в руки академика Гамеля. Здесь не возникает вопроса относительно документов, являющихся для семьи Ньепсов «входящими»: письма Нисефору, Исидору, матери Нисефора; сюда же следует отнести, например, письмо Латуру, очевидно (по содержанию письма) переданное адресатом матери Нисефора. Также письма, адресованные Клоду, после его смерти

должны были попасть к Нисефору и по наследству — Исидору. Сложнее дело обстоит с «исходящими»: так, письма Нисефора Юнгу, Эйтону, Аккерману и одно Дагерру известны нам по черновикам.

Неясно, каким образом в руках Гамеля оказалась переписка Нисефора с Леметром, т. е. опять-таки та ее часть, которая писана Нисефором.² Гамель имел ее в руках уже до 1850 г. (см. выше), т. е. ранее ее опубликования в «Lumières». Вероятнее всего, что Исидор во время писания своей брошюры³ получил их от Леметра, который в споре о приоритете, несомненно, должен был стоять на стороне Ньепса.

Тот же вопрос возникает о письмах, адресованных Нисефором Ньепсом в другими лицами Бауеру. Несомненно, что этот горячий сторонник Нисефора специально подготавливал письма, чтобы предоставить их в چه-то распоряжение: часть их им даже пронумерована (римскими цифрами); опять-таки вероятнее всего, что они были переданы Бауером Исидору, собиравшему соответственные материалы (см. его письмо от 18 июня 1839 г., наш номер 163).

Правда, могла иметь место и прямая передача их Бауером Гамелю, но нам ничего не известно об их личном знакомстве и сношениях.

По-видимому, вначале Исидор Ньепс предполагал передать Гамелю только копии документов; так, по всей вероятности, возникли два собрания, хранящиеся у нас под номерами 40 и 41; они оба носят явные следы участия в их составлении Гамеля, который исправлял копии, восстанавливал пропуски, допущенные переписчиком; может быть, выбрал именно эти копии как наиболее характерные. Сказанным, может быть, объясняется то обстоятельство, что, кроме подлинников, как указано выше, в собрании имеются еще параллельные копии.

Ранние годы братьев Ньепсов

В первый раз мы встречаем братьев в 1787 г. Старшему, Клоду, минуло 24 года; нашему главному герою, Нисефору, — почти 23 года; младшему, Бернару, — 14 лет.⁴ Три письма (1, 2 и 3)⁵ дают некоторые новые биографические данные. Прежде всего, очевидно, что отца братьев в это время уже не было в живых; в переписке о нем не упоминается ни слова;

² Один черновик, близко совпадающий с действительным письмом, находится в нашем собрании.

³ I. Niepce, *Histoire de la découverte etc.* Paris, 1841 [6].

⁴ Фуа, стр. 21 [7].

⁵ В круглые скобки здесь и далее заключены номера каждого из 163 документов в порядке их публикации в настоящем издании. В данном случае они совпадают и с номерами Архива.

главой семьи, несомненно, является мать;⁵ в адресе письма (2) она определенно именуется вдовой («*veuve*»).

Главный биограф Ньепсов Фук утверждал, что их отец умер около 1795 г.,⁷ а Потоинье⁸ сообщает, что кончина его относится к промежутку между 1792 и 1794 гг.; в первую из этих дат Ньепс-отец якобы приносил присягу в «*цивизме*». Очевидно, оба автора получили откуда-то неверную информацию. Мать очень тревожится за судьбу детей, которые все не могут остановиться на определенной карьере. Для нее это тем более тягостно, что она переживает какие-то затруднения («*embarras*»). Легко себе представить, каковы могли быть эти затруднения для богатых землевладельцев накануне 1789 г.

Далее в прежних биографиях сообщается, что Нисефор Ньепс, окончив курс семинарии в Шалоне, оказался слишком молодым, чтобы сделаться священником, а потому стал преподавателем в школе ораторианцев в Анжере.⁹ Это оказывается эвфемистическим семейным изложением действительности: Нисефор не стал священником вовсе не по молодости, а потому, что провалился на экзамене; отцы ораторианцы, чтобы не разлучать двух братьев, приняли его воспитателем в пансион. Этой карьерой Нисефор, как видно, очень тяготился.

Два первых письма написаны рукой Нисефора, третье (единственное в переписке) — рукой Бернара. Язык — характерный для сентиментальной литературы той эпохи. С ним Нисефор справляется удачно, молодой же Бернар еще путается в витиеватых и длинных периодах. Скажем, кстати, об орфографии этих писем: как здесь, так и в дальнейших своих писаниях Нисефор следует традиции, существовавшей до издания академического словаря 1835 г. Он пишет: «*tems*», «*les enfans*», «*derniere*», «*maniere*» и т. д.; в первых письмах — «*j'ai moi*», а не «*j'ai mais*», и т. д. Впрочем, мы считаем долгом везде сохранить орфографию подлинника (но не пунктуацию), даже в письмах Дагерра. Как увидим далее, последние сильно потеряли бы, если бы мы их выгладили под общий регламент.

Отметим еще, что в этих первых письмах Нисефора встречаются грамматические ошибки, которые в его последующих письмах крайне редки.

Одно немаловажное указание на ранние годы мы находим в позднейшем письме Нисефора к Клоду от 16 сентября 1824 г. (26). Нам известно, что в 1792 г. Нисефор служил в 42-м полку

⁵ Урожденная Барро (Barrois), почему в некоторых письмах Ньепсы именуются двойной фамилией: Ньепс-Барро, например в письмах префекта Ружу в г-р. Ластейри (166).

⁷ Фук, стр. 20.

⁸ G. Potonniée. Histoire de la découverte de la photographie. Paris, 1925, pp. 76, 78.

⁹ Эдер (Eder, Geschichte der Photographie) [?] ошибочно утверждает, что Нисефор стал преподавателем в Шалоне.

и принимал участие в Сардинской экспедиции; Клод в то же время бороздил Средиземное море на военном транспорте «Dgo-тадаиге». В названном письме содержится указание, что братья встречались в Кальяри (Сардиния) и даже некоторое время вместе работали там над своими изобретениями. К этому обстоятельству мы вернемся ниже.

Изобретательство

Клод и Нисефор занимались изобретательством с юных лет. Как первичные источники (Исидор Ньепс, Фук), так и последующие писатели (Эдер, Потонье) упоминают о следующих работах братьев: 1) так называемый «пирэолофор», 2) гидростатическая машина, 3) литографический камень и литография, 4) новые текстильные растения, 5) крахмал из тыквенного растения, 6) индиго из пастели (вайды), 7) извлечение сахара из свеклы. Почти все эти работы, кроме последней, фигурируют и в нашем архиве.

Мы остановимся прежде всего на «пирэолофоре». Он считается коронным изобретением братьев Ньепсов, опередившим свой век первым двигателем внутреннего сгорания^[9]. Он удостоился лестного отзыва Института^[10] и благоприятной рецензии Карно и Бертолле. Он же, по мнению биографов, был едва ли не главной причиной разорения семьи Ньепсов, истратившей на его постройку и усовершенствование непомерные суммы, превышавшие их родовое состояние. Мы, на основании новых материалов, не склонны приписывать «пирэолофору» эту пагубную роль (об этом ниже); само же изобретение представляется нам действительно таким, что оно может рекомендовать Ньепсов как весьма серьезных изобретателей.

Мы найдем (4 и 5) две очень близкие по содержанию записки, писанные рукой Нисефора; здесь мы увидим и некоторые подробности устройства и действия «пирэолофора». В частности, опровергается повторяемое позднейшими биографами указание Бертолле и Карно о том, что горючим служил у Ньепсов ликтолий, что, конечно, нивелировало бы все изобретение на степень любопытной игрушки; Ньепс определенно говорит об измельченной смеси каменного угля со смолой.

Далее (6) — выписка из «Moniteur» о «пирэолофоре». Она любопытна объяснением филологии этого довольно странного термина; написана она рукой Клода Ньепса; кроме трех писем последнего к брату (23, 24 и 27) и нескольких помет на письмах Нисефора к Клоду, этот документ — единственный в нашем собрании — дает понятие о литературном стиле Клода.

В записках излагаются удачные опыты братьев по применению их двигателя к судоходству; к таким же опытам рекламного свойства, предназначенным к тому, чтобы привлечь щедроты импера-

тора Наполеона, приглашает Ньепсов и их родственник, генерал Понсе де Мона (10), уже накануне 1812 г.¹⁰ Наконец, «пиролофор» упоминается и в переписке Ньепсов с Карно (7 и 9).¹¹

Лицо, подбиравшее документы нашего собрания, несомненно, желало внушить мнение о бр. Ньепсах как серьезных изобретателях в различных направлениях. Поэтому оно дало еще два письма Нисефора к Карно (7 и 8) и новое письмо Карно (9), сверх приводимого Фуком¹² и Потонье (в извлечении).¹³ по поводу новой гидростатической машины бр. Ньепсов. Машина эта должна была служить заменой обветшалой машины в Марли¹⁴, подымавшей воду из Сены для версальских фонтанов. Описание машины, даваемое Нисефором, довольно темно, на что намекает в своем ответе и А. Карно: «Если только я верно понял Вашу теорию...». Машина не увидела света; теоретические соображения, высказываемые по ее поводу Нисефором, довольно сомнительны, и мы позволим себе на них не останавливаться.

По поводу поисков новых текстильных растений, о чем было известно раньше,¹⁵ Исидор Ньепс (166) дает указания, что братья Ньепсы останавливали свое внимание на виде «*Asclepias Syriaca*» (апоцин) и пользовались его летучими семенами не без успеха. Крахмал Нисефор Ньепс извлекал из особого тывянского растения (у Потонье¹⁵ ошибочно указано, что он извлекал оттуда сахар). Об этом имеются указания в фрагменте рукописи Исидора (166, в самом конце), в помете Нисефора на письме Венс. Шевалье (38) и в письме Нисефора к Бауеру от 30 ноября 1827 г. (59). Суррогат индиго, который братья Ньепсы искали в пастели, или вайде, упоминается как предмет их поисков у всех биографов и, в частности, в брошюре Исидора Ньепса. В вышеупомянутой рукописи (166) тот же Исидор дважды ссылается на эту свою брошюру и дает новые подробности. Так, приведено письмо к Ньепсам префекта департамента Сены и Луары от 24 апреля 1813 г.; из него видно, что трудам братьев в официальных сферах придавалось большое значение. Приведен и

¹⁰ Этот же Понсе упоминается у Фука (стр. 106—109) как ревностный поклонник таланта бр. Ньепсов и обладатель одного из первых географических произведений Нисефора. Об этом же см. Потонье, стр. 103—104 [11].

¹¹ Вопрос о «пиролофоре» разъяснен в истории техники явно недостаточно; даже в самых солидных источниках относительно него встречаются неправильные указания. Например, С. Карно в своей знаменитой работе «О движущей силе огня» [12] повторяет упомянутое выше утверждение о ликонодии как питающем его горючем. Н. М. Раскин нашел в одном из ленинградских архивов патент, выданный бр. Ньепсам декретом императора Наполеона, с соответствующими чертежами. Однако этот предмет выпадает из рамок нашей статьи.

¹² Фуки, стр. 36.

¹³ Потонье, стр. 81.

¹⁴ Потонье, стр. 82, прим.

¹⁵ Потонье, стр. 81.

ответ Нисефора от 29 апреля 1813 г.; автор, в противоположность предыдущим утверждениям Исидора, считает достигнутые результаты пока еще неудовлетворительными.

Last not least, — мы остановимся на последней из упомянутых выше работ (в данном случае одного Нисефора) над литографией. Работам этим биографы, и в частности Потонье, придают особое значение, считая, что к своей «гелиографии» Нисефор пришел через литографию. Хотя эта гипотеза подлежит сомнению, все же Нисефор от литографии кое-что для своего капитального труда, безусловно, воспринял. Так, например, его лаки и исходные вещества произошли от тех, которыми пользуются в литографии. Рассказывается (166) о поисках Нисефором залежей литографского камня. Образец, признанный им за годный, был направлен в Общество поощрения, но заслужил отрицательную рецензию вице-президента Общества графа Лестейри.

Установим некоторые соответствия. Нисефор 8 октября 1816 г. пишет Клоду¹⁶ о том, что направил ему ящичек (Фук поясняет: «с образцами литографского камня») и что ему хотелось бы, чтобы содержимое оказалось полезным г-ну Шабоссьеру.¹⁷ Приводимое письмо Лестейри (166) содержит указание, что образец камня Обществом получен через этого же Шабоссьера и последнему дан для передачи Нисефору оттиск, полученный с помощью присланного камня. Далее приводится (166) письмо секретаря Общества Жомара; оно несколько полнее, чем у Фука.¹⁸

Гелиографические работы Нисефора до лондонской поездки

Скажем заранее, что, хотя имеющиеся у нас материалы и содержат кое-что новое, они не могут идти в сравнение с теми обширными данными, которые известны на основании материала, опубликованного ранее. Мы сопоставим то, что у нас имеется, с данными Фука.

Для этого надлежит вспомнить, что с начала 1816 г. Клод жил в Париже и братья обменивались частыми и длинными письмами. Из переписки ясно, что уже с 1816 г. начались гелиографические работы Нисефора. Он строит для себя различной величины фотоаппараты, получает «по способу, который известен Клоду» негативное, «как то предвидел Клод», изображение; он научается делать изображение более резким, диафрагмируя объектив, и замечает происходящее при этом ослабление действия света; он работал при этом, по-видимому, с бумагой, пропитанной хлористым серебром, но пробовал и другие вещества. Клод, по-

¹⁶ Фук, стр. 54.

¹⁷ Еще ранее. 8 июня 1816 г. (Фук, стр. 60), Нисефор предупреждает брата о предстоящей посылке.

¹⁸ Фук, стр. 96—97.

видимому, рекомендовал ему пользоваться веществами, выцветавшими под действием света, и Нисефор делал опыты с хлорным железом, которое оказалось слишком мало светочувствительным, и с перекисью марганца, при одновременном действии соляной кислоты. В то же время он занимался гравировкой по металлу и по камню посредством света. Он «отказался от хлористого серебра» и занялся смолами, в частности гваяковой, и фосфором, который он принужден был оставить; последнее сообщение, от 11 июля 1817 г., указывает, что Нисефор вновь возвратился к гваяковой смоле и занят ее очисткой.

После этой даты Клод уезжает в Лондон. Его письма из Лондона бережно сохранены Нисефором; писем Нисефора к Клоду с этого года и до 1826¹⁹ не было известно, отчасти этот пробел восполняется нашим собранием; но письма явно не все; собрание их, по-видимому, плохо сохранено Клодом и до нас дошло в сильно поредевшем виде. Относящиеся к этому промежутку письма Клода из нашей коллекции несколько восполняют пробел. К сожалению, уже в первом письме Клода (12) от 9 июля 1818 г. он распространяется на свою любимую тему: осторожность в почтовой корреспонденции. Из-за этой неумеренной осторожности мы знаем о работах Нисефора гораздо меньше, чем это было бы возможно.

В первом письме Нисефора, от 27 сентября 1818 г. (13), говорится, что он занимается «новым веществом» животного происхождения. По всей вероятности, это — легкий погон костного жира, так называемое животное масло Диншеля, с которым мы встретимся далее. Результаты заметнее, хотя «главное действующее начало (это, конечно, солнце. — Т. К.) уже не имеет прежней (летней. — Т. К.) силы». Но тоны еще получают в обратном порядке.

И тут бесподобный по филологической наивности пассаж: автор просит брата познакомиться с «Camera lucida» Воластона, в надежде, что последняя, согласно точному смыслу ее названия, будет действовать противоположно камере-обскуре и покажет светлым то, что последняя дает в темном виде, и наоборот! Ответ Клода на просьбу о камере-люциде имеется в письме от 29 октября 1818 г.²⁰ В следующем письме, от 15 ноября 1819 г. (№ 14 нашего собрания), Нисефор сообщает, что и этот способ не оправдал его ожиданий и он ищет нового способа изменить порядок светов и теней.

В письме Клода от 7 июля 1820 г. (15) значительная часть посвящена новым успехам Нисефора; по-видимому, Клод опять подавал Нисефору какие-то советы и тот собирался ими воспользоваться. Далее идут неумеренные похвалы Нисефору: «ни Нью-

¹⁹ Ф у к, стр. 97—98.

²⁰ Ф у к, стр. 100—101.

тон, ни другие современные знаменитости не наблюдали таких явлений».

За 1821 г. у нас нет ни одного письма братьев; за 1822 г. имеется одно — Нисефора к Клоду, от 10 октября. У Фука приведено за этот год одно письмо (от 19 июля), из которого можно вместе с Потонье усмотреть, что к моменту его написания Нисефор уже научился делать снимки в камере, чего не понял в свое время Фук. Может быть, это и так. В упомянутом письме нашей коллекции ни слова о трудах Нисефора не сообщается; у Фука нет ни одного письма, относящегося к следующему, 1823 г. У нас за 1823 г. имеется шесть писем: четыре — Нисефора и два — Исидора; из них мы можем почерпнуть только следующие указания: из № 18 мы узнаем, что Нисефор все еще не достиг своей цели и боится, что его заслуги братом преувеличиваются; он пока имеет только надежды. В № 19 говорится о копировке гравюр, а также о двух опытах с другим методом (должно быть, это — снимки с натуры). «Хотя успех не полон, задачу можно считать решенной». Нисефор здесь в первый раз позволяет себе выражаться таким образом о результатах своих трудов.

К 1824 г. относится семь писем, из них три — Клода и четыре — Нисефора (одно очень важное письмо дается еще Фуком). В первом мы находим только добрые пожелания Клода. Во втором (24) помещено поздравление с тем, что брат нашел состав, рецепт которого считал утерянным. В № 25, от 13 июня, Нисефор рассказывает брату длинную историю о неудачах с получением оттисков с гравированного (конечно, «гелиографически») камня. Некий г. Карбийе проявил бестолковость и не сумел передать литографу, что нужно сделать. Передаются также подробности относительно снимков с натуры: правильное замечание, что боковое освещение слабее нормального. Некоторая неудача (пятна на снимке) не пугает Нисефора, который теперь уже совершенно уверен, что его метод превосходит и действует без промаха. С тем же составом он может гравировать не только по камню, но и по меди и связывает со своим последним способом наилучшие ожидания.²¹ В письме от 3 сентября Клод²² поздравляет брата и категорически, в противоположность заверениям Нисефора, заявляет, что изобретение целиком составляет собственность одного Нисефора.

На это письмо Клода Нисефор отвечает 16 сентября (26). Здесь вопросам гелиографии посвящено слишком много места, чтобы передавать его здесь в сокращенном виде. Отсылаем читателя к самому тексту. Теперь в письме Нисефора видна глубокая уверенность в открытии. Но он считает его собственни-

²¹ В помещенном у Фука (стр. 116) письме Клода от 8 сентября 1825 г. упоминается тот же г. Карбийе.

²² Фук, стр. 111—115.

ком и Клода: заметим драгоценное свидетельство, что братья еще в 1792 г. в Кальяри вместе работали над этой идеей. И Клод в своем ответе от 28 сентября (27) считает успех полным; он соглашается считаться соучастником брата по его изобретению. И на это письмо непосредственный ответ Нисефора имеется в № 28 от 8 октября. Он по-прежнему считает существенную часть задачи разрешенной, но встретил новые трудности при гравировании кислотой. В № 29 имеется только одна заслуживающая упоминания фраза, что опыты с рассеянным светом не имели успеха.

Очень содержательно и письмо Нисефора от 7 августа 1825 г. (31). Нисефор занимается гравировкой по меди. Объектами служат ему или гравюры, пропитанные лаком (для прозрачности), или собственные снимки с натуры. Медь покрывается лаком; на освещенные места лака разведенная кислота не действует. Тут и первый раз мы совершенно явно видим, что Нисефор действует по тому самому «асфальтовому» методу, который считается его открытием. Почти удивление вызывает следующий пассаж: «первоначальный результат дает только общий вид предметов, а самые мелкие детали вырисовываются потом». Сколько сотен тысяч фотографов впоследствии видят такое развитие изображения! Далее Нисефор ясно заявляет: «я надеюсь окончательно достигнуть цели — гравировки снимков с натуры. Это, бесспорно, наиболее важное применение открытия».²³

Столь же интересно письмо Нисефора от 5 ноября 1826 г. (37); он со времени последнего письма «сделал только один или два снимка»; очевидно, он уже делал их целыми партиями. Гравюры тоже удаются ему лучше прежнего; гравюрует он и снимки с натуры.

И вот два последних письма к Клоду: от 27 июня 1827 г. (49) и 18 июля того же года (50). В первом читаем по поводу двух сделанных вновь снимков: «Такие снимки имеют в себе нечто магическое; видно, что здесь — сама природа». Во втором: «Мой способ превосходит, но не все предметы в моей камере-обскуре воспроизводятся одинаково ясно».

Вот, по существу, все высказывания Нисефора и его брата по вопросу о «гелиографии». Нигде в другом месте мы не найдем такой откровенности суждений — только с близкими людьми можно так говорить о своей и их работе.

Несомненно, что с 1822 г. Нисефор оставил все свои прежние вещества и работал с одним лаком из сирийского асфальта, растворенного в лавандовом масле. Несомненно, что, получая снимки, которые его самого все более и более удовлетворяли, он прошел весь путь от недостаточно удовлетворительных, по его собственным словам, до таких, которые ему самому кажутся магиче-

²³ Разрядка наша. — Т. К.

скими. И еще несомненно, что он считает одинаково важным как первоначальное получение снимка, так и его последующее равномерное гравировкой и отдает свое время и усилия и той и другой задаче.

Клод Ньепс

Мы уже видели из предыдущего изложения немаловажную роль этого человека в истории открытия гелиографии. Вместе с братом он замыслил его еще в 1792 г. Он неоднократно подает брату советы²⁴ (у нас №№ 15, 28, 29, 37 и др.); своими похвалами — часто неумеренными — он стимулирует работы брата. Сам Нисефор почти боготворит Клода, его мнение ставит чрезвычайно высоко и постоянно высказывает ему свою признательность; он настойчиво требует от Клода, чтобы тот разделил с ним славу сделанного открытия (см. выше), на что тот в конце концов и соглашается. Справедливо будет считать его в некоторой — может быть, незначительной — степени действительно соавтором Нисефора.

Клод на два года старше брата; из письма Нисефора к матери (2) узнаем, что он в период, когда младшие братья поступали в Анжерский коллеж, проживал в Париже; что он там делал — неизвестно; ниоткуда не следует, чтобы он там учился механике, как почему-то полагает Эдер. Образование, как и Нисефор, он получил явно не подходящее для своей последующей изобретательской деятельности; не выучился он и тому тонкому литературному стилю, которым безукоризненно владел его младший брат; да и орфография его порой сомнительна. То огромное преклонение, которое Клод внушал брату, объясняется, по всей вероятности, его недюжинными способностями и изобретательским талантом. Его (должно быть, это его) «пиреолофор» — дело серьезное и большое.

Когда Клод уезжает в Лондон (1817), ему несколько более 54 лет; этот возраст — не для новых открытий, но вполне подходит для серьезной разработки ранее возникших творческих идей. Все биографы согласно утверждают, что именно для разработки «пиреолофора» Клод и отправился в Лондон и на его усовершенствованиях разорил своих близких. У Фука²⁵ цитируется только одна подозрительная фраза из письма Нисефора к сыну: «Мы не знали, что великая новость и успех вечного движения²⁶ были только откровениями, были пустым видением больного воображения». В дальнейшем в письме противопоставляются «вращательная машина», «гидравлическая машина» и «пиреолофор». Значит, дело не в одном «пиреолофоре».

²⁴ Фука, стр. 76.

²⁵ Фука, стр. 146.

²⁶ Курсив у Фука — Т. К.

Постепенное изучение нашего собрания убеждает в этом все более и более. Вначале Клод занимается в Лондоне действительно «пирэолофором»: д-р Джонс и его друг, д-р Тупени, переводят для него текст описания,²⁷ и он их отдаривает с щедростью большого сеньора... Уже во втором письме Клода из нашего собрания (15) речь идет о том, чтобы за счет первой машины построить вторую машину, не тратя на нее денег. Дело обстояло, значит, так: Клод и в Лондоне занимался вовсе не пирэолофором, а другими двигателями; пирэолофор он хотел пристроить маркизу и графу Жуффруа или своим кузенам; в пролонгации патента ему было, однако, отказано. Тогда он с тем же планом поехал в Лондон и прежде всего взял патент. Продать «пирэолофор» и здесь не удалось. Он, по-видимому, пытался поправить дело подношением двигателя королю или принцам королевской крови или каким-то другим «могущественным и высоким покровителям» (см., например, № 19 и сл.). Невозможно, впрочем, разобрать, не являются ли все эти подношения и ожидаемые высокие милости сплошным мифом, чтобы получить новые дотации от своего приходящего в отчаяние брата.

Что же это за вторая машина? Клод о ней пишет странные вещи (15): для нее могут пригодиться и малая гидравлическая машина, и большая вращательная, и та, которая находится в Париже (18); потом он открывает новый принцип (19). Он уверен в успехе, и Исидор его поздравляет (20). Из этого поздравительного письма уже все ясно: Клод строит «вечный» двигатель! Теперь все понятно: о такой машине можно писать, как о «великой новости», о ней все говорят, что «это невозможно»; ее изобретением Клод всем «утер нос». В ней (уловка многих недоучившихся искателей) какая-то перемещающаяся «точка опоры». И, наконец, Нисефор сам пишет (26), что Клоду принадлежит честь изобретения двигателя без потребления (горючего); «sans consommation». Нисефор мечтает о приспособлении двигателя к велосипеду, который он сам в это время изобретал... Он только опасается, достаточно ли объективно производил Клод испытание: не вел ли он колесо сам, своей рукой (31); а что он пишет о небесных телах! (там же). Курьезно, что Нисефор, вспоминая совместные труды с братом (21), напоминает последнему, что эти труды не могут служить основанием для машины, так как при них действие почти равнялось сопротивлению.²⁸

Да, несчастные братья Ньепсы виновны в том, что, не зная элементарных законов механики, взялись за постройку вечного двигателя; они делали это за четверть века до открытия закона сохранения энергии в его полной формулировке, но уже через много лет после того, как наука изгнала идею получения энергии

²⁷ О том, что патент брался именно на «пирэолофор», см. письмо № 77.

²⁸ См. также № 166, в котором Исидор проговаривается о том, что братья еще ранее (в 1811—1812 гг.) занимались тем же вопросом.

из ничего из области чисто механических явлений. Вечного двигателя они, конечно, не создали, но непомерными тратами на химию сами же разрушили свое буржуазное благополучие...

Мы застаем Клода уже на склоне его лет; нам трудно по имеющимся материалам представить себе, чем он так прочно пленил своего младшего брата. В письмах он неаккуратен, задерживает нужные бумаги; навёрное, прибегает к недобросовестным уловкам для получения денег и без зазрения совести ведет своих родных к разорению. Нелзя без невольного участия видеть по письмам Нисефора, как последний бьется в сетях у кредиторов. Не менее 15 раз «благодетели» гг. Кост фигурируют в этих письмах. Клод же виновен и в той тайне, которой он принуждал брата покрывать свои работы, если бы не эта тайна (см. №№ 15, 23, 37 и мн. др.), мы куда больше знали бы о первых моментах рождения фотографии...

Переписка с Шевалье

У нас имеется 14 писем Венсена Шевалье, «дипломированного инженера-оптика». Все письма — подлинники, печатаемые впервые. Первые из них писаны целиком рукой самого В. Шевалье; последующие — несколькими писарскими почерками, но с подписью В. Шевалье. Первое письмо датировано 29 июня 1825 г., последнее — 23 апреля 1829 г.²⁹ В большинстве своих писем Шевалье отвечает на запросы Нисефора об аппаратуре и оптике. По-видимому, Нисефор решил, что при том состоянии, в которое ему удалось привести свое изобретение, он может позволить себе оставить самодельную аппаратуру.³⁰

К сожалению, ни Нисефор не мог изложить Шевалье, что ему, собственно, нужно, ни Шевалье не мог ему предложить что-нибудь полезное. Оптическая система, которая была нужна Нисефору, это — «фотообъектив» — безаберрационная, ахроматическая, светосильная система линз. При малых размерах изображения она должна была быть короткофокусной. Все же оптики, начиная с Порты,³¹ которые изготовляли те же камеры, стремились к большой величине изображения, не слишком гонялись за резкостью и исправлением аберраций, совсем не заботились о светосиле. Шевалье так и не смог удовлетворить своего заказчика. Нисефор спрашивал иногда о действии того или иного прибора; ответы Шевалье в высшей степени элементарны по содержанию; по всей вероятности, он оценивал запросы своего клиента вполне правильно. В письме от 8 ноября 1825 г. (32) мы читаем об особе,

²⁹ Письма Нисефора к Шевалье опубликованы внуком последнего, Арт. Шевалье, в жизнеописании своего отца [11]. По заключению Потонье, они представляют мало интереса.

³⁰ См. ее описание у Фука (стр. 62, 63).

³¹ И ранее, как убедительно показывает Потонье (стр. 24 и сл.).

являвшейся от имени Нисефора за приамой: «Это лицо сообщило мне, что Вы научились закреплять лучи камеры-обскуры на любом предмете, по Вашему желанию. Открытие показалось мне столь удивительным, что я решил, что это лицо ошибается. И если Вы не пришлете мне подтверждения, я этому не буду верить».

Так открытие Нисефора сделало первый нерешительный шаг к известности за пределами семьи и близких знакомых.

По семейному преданию Ньепсов, вышеупомянутым лицом, явившимся за приамой, был полковник Ньепс де Сеннесей. Фук сообщает и точные даты: полковник Ньепс был будто бы в Париже 12 января 1826 г. и показывал Шевалье одну из гелиографических гравюр Нисефора.³² Удивительно, что при точности этих указаний они совсем не совпадают с нашими документальными данными. — Ни о каких демонстрациях гравюр Шевалье в письме (32) не упоминает. Потонье рассказывает ту же историю со слов Арт. Шевалье;³³ последний называет в числе присутствовавших гр. Мандло. И это указание мы считаем сомнительным.

В следующем письме (33), от 7 декабря 1825 г., Шевалье сообщает, что к нему приходил г. Буассье и сообщил о благоприятных результатах опытов Нисефора. Значение этого открытия он считает исключительным («toute majeure»). Опять ничего не говорится о том, чтобы Шевалье видел работы Нисефора. Исключительно деловой характер носят и письма 1826, 1827 и 1828 гг. И только в предпоследнем письме, от 3 апреля 1829 г., т. е. после личного знакомства с Шевалье, Нисефор посылает ему в подарок образец своих гелиографических работ (83).

Переписка с Фр. Леметром

Эта переписка не представляет интереса новизны, так как была опубликована еще в 1851 г. в журнале «Lumières» [10]. В нашем собрании она имеется в виде копий, тщательно проверенных и носящих следы замечаний и поправок Гамеля. Лишь два письма Леметра имеются в подлинниках и одно письмо Нисефора — в виде черновика. Достоин замечания, что, по сообщению Нисефора в первом письме, от 17 января 1827 г. (39), он уже в июле 1825 г.³⁴ передал две свои пластинки Леметру (через Шаммартэна, тестя Исидора). Нисефор ссылается при этом и на рекомендацию гр. Мандло. Последний — личный знакомый Ньепса, бургонский дворянин; Ньепс мог рассказать ему о своем

³² Фук, стр. 117, 118, 120.

³³ Потонье, стр. 114.

³⁴ Т. е. несколько ранее, чем открытие Нисефора стало известно Шевалье.

изобретении; мало вероятности, напротив, чтобы Мандло узнал об открытии от посторонних, например от Шевалье.³⁵

С переписки Леметра с Нисефором для последнего начинается недоразумение, которое держало его в своей власти в течение всей жизни. Нисефор сделал превосходное физическое и химическое открытие, но за оценкой этого открытия обратился сначала к одному художнику — Леметру, а затем к другому — Дагерру. И тот и другой добросовестно-сурово раскритиковали произведения Ньепса, конечно, с художественной точки зрения: травлено недостаточно глубоко; освещение неверное; края штриха не крутые, а округлые, и т. п. А Нисефору, чтобы превратить свое изобретение в хороший фотомеханический процесс, нужны были технические указания образованного специалиста, разбирающегося в физике и химии процесса. Художники же запугали Нисефора единоклассным неодобрением художественной стороны вопроса; и вот, в переписке с Леметром Нисефор в первый раз оробел и чуть не отрекся от главной части своего открытия. Он написал, что размножение гравюр — может быть, и не главное дело в его изобретении (44), чего в душе не мог думать.

То же недоразумение произошло и в более практической сфере. Нисефор спрашивал мнения Леметра о Дагерре (41), и Леметр отзывался о нем как о художнике, да еще сообщает Нисефору непроверенные сведения о том, что Дагерр якобы усовершенствовал камеру-обскуру, — вопрос, перед которым Нисефор в то время стал в тупик (42): он сам писал Леметру, что многие недостатки в своих работах (неравномерность освещения, неясность на краях пластинок и округлость на краях штрихов) он приписывает (и, по-видимому, правильно, хотя Дагерр позже против этого спорил) несовершенству бывшей в его распоряжении оптики (43, 51). О том, следует ли Ньепсу иметь дело с Дагерром, Леметр дал два противоположных ответа: в феврале 1827 г. он одобрил желание Нисефора не связываться с Дагерром (42), а через два года, в ноябре 1829 г., приветствовал намерение Ньепса вступить в товарищество с Дагерром (94); короче, по этому вопросу своего мнения Леметр не имел.

По всей переписке Леметр представляется нам человеком, который интересовался техникой лишь постольку, поскольку она нужна была ему для преодоления трудностей собственных художественных задач. Вряд ли он мог чем-либо помочь Нисефору, но искренне восхищался его открытием и к самому Нисефору был настроен очень благожелательно. Когда Дагерр ловко отодвинул Леметра от намечавшегося товарищества, Нисефор, возможно, не лишился сам помощника в технических вопросах, но, безусловно, лишился своего сына ценного союзника в правовых и бытовых спорах со своим ловким компаньоном.

³⁵ Ср.: Потанин, стр. 114.

В сентябре 1827 г., получив известие о серьезной болезни Клода, Нисефор с женой отправились через Париж в Лондон. В Париже состоялись личные знакомства с Леметром, Дагерром, Венсеном Шевалье. К сожалению, в нашем собрании нет документов, относящихся к этому интересному моменту; за всеми имеющимися сведениями мы отсылаем читателей к Фуку.³⁶ Зато пребывание четы Ньепсов в Лондоне у нас освещено гораздо полнее, чем о нем было известно ранее (53—72), так как мы до сих пор знали о нем, в сущности, только по письму Нисефора к Исидору от 5 ноября 1827 г.³⁷ Письмо приведено у Фука только в извлечении, так как содержит тяжелые для семьи Ньепсов данные о психическом состоянии Клода; в дальнейшем Ньепсы письмо скрывают, и оно не передано в Шалонский музей.

Нисефор сообщает, что обратился к директору королевских садов и парков Уильяму Эйтону с просьбой устроить ему, Нисефору, возможность поднести свое изобретение английскому королю. Не получив ответа, Ньепс написал вторично и изложил существо своего открытия. Черновики этих двух писем (от 16 и 31 октября 1827 г.) у нас теперь имеются (53 и 54).

Далее, как видно из вышеуказанного письма Нисефора от 5 ноября, Эйтон, лично посмотрев гелиографические произведения Нисефора, очень рекомендовал ему показать их члену Лондонского королевского общества Франсису Бауеру. И Нисефор немедленно пишет соответствующее приглашение (55).

Что отсюда произошло, явствует из следующего письма Нисефора к детям, от 21 ноября 1827 г. (57). Здесь мы имеем кое-какие данные о болезни Клода: старый изобретатель (ему 64 года) находится во власти одновременно мании величия и мании преследования; он по-прежнему воображает, что облагодетельствовал мир величайшим открытием, и подозревает, что в числе врагов и недоброжелателей находится и бедный Нисефор, погубивший покой своей старости и будущее своего потомства из-за веры в этого упрямого безумца. Единственная надежда Нисефора — это его, Нисефора, изобретение...

Из письма к детям видно, что Бауер — в восторге от изобретения Нисефора; у них завязываются³⁸ прочные дружеские отношения. Бауер берется ввести Нисефора во влиятельные круги Лондонского королевского общества и приглашает его написать о своем изобретении краткую записку. Такая записка, по словам

³⁶ Фу́к, стр. 138—145.

³⁷ Фу́к, стр. 145—148.

³⁸ Патонье полагает, что знакомство Нисефора с Бауером состоялось через Клода. Мы по документам видим, что это не так. Но и само по себе предположение невероятно при том состоянии, в котором находился Клод.

Нисенса, у него почти готова: это — второе письмо к Эйтону, действительно по своим выражениям и по содержанию близкое к записке, подававшейся в общество (61).

Записка напечатана у Фука.³⁹ Потонье признает ее малоинтересной.⁴⁰ Мы печатаем ее по имеющемуся у нас тексту и указываем в примечаниях варианты по сравнению с текстом у Фука. Курьезно, что Фук вычеркнул заключительную фразу — по-видимому, потому, что она звучит не совсем прилично для французского патриота. Обратим внимание на следующие детали: 1) упоминание в записке имени Дагерра; 2) Нисефор, после временного отречения, здесь опять признает размножение снимка (методом гравировки) одним из важнейших элементов своего изобретения; 3) Нисефор, запуганный художниками, просит судить об изобретении «не с точки зрения искусства, а с точки зрения тех методов, которые для этого предлагаются»; 4) записка содержит целую программу работ по улучшению снимков, и программа эта, как потом оказывается, действительно выполняется Нисефором.

Еще любопытная психологическая черта: Нисефор так недавно просил своего любимого старшего брата согласиться быть соавтором изобретения; теперь Клод умирает душевнобольным, — и Нисефор решительно именует себя единственным автором «гелиографии».

Нисефор препровождает Бауеру записку при письме от 22 ноября 1827 г. (58). Это подлинное письмо дублируется черновиком, также находящимся в нашем собрании. Мы даем в примечаниях разночтения двух текстов. Нисефор называет свой черновик «копией первого письма к Бауеру». На самом же деле это — уже второе письмо.

Бауер давал Нисефору рекомендательные письма к Волластону, знаменитому физику и химику, и Томасу Юнгу (67), творцу волновой теории света. Последний был секретарем Лондонского королевского общества и от себя дал Нисефору рекомендацию к сэру Эверарду Хому (69), вице-президенту общества. Автографы Волластона (72) и Юнга (69) мы воспроизводим фотографически. Как известно, из этих обращений в Королевское общество ничего не вышло, так как общество не пожелало заслушивать сообщения об открытии, сущность которого Нисефор желал оставить в тайне. Нисефор столь же безуспешно пробовал и другие пути: составлял списки богатых лиц, которые могли бы заинтересоваться открытием (62), писал издателю «Музея ремесел» Аккерману (70), искал протекции к лондонскому оптику Уоткинсу (66). Любопытно, что последний отказался признать интерес изобретения для оптиков. Конечно, кто бы мог в то время

³⁹ Фу к, стр. 149—152.

⁴⁰ Потонье, стр. 133, подстрочное примечание.

предвидеть, какая часть в современной оптической продукции будет падать на фотографическую оптику и аппаратуру!...

С февраля 1828 г. по сентябрь 1829 г.

С тяжелым чувством возвращается Нисефор домой: брат умирает, имение разорено непоправимо. Но у него есть еще план: он «принял решение продолжать свои гелиографические исследования и закончить их возможно скорее» (74). В Париже он еще раз повидал Дагерра, Леметра и Шевалье (74). У Нисефора нет теперь брата, которому он привык поверять свои мысли и чувства, и он отчасти вознаграждает себя перепиской с новыми друзьями — Бауэром и Леметром. Из этих писем мы узнаем кое-что о работе за промежуток 1828 и 1829 гг. Ведется переписка и с Шевалье.

В первом письме к Бауэру (75), от 10 марта, затрагиваются только деловые вопросы, связанные со смертью Клода. Зато очень интересно следующее письмо (77) от 4 мая 1828 г. Оно повествует о том, что Нисефор решил совершенствовать свои гелиографические опыты «по методу, указанному в записке» (61). Он заказывает для этой цели у Шевалье ахроматический объектив и перископические линзы по Воластону и намерен сравнить их действие. Он пока ограничивается снимками с натуры, оставив в стороне гравировку. Леметр при свидании вновь предлагает ему свою помощь резцом; от Дагерра он получает ряд превосходных советов.

Последнее письмо к Бауэру (82) датировано 9 января 1829 г. Здесь Нисефор заявляет, что надежда его «прийти к решительному результату... в полной мере еще не осуществилась», но он «гораздо ближе к цели, к которой стремится с нетерпением». Он делал снимки на стекле, и они «воспроизводят эффекты Диорамы» — фраза, которую мы встретим в скором времени во «Введении» и в знаменитой «Notice sur l'héliographie». Тут же говорится о съемках в естественных цветах и об отношении этого явления к явлению цветовой дисперсии Ньютона — с этим мы тоже встретимся в дальнейшем. Нисефор собирается заниматься «только одним приложением своего метода» — очевидно, снимками с натуры.

К тому же времени относится и письмо к Леметру от 20 августа 1828 г. (80). И ему Нисефор рассказывает то же самое: он работает только над снимками с натуры, с усовершенствованной оптикой; результаты получаются значительно лучше прежних. Для большей контрастности он, следуя рецепту, изложенному в его лондонской записке, будет делать снимки на пластинках накатанного серебра. Гравюры он временно оставил, а потому пока к помощи Леметра не обращается.

Шесть писем Шевалье, относящиеся к этой эпохе, вполне соответствуют своим содержанием рассказам Нисефора: 24 марта

1828 г. он высылает ему ахроматический объектив (76); 20 июня — серебряные полированные пластинки (78) (из письма видно, что присланные ранее, изготовленные неким Балеином, показались Нисефору неудачными); 2 июля — еще четыре пластинки (79); 25 декабря ведется разговор о перископических линзах с большим фокусным расстоянием и вновь о серебряных пластинках (81); последние письма (83 и 84) от 20 и 23 апреля 1829 г. также говорят об объективах и пластинках: качество пластинок, наконец, удовлетворило Нисефора; он прислал своему постоянному поставщику в подарок одну из своих гелиографических гравюр.

Последовавшее лето 1829 г. было, как мы узнаем из одного из ближайших писем Нисефора Леметру (88), от 4 октября 1829 г., чрезвычайно неудачно: Нисефор почти не работал, и настроение его было, несомненно, упадочным: ему 64 года, он никак не может добиться окончательного успеха и впереди не видит никаких перспектив; посоветоваться не с кем: его единственный сын и наследник ни в малейшей степени не интересуется лучшим делом своего отца и ничего в нем не понимает. И у Нисефора мелькает мысль: бросить все и только рассказать современникам и потомству о всех своих трудах и достижениях. Именно результатом такого отчаяния представляется нам его внезапно возникший проект покончить со свято соблюдаемой тайной и написать о гелиографии книгу. «Введение» в эту книгу обнаружено и опубликовано Потонье;⁴¹ о нем упоминается и у Фука.⁴² По словам Потонье, на экземпляре, хранящемся в Шалонском музее, имеется помета, что копия «Введения» дана 4 сентября 1839 г. И. Х. Гамелю. Такая копия действительно имеется у нас (85). Имеется и небольшой фрагмент, написанный собственноручно Нисефором. В нем отмечаются некоторые варианты по сравнению с основным текстом.

«Введение» — произведение во многих отношениях замечательное; каждой фразой своей оно напоминает какой-нибудь этап, пройденный автором на его долгом жизненном пути и нашедший свое отражение в прежней корреспонденции и документах. В самом деле, уже с первых слов «гелиография» напомнит нам лондонскую записку (61), начинавшуюся с установления того же термина. Если говорится о явлении, «почти не замеченном до сих пор», то мы вспомним Клода с его утверждением (15), что ни Ньютон, ни другие, современные знаменитости, не наблюдали ничего подобного. Фраза: «без блеска и разнообразия окраски, но со всеми градациями тепей от черного до белого», — войдет в записку о гелиографии от ноября 1829 г. Фраза о фосфоресцирующем веществе — отголосок откровений Дагерра⁴³ «действия поистине маги-

⁴¹ Потонье, стр. 72—74.

⁴² Фука, стр. 247.

⁴³ Фука, стр. 242, 243.

ческого» — письмо к Клоду (49) от 27 июня 1827 г.; «одобрение со стороны выдающихся художников нашей столицы» — конечно, Леметра и Дагерра — и «нескольких членов Лондонского королевского общества» — конечно, подразумеваются Бауер, Т. Юнг и, может быть, Воластон и Хом, и т. д. и т. д.

Кроме «Введения», мы располагаем в нашем собрании чрезвычайно ценным дополнением к нему — четырьмя вариантами «Пол-разделения сочинения», т. е. его плана; они публикуются впервые. Дальнейший анализ мы свяжем с этими четырьмя вариантами. Кстати, в первом имеется и проект заглавия труда, звучащий, по-старинному, длинно и подробно.

Во всех вариантах, кроме первого (очевидно, наименее проработанного), и во «Введении» отдельно говорится о трех различных действиях света: окрашивающем, обесцвечивающем и уплотняющем. Мы узнаем в противоположении первых двух то место переписки Нисефора с Клодом, когда последний для изменения «порядка тонов» предлагал Нисефору воспользоваться обесцвечиванием темных (окрашенных) в естественном состоянии тел.⁴⁴ Нисефор тогда указывал, что светочувствительность при обесцвечивании значительно меньше, но опыты делал в обоих направлениях.⁴⁵ Выше упоминались его опыты над хлористым серебром, оставленные потому, что давали обратный природному порядок света и теней, а также опыты над гваяковой смолой. Они фигурируют в пункте III первого, второго и третьего вариантов; в четвертом варианте о гваяковой смоле не упоминается. Но в первом говорится еще о иоде. Это слово в переписке нигде произнесено не было. В каком виде Нисефор его применял: в виде ли чистого вещества, в виде ли иодистого серебра? Заметим, что здесь речь идет не о чернении иодом неосвещенных мест металла, обнажившихся при растворении лака (об этом было давно известно из «Notice sur l'héliographie»), а о фотохимических свойствах иода (или его соединений). Напомним: в письме от 24 июня 1831 г.⁴⁶ Нисефор утверждает, что занимался этим ранее 1829 г., но не сумел фиксировать изображения (а также изменить порядок светов и теней); он знал о большой скорости действия света. Он утверждает, что о своих результатах сообщил Дагерру. В первом варианте плана мы находим более раннее подтверждение (от 1829 г.) этого очень важного в истории фотографии факта: иод (вернее — иодистое серебро) не был предложен Да-

⁴⁴ Фук, стр. 77.

⁴⁵ С нашей современной точки зрения, свет действует исключительно в том случае, когда он поглощается; тело, не поглощающее видимых лучей, поглощает лучи, скажем, ультрафиолетовые и принципиально от окрашенного в видимых лучах не отличается. Со своей стороны, окрашивание есть поглощение новых полос поглощения. Если они появляются в невидимой области спектра, тело может казаться неокрашиваемым.

⁴⁶ Daguerre. Historique et Description, etc., стр. 52 [18].

герром; его автором, правда, отвергшим свое детище, был Нисефор Ньепс.⁴⁷ О том же говорится в следующем письме Ньепса, от 8 ноября 1831 г.,⁴⁸ в третьем, от 20 января 1832 г., Дагерр напрасно старается усмотреть⁴⁹ здесь доказательство того, будто он является автором использованного подлинного серебра.

Почему Нисефор исключил род из прочих трех вариантов? Ответ ясен: он не добился с ним удачи. Очевидно, по той же причине ни в одном из вариантов не упоминается ни хлорное железо, ни фосфор.⁵⁰

В параграфе об обесцвечивающем действии света все варианты упоминают о «выделениях животного масла»; все, кроме четвертого, — о перекиси марганца; оба эти вещества упоминались в переписке с Клодом.

Далее следует параграф, который во всех вариантах, кроме первого, посвящен «уплотняющему» («solidifiant») действию света. Здесь дело идет о капитальной части изобретения Ньепса — о растворе сирийского асфальта в лавандовой эссенции. В первом варианте это явление (уплотнения) названо «соединением со светом». Во всех вариантах (кроме первого) эта часть разработана наиболее подробным образом, в особенности во втором варианте (отделы IV и VII).

Нисефор различает действие неразложенного и разложенного света. С его точки зрения, свет, прошедший через линзу (которая часто именуется призмой — «*prisme ménisque*»), является светом разложенным. Таков свет, производящий изображение в камере-обсуре (!!!).

Автор задается целью изложить лишь свои наблюдения и опыты, не вдаваясь в теорию: причина действия считается неразъясненной и «ускользает, как некий Протей, от пронизательности самого внимательного наблюдателя». Для одного вопроса он делает исключение: некоторые явления окраски, наблюдаемые при окрашивании его «субстанций», он сближает (во «Введении» и во втором варианте, наиболее близком к «Введению») с явлениями цветных колец Ньютона, т. е. с интерференционными явлениями, — сближает, конечно, неправильно.

Во втором варианте есть еще один теоретический вопрос: «представляют ли световая и тепловая жидкости различные жидкости или они являются разновидностями одной и той же жидкости?». Впрочем, этот вопрос автор желает оставить без ответа.

⁴⁷ Необходимо соответственно исправить относящиеся сюда слова Эдгара [17] (стр. 177, изд. 1905 г.), а также Платона (стр. 169—170).

⁴⁸ Дагерр [18], стр. 52—53.

⁴⁹ Дагерр, стр. 33, подстрочное примечание.

⁵⁰ См. выше в разделе «Гелиографические работы Нисефора» у Фука (стр. 77 и 88—94).

Вот какие вопросы характерны для эпохи, еще не порвавшей с эмиссионной теорией, еще не знающей как следует об инфракрасных лучах, о тепловом действии световых волн во всем спектре.⁵¹

Конец 1829 г.

В конце неудачного лета 1829 г., 18 сентября, Нисефор получает письмо от Дагерра (87), живо интересующегося работами Нисефора и с удовольствием узнавшего (откуда?) о том, что тот продолжает свои исследования.⁵² Письмо дало, по-видимому, новое направление мыслям Нисефора. На письме имеется помета Нисефора о том, что он послал небольшой ящик Дагерру и два письма: одно — Дагерру (от октября) и другое — Леметру (от 4 числа того же месяца). Дошло до нас только второе (88): в нем Нисефор просит Дагерра и Леметра ознакомиться с его новым, не вполне удовлетворительным произведением.

Следует ответ обоих корреспондентов (89 и 90) с суровой критикой; Дагерр пишет: снимок делался так долго, что солнце светило попеременно с обеих сторон; это производит противоестественный эффект; при несовершенстве работы нельзя выходить в публику — малейшее усовершенствование с чьей-нибудь стороны заставит позабыть об авторе. Травление кислотой портит первоначальный снимок. Оптика неудовлетворительна — плохо уничтожена сферическая аберрация и совсем не уничтожена аберрация хроматическая. Леметр держится тех же взглядов относительно освещения и высказывает сомнения относительно применимости метода к гравировке.

Обратим внимание на то, что в своем письме (89), так же как в письме по английскому адресу (73), Дагерр настойчиво обещает Нисефору указать способы извлечь из изобретения наибольшую выгоду (89); «я сочту за удовольствие, если Вы этого пожелаете, указать Вам, каким образом Вы извлечете из своего открытия наибольшую пользу» (73). Можем себе представить, какое впечат-

⁵¹ Впрочем, ультрафиолетовые лучи открыты Риттером в 1800 г., инфракрасные — в 1801 г. Гершелем.

⁵² Более ранняя переписка Нисефора с Дагерром нам известна только в двух отрывках (Фуэ, стр. 135, 136—137), так как она была Нисефором потеряна (Фуэ, стр. 139). Должны были (см. наши №№ 41, 48) существовать следующие письма: 1) Дагерр — Ньепсу, I 1826; 2) Ньепс — Дагерру, II 1826; 3) Дагерр — Ньепсу, I 1827; 4) Ньепс — Дагерру, II 1827; 5) Дагерр — Ньепсу, III 1827; 6) Ньепс — Дагерру, VI 1827. У Фуэа цитируются из них 2-е и 6-е, т. е. только письма самого Ньепса. Курьезно, что первое дошедшее до нас письмо Дагерра (73) от 3 II 1828 же дошло до Нисефора, так как было адресовано в Кью, откуда Нисефор уехал в конце января. Оно попало в руки Бауера, который его сохранил и впоследствии, при передаче всей корреспонденции о приоритете Нисефора, пронумеровал римской цифрой IX.

ление такие посулы могли произвести на робкого провинциала, каким был Нисефор, особенно при его отчаянном положении.

И вот Нисефор пишет два письма — опять Дагерру и Леметру, отвечает по пунктам на их критику; он прежде всего указывает, что присланный им образец — не гравюра, а первоначальный снимок, на котором углубления забиты (плохо) черной краской; он предлагает Дагерру (91) посмотреть на более удовлетворительный образец, находящийся у Шевалье (83 и 84). Затем он благодарит его за любезное предложение и со своей стороны предлагает ему совместно работать над усовершенствованием гелиографического процесса, принимая участие в выгодах, которые отсюда могут последовать. Он хотел бы, чтобы в товарищество вошел и Леметр, которому он пишет отдельно.

В том же духе составлено и письмо к Леметру (92). Напомним, что Нисефор делал такое предложение Леметру еще 2 февраля 1827 г. (41) и что Леметр в своем ответном письме от 7 февраля (42) выразил на это согласие.

Любезными письмами (93 и 94) от 28 октября и 2 ноября оба адресата немедленно выразили свое согласие на участие в столь интересном деле.

В настоящем собрании есть еще копия письма Дагерра к Ньепсу от 15 ноября 1829 г. (95). Отметим в нем, что Дагерр виделся с Леметром, доказывал ему, что время для гравировки еще не настало, он по-прежнему хочет видеть снимки высокосовершенными, чтобы они составили эпоху. В конце он в явном нетерпении спрашивает Ньепса, как они будут действовать далее. В ответ Ньепс посылает ему проект договора о товариществе; самого письма у нас нет, но помета об отсылке двух писем имеется на № 95.

Из последующего видно, что Нисефор, живший в деревне, просил сына, жившего в городе, обратиться к нотариусу Гранжону, который так часто встречался нам в переписке Нисефора с Клодом и извращивался за Ньепсом перед гг. Кост и другими подобными им «благодетелями». Гранжон составляет проект договора о товариществе и посылает его Исидору при письме (96) от 19 ноября. Этот проект имеется у нас только с некоторыми изменениями, внесенными в него Нисефором. Основные черты проекта таковы:

- 1) Нисефор Ньепс «признается и объявляется автором изобретенной им гелиографии»;
- 2) участниками договора являются Ньепс, Дагерр и Леметр;
- 3) никакого срока действия договора не устанавливается;
- 4) прибыли распределяются по первому варианту поровну, а по измененному — Нисефору предоставляется 4/9, а остальные 5/9 распределяются между Дагерром и Леметром согласно доле, внесенной ими в усовершенствование;
- 5) все усовершенствования и улучшения, достигнутые участниками товарищества, поступают в общую собственность.

В ответ Дагерр присылает свой контрпроект (97) при письме от 27 ноября. Этот проект имеет совсем другой характер. Он разработан куда полней; существенные черты его заключаются в следующем:

- 1) Леметр из состава товарищества исключается;
- 2) товарищество существует под фирмой «Ньепс—Дагерр» (в проекте Ньепса о названии товарищества ничего не было);
- 3) устанавливается срок действия договора—8 лет, считая с 10 декабря 1829 г.;
- 4) указывается передача участия в товариществе по наследству;
- 5) участники товарищества делают в него равные вносы; за таковые принимаются со стороны Ньепса—его изобретение, со стороны Дагерра—новая конструкция камеры-обскуры, а затем его таланты и искусство;
- 6) прибыли делятся поровну.

В письме, сопровождающем этот проект, Дагерр решительно требует, чтобы третьего участника в деле не было, так как, по его словам, никто не может внести в него столько, сколько внесет он; сообразно этому изобретение должно именоваться так: «Гелиография, изобретенная Ньепсом и усовершенствованная Дагерром». По мнению Дагерра, это будет только почетной компенсацией за то, что он оставит теперь свой процесс.

В следующем письме (98) от 29 ноября сообщается, что Дагерру удалось и Леметра убедить в целесообразности остаться вне товарищества. Леметр просит только, чтобы компаньоны, если им придется разрабатывать впоследствии вопросы гравировки, обратились за этим именно к нему. Сейчас, по мнению Дагерра, все усилия должны быть обращены к одной цели—сняткам с природы.

Таким образом, стремление Ньепса сделать свой процесс многожительным окончательно отодвигается на дальний план. Как при этом будет достигнута выгодность изобретения, неясно. Но приходится верить энергичному, талантливому, настойчивому и самоуверенному компаньону. Ньепс согласен, Дагерр едет в Шалон, чтобы лично ознакомиться с процессом и подписать договор о товариществе.

Договор этот—знаменитый, не раз уже обнародованный договор от 14 декабря 1829 г. Он мало чем отличается от проекта, представленного Дагерром. Мы тщательно сопоставляем в примечании точные текстовые варианты. Существо же изменений следующее:

- 1) срок действия договора удлинен до 10 лет, начиная с даты подписания;
- 2) несколько точнее сформулированы права наследников сторон;
- 3) точнее указано, что, несмотря на смерть которого-нибудь участника, изобретение может быть обнародовано только под именем подписавших договор лиц;

4) введена статья о приглашении Леметра (см. выше);

5) неожиданно исключено название изобретения «гелиография». По чьему желанию? Из каких соображений? Почему оно перестало удовлетворять участников? — мы этого не знаем; но воспользовался этим впоследствии Дагерр. Не уместно ли вспомнить: *Fecit cum profuit?*

В общем все совершилось под диктовку Дагерра. Очевидно, его обаяние было исключительно велико, и старик Нисефор на союзе с ним строил все свои надежды на будущее.

Нисефор тщательно готовился к заключению договора. За месяц до подписания его он написал свою капитальную «Записку о гелиографии», в которой добросовестно, обстоятельно и откровенно изложил все существо своего изобретения. Наш экземпляр (99) написан собственноручно автором. Он очень мало отличается от опубликованного ранее текста (см. наши примечания). У Потонье «modification» является опечаткой.⁶³ На нашем экземпляре написано: «уचितен в трех экземплярах» — ведь во время написания записки исключения Леметра еще не предвиделось. Гораздо больше вариантов мы встречаем в отделе «Дополнения», и датирован он более ранним сроком, чем известный до сих пор экземпляр. Очевидно, что наш список служил оригиналом, а при позднейшем переписывании были произведены изменения. Под добавлениями уже нет указания о составлении в трех экземплярах.

Текст записки слишком известен, чтобы его комментировать вновь.

Компаньоны, конечно, пробовали вместе проводить кое-какие опыты. Как видно из последующего (103), у них ничего не вышло — успеха и трудно было ожидать в зимний сезон.

Переписка Н. Ньенса с Дагерром

Прежде чем разъехаться, компаньоны сговорились еще об одном деле — о сохранении тайны своей корреспонденции. Это, как мы знаем, чрезвычайно в духе семьи Ньенсов. Среди наших бумаг мы находим ключ к последующей корреспонденции компаньонов, которая, как мы увидим, велась в шифрованном виде. Ключ (102) вполне удовлетворительным образом совпадает с теми пояснительными вставками, которые на письмах Дагерра сделаны Нисефором. Компаньоны условились целый ряд слов обозначить цифрами; после исчерпания списка в начале письма приводились слова, которые в этом письме заменялись следующими по порядку цифрами. Так дело обстоит уже с первым письмом Дагерра (103) от 9 января: в начале письма (сверху, слева) читаем: «припишите к концу в таком порядке», и дальше идут девять слов, которые в таком же порядке фигурируют в списке

⁶³ Потонье, стр. 143, строка 19 снизу.

(102) под №№ 35—43. Интересно, что в дни июльской революции компаньонам пришлось временно прекратить переписку, так как они могли опасаться, что письма попадут в руки полиции и будут приняты за секретную переписку агентов революции (111).

В списке (102) помещенные там слова отделены ранее № 35 горизонтальными чертами от предыдущих дважды: после № 20 и после № 34. Это значит, что список ранее письма Дагерра был использован дважды. Можно сделать об этом использовании два предположения: 1) часть слов (до № 20 включительно) компаньоны согласовали при свидании, а остальные 15 должны были фигурировать в не дошедшем до нас письме Нисефора Ньепса; 2) при свидании никакого первоначального списка установлено не было, а два последовательных списка использованы в двух письмах Нисефора. Мы считаем более вероятным первое предположение: конспирация сильно пострадала бы, если бы в первом письме список слов, поставленный вначале, точно следовал тому ряду цифр, которые встречаются далее.

Нельзя ли по составу первого списка догадаться, о чем шла речь между компаньонами, какую программу действия они наметали?

Из примечаний, которые Дагерр сделал в своей книге к «Notices» Нисефора, а также из многих мест последующих писем Дагерра видно, что были поставлены две цели: 1) добиться большей быстроты процесса и 2) увеличить контрастность снимков, так как остающийся при способе Ньепса на неосвещенных местах лак отнюдь не имел белого цвета. По-видимому, решено было испытывать разные новые сорта растворителей и новые виды смол для лака; первые четыре номера и дают эти растворители, следующие шесть — смолы для лака. Далее, для усиления контраста, кажется, было предположено подслоить лак сажей (103). Два вида сажи фигурируют под следующими номерами; предполагалось, должно быть, делать снимки еще на черном стекле. Снимки на хорошо отполированных серебряных пластинках (№ 18 списка) уже были предложены Ньепсом; значит, решено было еще раз опробовать все эти комбинации.

Особое внимание заслуживает упоминание мода (№ 20 списка).

Несколько труднее составить себе точное представление о содержании первого письма Нисефора, но, конечно, он занимался новой рецептурой лака; кроме того, судя по некоторым местам последующих писем Дагерра, Нисефор пробовал производить свои гелиографические опыты при различных температурах. Наносить лак он пробовал на литографский камень, на черный мрамор (для увеличения контраста), на медные и стальные пластинки. Все это и соответствует №№ 21—34 списка (102).

Так как Нисефор имел привычку на каждом письме своего корреспондента ставить помету о дате своего ответа, то мы можем

составить таблицу последовательности писем того и другого корреспондентов:

1830 г.

	I Ньепс — Дагерру ⁶⁴	12	V Ньепс — Дагерру
9	I Дагерр — Ньепсу	24	VII " — "
23	I Ньепс — Дагерру	10	VIII " — "
26	II " — "	14	VIII Дагерр — Ньепсу
26	III " — "	10	IX Ньепс — Дагерру
29	III Дагерр — Ньепсу	3	X " — "
26	IV Ньепс — Дагерру	9	X Дагерр — Ньепсу
4	V Дагерр — Ньепсу	28	XII Ньепс — Дагерру

1831 г.

4	I Дагерр — Ньепсу	21	V Дагерр — Ньепсу
29	I Ньепс — Дагерру	*24	VII Ньепс — Дагерру ⁶⁵
21	II Дагерр — Ньепсу	*8	XI " — "
4	III Ньепс — Дагерру	8	XII " — "
28	IV " — "	17	XII Дагерр — Ньепсу
10	V Дагерр — Ньепсу		

1832 г.

*29	I Ньепс — Дагерру	30	IV Дагерр — Ньепсу
31	I Дагерр — Ньепсу	3	V Ньепс — Дагерру
10	II " — "	23	VIII Дагерр — Ньепсу
29	II " — "	25	VIII Ньепс — Дагерру
*3	III Ньепс — Дагерру	3	X Дагерр — Ньепсу
8	III Дагерр — Ньепсу	12	XII Ньепс — Дагерру
23	IV Ньепс — Дагерру	18	XII Дагерр — Ньепсу

1833 г.

8	I Ньепс — Дагерру	19	IV Дагерр — Ньепсу
23	II Дагерр — Ньепсу	31	V Ньепс — Дагерру
27	III Ньепс — Дагерру	6	VI Дагерр — Ньепсу

Письма Дагерра дошли до нас все целиком; из писем Ньепса нам известно только четыре отрывка — те, которые Дагерр считал для себя полезным сообщить нам в своей книге. Таким образом, почти единственным источником для ознакомления с работами компаньонов являются письма Дагерра.⁶⁶ К их анализу мы и приступим.

⁶⁴ Точная дата неизвестна.

⁶⁵ Заглавочной отмечены письма Ньепса, отрывки из которых Дагерр приводит в своей книге (стр. 52—54).

⁶⁶ На собственноручных прописаниях Нисефора за период 1830—1833 гг. мы имеем только следующее: 1) вышеупомянутой натуш (102); последняя пометка в нем относится к 18 января 1833 г.; 2) два списка исследованных «закон» (108 и 109): первый из них датирован маем 1830 г., второй — без даты, но относится к тому же времени; 3) пометы на всех письмах Дагерра (кроме последнего, 158): это, однако, исключительно отметить в времени отправки писем в посылку. Имеется еще лист с проектом названий открытий (126), который мы склонны приписывать Нисефору, но почерк этого документа принадлежит, по-видимому, кому-то другому.

Прежде всего необходимо помнить, что до ознакомления с трудами Ньепса в декабре 1829 г. Дагерру была совершенно чужда самая мысль о получении изображения фотохимическим путем. Когда Нисефор был, можно сказать, на вершине своего преклонения перед Дагерром (в сентябре 1827 г. во время своего первого знакомства с ним), он писал сыну — и мы вполне можем ему верить, — что идея Дагерра заключалась в получении и закреплении изображения на фосфоресцирующем слое.⁸⁷ Кстати сказать, это обстоятельство вполне удовлетворительно разъясняет ту кажущуюся «непоследовательность», которая так смущала Нисефора в первом письме Дагерра (41): с одной стороны, Дагерр сообщает, что он уже получил удивительные результаты, а с другой — спрашивает, считает ли Ньепс это дело возможным. На самом деле никакой непоследовательности тут нет: Дагерр действительно получил удивительное фосфоресцирующее изображение; но последнее, увы, со временем исчезает; Дагерр спрашивает, считает ли Ньепс возможным прочно его сохранить. Тут наивно оскорбляется закон сохранения энергии, но последний в своей общей форме был узан человечеством лет на 15—20 позже, и Дагерр им руководствоваться не мог; авторитет, к которому он обращался за одобрением своих идей, знаменитый химик Жан-Батист Дюма, тоже имел еще право не сообразить, что он одобряет нечто принципиально невозможное.

Итак, фотохимические приемы Ньепса были по своему содержанию чужды Дагерру, и он сразу их усвоить не мог; немудрено, что он не сразу в них входит и сначала не может добиться никакого успеха (его письмо № 103 от 9 января 1830 г.). Бросается в глаза различие его образа действия по сравнению с ньепсовским: Нисефор за все время своей работы не позволил себе сказать хотя бы одно слово о скрытом механизме своих реакций — вот уже поистине *hypotheses non fingeat!* Единственная картина, которая стояла перед его умственным взором, — это материальная природа света: «световая жидкость» в «разложённом» и «неразложённом» виде «соединяется» с его веществами и производит «телиографические» изображения.

Не то у Дагерра: ему, как художнику, необходимо с самого начала иметь картину явления, и он бросается от одной гипотезы к другой. Удачными их назвать нельзя, если не сказать хуже. В первом письме его гипотеза состоит в том, что действующим началом является не свет, а электричество. Эта гипотеза Дагерру очень понравилась, и он к ней возвращается и в дальнейшем (115, 121, 123 и др.). Конечно, никаких конкретных указаний не дается. Но Дагерр с глубокомысленным видом отводит металлическую пластинку, лежащую в ванне, к земле; ему кажется, что биметаллическая пластинка в растворе (в лаван-

довом масле!) ведет себя иначе, чем пластинка одного металла, и др. Когда он спорит с Ньепсом о преимуществах нанесения асфальта в виде раствора или сухим способом — натираанием пластинки измельченным порошком, то последнее называется не иначе, как «электризацией пластинки натираанием».

Другая любимая гипотеза Дагерра состоит в следующем: светочувствительное вещество представляет собой смесь веществ различной летучести и растворимости. Под действием света (а также теплоты) более летучее уходит, и остаток оказывается менее растворимым, что и требуется для успеха в способе Ньепса (см. письма №№ 105, 106 и др.). Эта гипотеза получает и дальнейшее развитие: Дагерр склонен (№ 111) светочувствительность всех смол объяснить тем, что они состоят из водорода, кислорода и углерода; летучей частью является, конечно, водород; остающийся кислород окисляет металл, а углерод можно стереть. Кстати, окраска смолы объясняется степенью чистоты углерода (III), входящего в соединение. Так, в камфоре он будто бы довольно чист. Невнятно сообщается что-то о том, что отношение водорода к кислороду должно быть равно двум.

Гипотезой о различной летучести и растворимости веществ, входящих в светочувствительный слой, объясняется наблюдаемое Дагерром увеличение светочувствительности слоя при повышении температуры.

Если эти умствования производят тягостное впечатление, то, наоборот, отдельные факты, сообщаемые Дагерром, заставляют поражаться его наблюдательности и проницательности. Вот он строит новую оптику для камеры Нисефора. Он хочет сделать ее совершенней и потому линз берет все больше и больше. И что же он замечает? Действие света уменьшается соответственно числу входящих в систему линз. Сейчас же делается гипотеза, что тепловая жидкость — столь необходимая, по Дагерру, для повышения светочувствительности — не может следовать за световой через стекла (104); приходится поступиться совершенством и брать стекло поменьше. Это заключение Дагерр делает, не подозревая о существовании ультрафиолетовых лучей, об их главнейшей роли при действии на асфальт и о поглощении их стеклом.

В другом месте (123) он со столь же удивительной наблюдательностью устанавливает, что жидкости, окрашенные в желтый цвет, задерживают действие значительно сильнее, чем окрашенные даже более густо в синий. Все это заставляет отнести к исследовательской работе Дагерра — художника, не получившего никакого систематического образования, плохо выражающего свои мысли, еще хуже их записывающего, — с глубоким уважением.

Затем к заслуге Дагерра следует отнести первые попытки сенситометрии. Это вышло по необходимости, так как первоначальный метод был дан Ньепсом, а Дагерр путем постоянных

сравнений должен был его усовершенствовать, подобрать лучшие вещества и лучшие условия действия. Вот что он пишет сам по этому вопросу (110): «Я старался устроить так, чтобы... производить все сравнения с большой точностью... Пользуясь камерой, мы теряли много времени; я начал с Вашего лака; он служил мне путеводной нитью, пока... не будет заменен лучшим... Я никогда не забываю налагать на ту же пластинку последнее и наиболее удавшееся вещество рядом с новой пробой. Необходима одна и та же сила света на всей пластинке; за это трудно ручаться с камерой-обскурой...». Наряду с гравюрами «я пользовался оттенками, даваемыми бумагой, как мы делали вместе в наших опытах, и в особенности тенями, которые отбрасывались телами, отстоящими от пластинки на несколько линий». В другом месте он пишет, что при данном веществе действует свет, проходящий через четыре слоя почтовой бумаги, а прежде можно было протыкать только через два слоя (105). Если бы письма Дагерра стали известны раньше, он должен был бы считаться основоположником сенситометрии.

Что сделано Дагерром (до июля 1833 г.) по договору от 14 декабря, т. е. в каком отношении он усовершенствовал процесс, изобретенный Ньепсом? На этот вопрос ответить очень трудно: письма Дагерра беспорядочны и взаимно противоречивы.

С самого начала он занимается перегонкой растворителей (лавандовой эссенции, костного масла, скипидара); он находит, что существует некоторый «optimum» перегонки, так как при дальнейшем продолжении ее развивается якобы вредная кислота (104): в оптимуме можно добиться повышения чувствительности на одну треть. Но уже в следующем письме (105) он советует Ньепсу не тратить времени на очистку растворителей асфальта, так как лучше всего действует один асфальт, который рекомендуется наносить сухим путем — натиранием. В другом письме (111) сообщается, что наилучшая белизна получается при растворении асфальта в скипидаре, но один асфальт все же лучше; через два месяца снова подтверждается (112), что асфальт лучше всех других смол.

Затем (114) предлагается новый рецепт (мы предполагаем, фантастический): скипидар или лавандовая эссенция с серной кислотой. Предлагается целая программа исследования. В следующем (115) опять полемика против Ньепса: натирание («электризация») лучше, чем нанесение в жидком виде («лак»). В другом (121) опять: как жаль, что асфальт окрашен, — он, несомненно, лучшее из всех опробованных веществ; далее (123): «Я буду говорить только о способе работы с асфальтом, так как признаю его лучшим среди других веществ; жаль, что его нельзя обесцветить». Способ натирания пластинки асфальтовым порошком — наилучший; в качестве растворителя применяются пары эфира.

Только в августе 1832 г. появляются систематические указания об удачных попытках отойти от асфальта (125). Дагерр указывает в качестве светочувствительного вещества ретортный остаток при перегонке лавандовой эссенции. Отмечается белизна и хорошая светочувствительность слоя, состоящего из этого вещества, указываются практические приемы нанесения необходимого подслоя.

3 октября 1832 г. даются новые указания (127) — Дагерр с успехом пользуется следующим составом: три части лавандовой эссенции и одна часть керосина. «Получаемый слой превосходит; он имеет розоватый тон; он сопротивляется действию как растворителя, так и эфира». Впрочем, наблюдается и некоторый недостаток — выделяются какие-то мелкие кристаллики. А через два месяца выясняется новая неприятность (129): со временем снимки портятся, покрываются пятнами.

Вот вкратце все, что сделано Дагерром за три с половиной года для усовершенствования метода Ньепса. Способ, указанный здесь последним, весьма близок к тому, который Дагерр описывает в своей книге как «усовершенствованный Дагерром способ Нисефора Ньепса».⁵⁸

На фоне этих главных работ исследования чистого серебра⁵⁹ являясь при жизни Нисефора только кратковременным эпизодом: первые упоминания о ноде мы встречаем в конце письма от 10 мая 1831 г. и в письме от 21 мая 1831 г.; изображение на ноде получалось негативным, фиксировать его не удалось (115 и 116); при передержке замечены явления соляризации. Дагерр (118) сообщает, что такое же действие получается, если на серебро пластинки действовать серной кислотой в присутствии хлористого натрия (очевидно, образуется хлористое серебро). Другие два рецепта, приводящие якобы к подобному же результату, нам представляются нелепыми. И больше об опытах с нодом нигде ничего не говорится, если не считать указания в письме от 8 марта 1832 г. о том, что вследствие дурного цвета нода (т. е. чистого серебра) им нельзя пользоваться для снимков с натур, но можно, например, снять медаль; в этом случае и обращение светов и теней не так неприятно (122). Снимка «на ноде», просимого Ньепсом, Дагерр почему-то все ему не отправляет.

По договору от 14 декабря 1829 г. Дагерр должен был представить товариществу в качестве взноса свои таланты, свое искусство и новую комбинацию для камеры-обскуры. В какой мере все это им выполнено?

Дагерр, несомненно, не был аккуратным работником типа Нисефора, сомнительно, чтобы при самом добром желании он мог

⁵⁸ Дагерр, стр. 47.

⁵⁹ Дагерр до конца называет свое светочувствительное вещество нодом. По-видимому, не подозревает, что имеет дело с галогеносеребряной солью.

отдавать исследованиям достаточно времени; он ведь не был рантье; он зарабатывал на диораме недурно, но притом и работал для этого благополучия, как каторжный. Работе по договору он мог отдавать только часы досуга, а их было так мало. Он не был и аккуратным корреспондентом; по табличке на стр. 88 можно видеть, сколько раз он заставлял Нисефора ждать своего ответа.

У нас от всей его переписки остается впечатление, что ему страшно хочется найти хоть что-нибудь лучше асфальта, но он принужден всегда к нему вновь возвращаться; он вознаграждает себя тем, что хоть наносит его не в виде лака, а сухим способом. По-видимому, успехи, достигнутые им при жизни Нисефора, были невелики; он указал более белый слой, но и Нисефор, как пишет Дагерр (110), тоже сообщает ему, что он этой белизны добился; да и белизна нового слоя Дагерра тоже относительная; слой имеет розоватый тон (127). Слой Дагерра чувствительнее прежнего (правда, он в письме не сообщает никаких количественных подробностей); но ведь и Нисефор сообщал об увеличении чувствительности (113), и Дагерр подчеркивает, что это сделано не на том пути, на котором ожидал успеха он, Дагерр. Позже Дагерр писал (уже Исидору), что достигнутый им выигрыш в скорости невелик.

Таким образом, «таланты и искусство» Дагерра в течение первых трех с половиной лет подвинули дело очень мало.

Как обстоит дело с последним пунктом, с камерой-обскурой?

Почти в каждом письме Дагерра о ней что-нибудь говорится: он над ней работает; он о ней думает; он подбирает новую оптическую комбинацию; приходится отказаться от слишком большого количества стекол; он придумал новую, превосходную комбинацию, но надо еще раз ее испробовать (127). А то он не торопится, зная, что в зимний сезон она вообще не нужна. Отсылка объектива происходит 18 декабря 1832 г. (128); новые части к камере и инструкция к ней служат предметом сообщения 19 апреля 1833 г. (130).

Нельзя сказать, чтобы в этом вопросе Дагерр торопился больше, чем в других. К моменту заключения договора у него вообще никакой комбинации не было; как произошла посланная Ньепсу, не ясно; не ответствен ли за нее один Шевалье, без какого бы то ни было участия Дагерра?

Работа Ньепса за период с января 1830 г. по июнь 1833 г.

Мы видели ранее, что переписка компаньонов началась с не дошедшего до нас письма Нисефора; мы старались угадать содержание этого письма по №№ 21—34 ключа к шифру (102), которые должны были встречаться в этом письме. Сверх того, в письме Дагерра (103) от 9 января имеется указание, что

Нисефор добился уменьшения выдержки нагреванием слоя. Следующее письмо Нисефора написано 23 января 1830 г. Несомненно, что ему принадлежат три номера ключа к шифру (102), а именно: 44 — костное масло Диппеля, 45 — лак и 46 — свет. Этого слишком мало, чтобы узнать подробности письма, но ясно, что оно трактовало о составе лака и его светочувствительности.

Насчет письма Нисефора от 29 января мы знаем очень мало. Можем догадываться, что он не оставил без отрицательного ответа вопрос Дагерра касательно его электрическо-грозово́й теории. В письме Дагерра (104) от 26 февраля есть еще фраза: «Как и Вы, М. Г., я заметил, что сандарак, мастика, шеллак, воск и копал никакой роли в операции не играют». Нисефор мог об этом сообщать Дагерру в последнем своем письме. В письме Дагерра (105) от 29 марта указывается, что Нисефор (в одном из своих писем) интересовался некоторыми лицами в Лондоне. Дагерр обещал ему узнать о них во время поездки.

Следующие письма Нисефора написаны 26 марта, 26 апреля и 12 мая. За это время Дагерр успел съездить в Лондон: см. два письма от этого периода (106 и 107) — самого Дагерра и его доверенного Смита — к Бауэру. Нисефор в это время занимался систематическим исследованием своих лаков; следом этих занятий остались наши документы №№ 108 и 109. В первом (от мая 1830 г.) сообщается пять рецептов лака, во втором (без даты) — шесть рецептов. Первый рецепт первого списка тождествен с рецептом «Notice» (см. 99, раздел «Исходное вещество»); второй соответствует рецепту, приводимому в «Добавлениях» к той же «Записке». Предлагается и новый растворитель для асфальта — нефть (третий процесс). Многие слова, встречающиеся в этих документах, как легко убедиться, фигурируют под №№ 58—83 в ключе (102). Очевидно, Нисефор подробно описывал свои работы над лаками и их рецептуру и способ нанесения. 4 мая Дагерр пишет в ответ (110), что прочел письмо с большим удовольствием и что ему не терпится повторить эти операции; он боится только, что асфальт может потерять свои свойства (т. е. светочувствительность) в результате тех операций, которым Ньепс подвергает его для достижения белизны. Спрашивает Дагерр также подробности о «третьем процессе: с нефтью». Очевидно, Ньепс в своем письме дословно повторил документ 108.

После 12 мая Ньепс писал Дагерру еще 24 июля и 10 августа. 14 августа Дагерр в своем ответе (111) упоминает, что Ньепс ему что-то сообщал о камфоре; пишет он также о варе, смоле, бургундском варе, гудроне, скинндаре как веществах, упоминавшихся ранее.

Ньепс отвечал 10 сентября и 3 октября; но Дагерр, слишком занятый делами по диораме, ничем по существу на эти письма не отзывался. Он упрекает Ньепса за пристрастие к мокрому спо-

сому нанесения асфальта; сам он предпочитает сухое натирание. Значит, Ньепс все пишет о тех же лаках.

Следующее письмо Ньепса датировано 28 декабря; Дагерр в своем ответе (113) от 4 января поздравляет его с ускорением процесса. Каким образом? Насколько? — мы ничего об этом не знаем.

Ньепс отвечает 29 января, а Дагерр ему — 21 февраля (114). Здесь мы встречаем фразу: «Нанесения этого вещества можно достигнуть и окуриванием, о котором Вы говорите». В ключе к шифру (102) имеется непристроенное слово «окуривание». Трудно сказать, о чем писал Ньепс, пользуясь этим словом. Дагерр далее упоминает в этом же письме, что Ньепс что-то писал о тяжести воздуха.

Следующие письма Ньепса — от 4 марта и 28 апреля 1831 г. Он писал Дагерру о полной неудаче с тем составом, который мы называли фантастическим; только это указание мы можем вычитать из письма Дагерра (115) от 10 мая.

Затем Ньепс пишет своему компаньону 24 июля, 8 ноября, 8 декабря. Первые два письма в отрывках сообщены нам Дагерром в его книге: Ньепс сомневается в возможности успеха с иодом. Внимательное чтение показывает, что первое письмо, написанное Ньепсом Дагерру после договора 14 декабря 1829 г., содержало подробности о работах Ньепса над иодом; но сам Дагерр отзывался об этих работах (104) отрицательно. В письме от 8 ноября Ньепс говорит о своих новых безуспешных попытках; здесь встречаются слова: «раскислитель», «оловянная пластинка», «металлические окислы». Почти несомненно, что еще не пристроенные нами слова ключа к шифру (192), а именно №№ 94—97, относятся как раз к этому письму Ньепса.

Здесь Ньепс сообщает, что он тоже наблюдал один раз явление, ныне нами называемое соляризацией.

Из последующего письма Дагерра от 17 декабря 1831 г. видно, что Ньепс предлагал ему прислать для ознакомления снимок с натуры. Дагерр снисходительно соглашается его посмотреть, но заранее уверен в его неудовлетворительности.

Ньепс пишет 29 января 1832 г. И это письмо Дагерр в отрывке дал в своей книге, к которой мы и отсылаем читателей: оно разошлось с письмом Дагерра (119) от 31 января. Из последующего письма (120) от 10 февраля ясно, что Ньепс обеспокоен затяжкой работы. Он прислал вместе с тем и свой снимок. Дагерр этот снимок строго критикует: свет и тени не соответствуют действительным, так как вещество светочувствительного слоя неодинаково чувствительно к различным цветам; надо выбирать подходящие виды; не нравится также Дагерру нанесение слоя посредством кожного тампона, которого по-прежнему придерживается Нисефор. Далее из письма ясно, что Нисефор интересовался, наблюдает ли Дагерр различие в поведении одного слоя при различ-

ных способам его нанесения. От продолжения работы с оловянными пластинками Дагерр своего компаньона отговаривает.

Ньепс отвечает только 3 марта — это единственный случай, когда он отвечает только на третье письмо Дагерра. И это письмо нам известно по книге Дагерра.⁶⁰ Кроме того, как видно из № 122 (письмо Дагерра от 8 марта), Нисефор интересовался разными подробностями относительно принадлежащего Исидору микроскопа, окрашенным стеклом для наблюдения солнца — это не относится к работе — и получением обещанного ему Дагерром снимка на иодном слое.

В письме Дагерра от 30 апреля есть ответ на следующее письмо Ньепса от 23 апреля. Ньепс беспокоится, он думает, что Дагерр совсем забросил их общую работу. Любопытно, что Дагерр неожиданно предлагает своему компаньону протравливать экспонированную серебряную пластинку кислотой и забивать получившиеся углубления черной краской. Он спрашивает, не пробовал ли Ньепс чего-либо подобного. Неужели он позабыл о присылке ему Ньепсом для ознакомления изготовленного таким образом (еще в 1829 г.) снимка, который и Дагерр и Леметр приняли за гравюру? (88—92).

Нам ничего не известно о том, что Ньепс писал 3 мая в ответ Дагерру. Дагерр предполагал летом быть в Шалоне. Привел ли он это намерение в исполнение? Из дальнейшего это не ясно, но все же в письме Дагерра (125) от 23 августа есть фраза: «Я желал бы знать, в каком положении Ваша работа со дня моего отъезда». Маловероятно, чтобы под «отъездом» разумелся отъезд в декабре 1829 г. Поэтому мы думаем, в противность утверждениям биографов, что Ньепс еще раз виделся с Дагерром летом 1832 г. Этим объяснялось бы и отсутствие переписки между ними с мая по конец августа того года.

Письмо Ньепса от 25 августа разошлось с письмом Дагерра от 23 августа. Ньепс ответил на него 29 октября, а Дагерр ему — 3 октября (127). Отметим здесь две подробности.

1) В начале письма указаны три новых зашифрованных вещества; в ключе к шифру (102) их уже нет. Это — явно те три новых числа №№ 102—104, которые упоминаются дальше в письме. №№ 100 и 101 (резеда и сера) принадлежат, значит, одному из вышеупомянутых писем Ньепса. Конечно, невозможно догадаться, к чему они относятся.

2) В письме в первый раз встречается какое-то удивительное слово «физавтотипировать». Ньепс и его сын усердно «физавтотипируют». Среди бумаг без даты нашего собрания мы нашли одну (126), в которой делаются потуги выдумать название для изобретения, занимающего компаньонов. Мы помним, что при за-

⁶⁰ Дагерр, стр. 55—56.

ключении своего договора 14 декабря 1829 г. они забраковали и изгнали из обихода Ньепсовскую «гелиографию».

Очевидно, вопрос о названии беспокоит компаньонов или, во всяком случае, одну из сторон. Которую? Покойный Н. Е. Ермилов в своей статье⁶¹ приписывает проект Дагерру и находит даже в некоторых словах этого документа почерк Дагерра. Мы сомневаемся в справедливости последнего указания. По существу же странно, что этот список, если он исходит от Дагерра, не связан ни с одним из его писем, хотя все они до нас дошли. Мы полагаем, что список принадлежит Ньепсу и был приложен к одному из его писем, хотя он не делает чести его познаниям в греческом языке.⁶² Термин этого проекта удивительно напоминает своей трехсложной конструкцией давно забытый нами «пир-эоло-фор» (об этом слове см. № 6 нашего собрания). Кстати, Дагерр плохо помнит термин «физавтотипия» и в одном из писем к Исидору переименовывает его по-новому (139).

В том же письме Дагерра выражается радость, что сын Нисефора «входит в дело» («se met de la partie»). Отсюда ясно, что раньше он этим делом весьма пренебрегал. Впрочем, можно было догадаться об этом и без намеков Дагерра.

Следующее письмо Ньепса Дагерру написано 12 декабря; одновременно Дагерру выслана назад присланный им лавандовая эссенция — Дагерр в письме (128) от 18 декабря подтверждает с благодарностью ее получение. Ньепс просил Дагерра прислать матовое стекло.

Нам остается проследить работу Нисефора в первую половину 1833 г. — его предсмертную работу. За эти месяцы он писал Дагерру три раза: 8 января, 27 марта и 31 мая. Мы вспомним, что Дагерр в своем письме (127) от 3 октября сообщил Ньепсу рецепт нового слоя, в существенной части — ретортный остаток при выпаривании лавандовой эссенции. Естественно думать, что Ньепс занялся изготовлением и изучением этого слоя; по всей вероятности, в первом письме речь шла о нем; он продолжал им заниматься и позже: неоднократно нами цитированный ключ к шифру (102) заканчивается его пометой: «18 января 1833 г. Я закончил выпаривание № 1 (лавандовой эссенции. — Т. К.); мне нужно было выпарить 3 фунта 6 унций, или 54 унции; я получил всего-навсего одну унцию, т. е. 1/54 взятой жидкости».

Наверное, он сообщал об этом Дагерру в своем следующем письме, так как Дагерр (130) от 19 апреля пишет: «Удивлен, что Вы получили только пятьдесят четвертую часть в остатке» и т. д. Из этого же письма Дагерра видно, что Ньепс запрашивал еще о действии осветительной линзы и советовался об увеличении контрастности снимков на стекле подвешиванием под них

⁶¹ «Фотограф», 1928, стр. 289—293.

⁶² Мы отмечаем в орфографии автора документа три ошибки.

серебряной полированной пластинки. Дагерр должен был сильно огорчить Ньепса сообщением о «плохих делах» на рынке искусства; впрочем, он ободряет его для работы по получению возможно большего числа снимков, которые должны понадобится при обнародовании изобретения. Ньепс, наверное, отвечал, что он снимками занимается, и притом преимущественно на стекле. Дагерр в своем письме (131) от 6 июня одобряет этот план действия.

Этим заканчиваются жизнь и труды Жозефа-Нисефора Ньепса, скончавшегося от удара 3 июля 1833 г. в возрасте 68 лет. Мир ничего не узнал о смерти великого изобретателя. Лишь компаньон покойного Дагерр прислал его сыну письмо с банальными соболезнованиями (132); для нас, знающих последующее, это письмо звучит как горькая, трагическая ирония. Да еще скромный друг семьи аббат д'Амфревиль вспоминает христианские добродетели, которыми блистал покойный. *Sit ei terra levis!*

Нисефор Ньепс, изобретатель фотографии

Даже теперь, через сто с лишком лет, нам трудно соблюсти «историческое беспристрастие»: в мелкой комедии, разгравшейся вокруг величайшего изобретения, Нисефор Ньепс, по нашему убеждению, является едва ли не единственным положительным героем. Мы держали в руках его письма и бумаги почти за полвека (30 декабря 1787 г.—31 мая 1833 г.) и привыкли любить его во всех его словах и писаниях, действиях и ошибках. Чувство, которое он невольно нам внушает, достаточно сложно: он, конечно, ни в малейшей степени не отвечает нашему идеалу героя — смелого борца за лучшее будущее, сумевшего стать выше своего класса, выше своего времени. Но и таким, каков он есть, он возбуждает в нас чувства глубокой симпатии и уважения. Постараемся еще раз восстановить в нашей памяти образ этого человека, каким мы узнали его из его переписки.

Мы впервые видим Нисефора Ньепса накануне Французской революции 1789 г. Франция кипит освободительными идеями. Но Нисефор надежно укрыт от «революционной заразы» в недрах своей семьи, попечением своих усердных учителей, отцов-ораторианцев. Они сумели воспитать своего ученика в нужном для них духе, и недаром первое его письмо начинается с молитвенного приветствия, недаром он подписывается в нем же «собратором» своего адресата, директора семинарии ораторианцев в Шалоне, хотя и отбивается в то же время от карьеры священника, которая навязывалась ему его семьей и классом.

Клубок политических противоречий свивается вокруг жизни Нисефора: его родители — интеллигентные буржуа, но одновременно и землевладельцы; после смерти отца, имевшего личный заработок, земля стала единственным источником дохода. Нисе-

Фор искренне любит эту землю и жизнь землевладельца; почитайте его письмо (13) к Клоду от 27 сентября 1818 г. с чудесным описанием урожая. Уже накануне революции землевладельцам приходилось туго, о чем упоминается в первом письме Нисефора. Затем оставаться дома стало совсем не безопасно, и братья Ньепсы пошли под знамена республики, чтобы в боях за нее заработать признание своего цизмизма. Только в 1801 г., когда бонапартистская реакция навела «порядок», они решились вернуться домой. Сын роялистской семьи, Нисефор Ньепс сражался за республику, был в дружеских отношениях с «цареубийцей» Карно, всеподданнейше переписывался с представителями имперской бюрократии. Но в душе он, конечно, был и оставался умеренным роялистом. Это прорывается в той откровенной роялистской манифестации, которой братья обмениваются в своей частной интимной переписке по поводу смерти Людовика XVIII и восшествия на престол Карла X.

Нам, знающим первого как носителя идей крайней реакции, а второго как еще более реакционную фигуру, весьма не по себе, когда мы читаем (27 и 28) о первом как о «Людовике желанном», а о втором как о будущем «кумира Франции». Но особенно неприятное чувство вызывают такие выражения в письмах Нисефора к Клоду, как «твои высокие покровители», «его величество британский король», «щедрый принц королевской крови». А что он пишет и говорит в Англии! «Подножие трона», «могущественный и благородный повелитель» и пр. и пр. Стоило делать и переживать «великую революцию», чтобы так быстро вновь усваивать этот уничижительный феодальный жаргон...

Имение дало мало утешения Нисефору. Только в ранние годы (1807) мы встречаем записи о том (7), что кто-то и что-то ему должен. Позже он бьется, как рыба о лед, в тисках тех, кому он сам должен, и его «благодетели» г-да Кост получали, должно быть, львиную долю того урожая, который собрали для него его фермеры. Изображение постепенного разорения братьев-изобретателей, написанное одним из этих братьев, сделано поистине художественной рукой, написано блестящим стилем начала XIX в.; оно читается с захватывающим интересом и неослабевающим сочувствием, как сентиментальный роман той эпохи. И на всем протяжении его все более раскрывается симпатичный образ главного героя. Правда, его несчастье — потеря имения — оставляет нас достаточно равнодушными: труд — единственный законный, единственный справедливый источник нашего благополучия.

Но Ньепс трудился всю жизнь, до предсмертного часа, и остается в памяти потомства как один из исключительных, неутомимых тружеников своей идеи. Он никогда не теряет мужества, никогда не теряет веры в свое дело, как не теряет трогательной веры в своего брата, злого гения семьи Ньепсов. Он одинок;

лишь немногие знают о его трудах; знающие не вполне его понимают и ценят; и в своей собственной семье у него нет помощников. Несмотря на все это, он пронес через всю жизнь служение своей идее и добился признания если не от своих современников, то от нас, своих далеких потомков.

Еще больше вырастает значение труда Нисефора, когда мы оценим, с каким малым научным багажом он был предпринят. Отцы-ораторианцы, по-видимому, хорошо научили своего питомца французскому и латинскому языкам, плохо — греческому, совсем не обучили ни одному из иностранных языков. По части точных наук дело было еще хуже. Мы довольно уверенно можем сказать, что свои знания по химии Нисефор уже сам почерпнул (гораздо позже) из учебников и справочников. За текущей научной литературой он не мог следить и не следил. В физике, в оптике он проявляет полную беспомощность. И Шевалье и Дагерр принуждены давать ему по геометрической оптике консультации самого элементарного свойства. По существу гораздо более безграмотный Дагерр импонирует ему главным образом как обладатель и, по его убеждению, автор усовершенствованной камеры-обскуры. Всю жизнь он занимался светом; в Лондоне ему приходится жать руку Томасу Юнгу, одному из творцов волновой теории света; но до конца своих дней он знает только «световую жидкость» в ее «неразложившем» и «разложившем» состояниях. Мы отмечали изумительно наивное предположение его о существовании «камеры-люциды» Волластона (13).

Нет, он не был ученым, что бы ни писал по этому поводу его панегирист Фук. И если судить с точки зрения цеховой науки, то на нем лежит печать самого непростительного, самого тяжелого, смертного греха — вера в вечный двигатель. Но если всякое открытие является в значительной степени произведением знания, таланта и труда, то, очевидно, последние два множителя были столь велики у Нисефора Ньепса, что с избытком покрыли малую величину первого. Тем больше наше глубокое уважение к таланту и труду Нисефора Ньепса.

Его таланты и личное обаяние сделали его другом многих из тех людей, с которыми он общался по своим изобретательским и другим делам. Неподкупный Лазар Карно, «организатор победы», «сосланный» Наполеоном в Институт за голосование против империи, сначала узнает его по изобретениям, а потом обменивается с ним приветами как личный знакомый. Оптик Венсен Шевалье сначала пишет ему только в терминах фокусных расстояний и франков, а затем деловые отношения переходят в дружбу: Нисефор дарит ему гравюру, сделанную по его способу, а Шевалье считает долгом просить Нисефора порадоваться вместе с ним бракосочетанию его сына, Шарля Шевалье, с девушкой Мари Зое де Лафайетт. Гравер Франсуа Леметр сначала строго критикует изделия Нисефора, хотя и восхищается существом

открытия; дальнейшее знакомство кончается личной дружбой и обменом подарками. Наконец, такой же дружбой кончается и знакомство с Фрэнсисом Бауером, впоследствии сыгравшим большую роль в восстановлении приоритета своего покойного друга. Так же дело обстояло и со многими, многими другими.

Нисефор Ньепс сошел в могилу не признанный и не признанный современниками: сын Нисефора продал права своего отца на его великое изобретение, а его «друг» и компаньон сделал все, чтобы затмить ту славу, которая справедливо принадлежала изобретателю. Даже и теперь, через 100 лет, нам невозможно оставаться равнодушным, когда на наших глазах в веренище документов проходит это систематическое и злонамеренное похищение прав Нисефора Ньепса.

И если бесстрастное свидетельство наших материалов еще раз послужит утверждению и признанию великого изобретателя, мы будем считать себя исполнившими некоторый нравственный долг, властно лежащий на каждом, кто вникнет в начальную историю фотографии.

Переписка Дагерра с Исидором Ньепсом

Сюда относятся 17 писем (из них одно — 157-е — известное нам только в копии), ключ к новому шифру (136) и два договора — дополнительный (140) от 9 мая 1835 г. и окончательный (148) от 13 июня 1837 г. Последние два документа хорошо известны историкам фотографии.

Итак, Нисефор Ньепс умер. Участником товарищества, по точному смыслу второго пункта договора от 14 декабря 1829 г., становится его сын и законный наследник Исидор. Компаньоны, по договору, должны были совместно продолжать работу над усовершенствованием изобретения Нисефора. Тут и обнаружилось, и весьма скоро, что обязанности эти всей тяжестью легли на плечи одного Дагерра, так как Исидор не имел никаких данных для продолжения работы своего отца. Из письма Дагерра от 24 сентября 1833 г. (134) видно, что за лето Исидор ничего не делал. Дагерр настаивает на упорной работе и просит прислать бутылку воды, которой пользовался для опытов Нисефор, — просьба, которую не успел исполнить последний. Дагерр высказывает интересную мысль, что изображение получается быстро и компаньоны не умеют только выявить его. Дело, очевидно, идет о старом способе Нисефора, видоизмененном Дагерром.

В следующем письме (135) сообщается о присылке, согласно желанию Исидора, ключа для шифрованной переписки. Как пишет Дагерр, он сократил список на 28 слов. Если мы сравним списки №№ 102 и 136, то действительно обнаружим выпуск слов:

1. Шеллак
Воск сырец
Копал
Выдаблывание
5. Асфальт белый
Литографский камень
Черный мрамор
Стальная пластинка
Гальванический элемент
10. Костное масло Дингел
Сахар
Пробковая кислота
Нафталин
Кислота хлорная, газообразная

15. Хлористоводородный газ
Смола
Камель
Вар
Вар бургундский
20. Гудрон
Лазотная кислота
Фосфор
Электризация пластинки натиранием порошкообразной смолой
Воздушный насос
25. Металлические опилки
Резка
Эфир азотнохлорный
Эфир солянокислый

Прибавлено три новых слова: «розмариновая эссенция», «жирный», «вода из колодца в Гра». Происхождение последнего мы видели выше; происхождение двух первых не ясно. Выпущенные слова свидетельствуют о том, чем не намерен более заниматься Дагерр: состав слоя установлен, по его мнению, окончательно; не надо опытов над шеллаком, воском, копалом, белым асфальтом, костным маслом; слой не будет наноситься ни на литографском камне, ни на черном мраморе, ни на стальных пластинках; отбрасывается электрическая теория фотографического изображения. Сахар не будет больше применяться для получения белизны слоя. Отбрасываются всякие вары и смолы, кислоты для травления. Из эфиров (102—104) оставляется в качестве растворителя только один уксусный (127). Забывается теория, что тяжесть газов мешает действию света на слой.

В этом же письме Дагерр сообщает, что разработал способ наносить ровный слой любого протяжения.

В 1834 г. работа идет плохо: к августу Дагерр может сообщить только новый рецепт для чистки пластинок (137); впрочем, это довольно важно, так как прежде пластинки покрывались пятнами. Исидор беспокоится (138). Дагерр согласен, что пора кончать. Компаньоны немного препираются на тему, кто виновен в задержке. Констатируется, что Исидор ожидает от изобретения великих благ (больше ему надеяться не на что), но сам для него ничего не делает.

В первом письме (139) за 1835 г. Дагерр приглашает Исидора на начало мая к себе, чтобы ознакомить его со своими новыми способами (это все еще усовершенствованный слой Нисефора). Предполагается также обсудить новое название изобретения, так как «физионопия» (так Дагерр переименовывает старую «физавтотипию») не удовлетворяет ни того, ни другого.

В мае состоялось свидание, на котором припертый к стене Исидор подписал дополнительный договор, по которому изобретение должно называться «изобретение Дагерра и покойного Н. Ньепса». Мотивируется это тем, что Дагерр заменил способ Нисефора дру-

гипм, новым. Имеется в виду, конечно, все тот же слой из перегнанного лавандового масла. Настоящая причина: Дагерр теперь работает и движет дело одиак.

Следующее письмо — от 4 августа; из него видно, что, несмотря на совместные опыты с Дагерром, Исидор не умеет получать матового слоя (141).

Здесь же сообщается важная новость: скоро придется оставить старый процесс и заменить его новым. Светы и тени теперь удастся получить в их естественном порядке. Ищется средство для удаления первоначального слоя (т. е. фиксажная ванна). На стекле новый способ неприменим. Мы имеем, таким образом, точное сообщение о первой удаче с иодным слоем; это — лето 1835 г.

Столь же важно и следующее письмо (142); оно написано, по-видимому, в ответ на новые поощрения и упреки Исидора. С большим достоинством Дагерр рассказывает, как много ему приходится работать, чтобы поддерживать свое дело; эта изнурительная работа отнимает необходимый досуг для работы над изобретением; у него нет помощников, и сам Исидор решительно ничем не умеет помочь. Часть вины перекладывается и на Нисефора, который не оценил нового способа и расколодил по отношению к нему и Дагерра. Способ Дагерра пока еще очень сложен, но дает скорость, превышающую скорость прежнего метода в шестьдесят раз. Дагерр мечтает о снимании портретов и думает, что, если бы это удалось, нужно было бы эксплуатировать открытие самим, не разглашая его. Когда-то он прельщал старика Ньепса тем, что укажет ему практические способы эксплуатации изобретения; теперь он, напротив, не знает, как это сделать.

Те же данные, с несколько большими подробностями, повторяются и в следующем письме (143). Исидору вновь ставится на вид, что он ничего не умеет получить. Чтобы задобрить Дагерра, Исидор посылает ему корзину с вином. Корзина доходит в неудовлетворительном состоянии (144). Исидор посылает другую (145). Какой-то нотариус из Шалона (уж не наш ли старый знакомый Гранжон?) распространяет слухи об открытии Ньепса и Дагерра, рассказывает о трещине в отношениях между двумя сторонами. Дагерр в негодовании: что могло подать повод к подобным разговорам! Он, по-видимому, наввно забыл, что путем, похожим на шантаж, вынудил у Исидора изменение названия изобретения.

1837—1838 гг.

Год начинается с письма (146), где повторяются прежние, нам уже известные данные и вновь подчеркивается трудность реализации. Дагерр будто бы выяснил, почему прежде снимки портились со временем. Исидор приглашается на май.

Исидор просил у Дагерра его портрет. Дагерр его посылает (147), — они такие друзья...

Новое свидание, новый «нажим». Исидор подписывает все, что от него требуется, — доходы от изобретения (пока проблематические) за ним остаются (148). Прибыв домой, он посылает Дагерру какой-то «пряник», как это явствует из письма Дагерра от 9 июля 1837 г. (149). Кстати, это письмо — единственное, в котором Дагерру понадобился шифр: он излагает Исидору подробности получения лавандового слоя. К новому году Исидор шлет Дагерру «любезное письмо» (150), продиктованное искренней дружбой, и корзину вина. Дагерр очень благодарит, но все же не упускает случая указать Исидору на то, что тот снова не приготовил нужных снимков. Дагерр совершенствует очистку пластинок и добивается удовлетворительных результатов. Но тут приходится все бросить и писать новую картину для диорамы.

Последнее письмо 1838 г. (151) трактует главным образом о трудностях реализации; неожиданно возникает предложение Исидору (I) «подыскивать лицо или общество, которое бы избавило от «лопот» компаньонов, купив изобретение. Письмо кончается фразой, составляющей эпоху в истории фотографии: «Я окрестил свой процесс так: дагерротип».

Хочется закричать автору: помнит ли он, как оплакивал Н. Ньепса, как обещал трудиться, чтобы обессмертить его имя? Помнит ли он, что Ньепс доверил ему все тайны своего гениального изобретения и позволил ему, Дагерру, приобщить свое имя к названию этого изобретения? Как он не соображает, что будущее, отдавая должное его великому успеху, с печальным недоумением будет останавливаться на двух его «дополнительных» актах и на этой смешной строчке, со смешной орфографической ошибкой!...

У нас имеется еще одно письмо Дагерра, интересное потому, что в нем сообщается о первом посещении Араго и о решении, которое он предлагает: покупка изобретения правительством. Это письмо датировано 2 января 1839 г. А в конце того же 1839 г. Дагерром опубликована его книга: «Historique et description».⁶² Одно из наших самых тягостных впечатлений — те полемические примечания, которыми он в ней сопровождает «Записку о гелиографии» своего покойного компаньона.

Луи-Жак-Манде Дагерр, соучастник изобретения фотографии

Да, он, несомненно, соучастник этого великого изобретения. Мы должны это беспристрастно признать на осно-

⁶² В добавление к интересной коллекции профессора Штенгера [19] мы могли бы указать еще на одно издание брошюры Дагерра, оставшееся ему неизвестным.

вание всего, что нам было известно ранее и что выяснилось на основании наших материалов. Не то, чтобы они давали для характеристики Дагерра много нового; они скорее только подкрепляют впечатление, создавшееся у историков ранее.

Дагерр не получил никакого систематического образования; он попросту безграмотен в самом грубом значении этого слова. Мы не сочли возможным исправлять его орфографию — этим мы дали бы о нем читателю в корне неверное представление. В науке он осведомлен куда меньше Ньепса, но производит при этом отталкивающее впечатление той развязностью, с которой берется объяснять явления и строить их теорию. Рядом с глубокой честностью, прямоотой и правдивостью Нисефора особенно резко выступает его наклонность пустить в глаза пыль, даже несколько поступившись истиной, чтобы спасти положение и изобразить свои заслуги в преувеличенном виде. Ловок он необыкновенно и делает с людьми все, что хочет: нужно очаровать Нисефора — он сразу определяет для этого самый быстрый и короткий путь; нужно устранить Леметра из товарищества — он это делает непринужденно, и сам Леметр, по-видимому, убежден в том, что это он по здравом размышлении устранился по собственной инициативе. Договор он заставил Нисефора подписать такой, какой хотелось иметь ему, Дагерру. Исидора он держит в руках, как мальчишку; Араго — большому ученому и человеку — он внушает о своем деле то представление, которое наиболее выгодно ему, и т. д. и т. д.

Когда он начинает работать с Нисефором, то всеми силами старается взять инициативу в свои руки и развивает в этом направлении громадную энергию. Но за Нисефором было уже почти 20 лет неутомимого труда над его делом, 20 лет попыток в самых различных направлениях. Оторваться от этого соперника было нелегко, как ни старался над этим Дагерр. Мало того, и в сфере опытов Нисефора он никак не мог выйти из очень ограниченного участка: по терминологии Нисефора, вся работа первых пяти с половиной лет, до лета 1835 г., была сосредоточена около «уплотняющего» действия света. И исходные вещества и методы обработки были либо тождественны, либо относились к веществам и методам Нисефора, как дети к родителям, — сомневаться в их происхождении положительно невозможно. И новое вещество Дагерра — иодистое серебро, или, по его терминологии, «иод», — оказывается также взятым из арсенала Нисефора. И, признаться, нам не верится, чтобы Дагерр столь основательно забыл о соответственных разговорах со стариком Ньепсом.

Тем не менее, заслуга Дагерра огромна. Он сумел усмотреть решительные преимущества иодистого серебра над смоляными слоями, сумел преодолеть недоверие, которое внушал ему к иодистым слоям Нисефор, сумел преодолеть все препятствия, лежавшие на пути к использованию этих слоев. Говорят, что действие ртутн он открыл случайно. Это такой же «случай», каким Рент-

ген открывает X-лучи или Беккерель — радиоактивность. Видит тот, кто умсет смотреть. А глаза Дагерра были зорки незаурядно, что мы видели на многочисленных примерах при его исследованиях. И еще одно обстоятельство: в действительности был найден совершенно новый — дагерровский — принцип усиления скрытого изображения осаждением на него металла — принцип проявления. Без открытия этого принципа мы никогда не имели бы фотографии в ее современной силе и мощи. И это открытие сделано Дагерром и никем другим.⁵⁴

Когда мы в наши дни смотрим на старый дагерротип, то иногда просто хочется сказать, что с тех пор фотография в смысле художественного совершенства не сделала ни шагу вперед. Мы несколько выше сетовали, что Нисефор Ньепс, ища технической помощи, попал в руки художников. Но если нужно было поразить воображение своих современников, то, может быть, путь, который предлагал Дагерр (89), был правилен: художественное совершенство, доказанное наглядно, произвело на них такое потрясающее впечатление, какого не могло бы произвести менее удачно поднесенное открытие, хотя бы оно и было куда лучше разработано в научном и техническом отношении. Доказательство имеем в случае Талбота и в том холодном приеме, который был ему оказан. А между тем за ним было будущее. И все это благодаря художественному совершенству снимков Дагерра, из-за которого даже соотечественник Талбота видный ученый Гершель восклицает: «Снимки Талбота перед этим — детские игрушки!».

1839 г.

Кроме письма Дагерра (152) от 2 января и письма Бауера Искдору (159), все прочие письма этого года, несомненно, попали в наше собрание от Бауера. Для некоторых писем это доказано пометой самого Бауера: он своей дрожащей старческой рукой перенумеровал их римскими цифрами. Таковы №№ 157 (XII), 160 (XIII) и 162 (XIV).⁵⁵ Не возбуждают сомнения также письма, ему адресованные, за №№ 153, 154, 161. Мы причислим сюда же с большой вероятностью №№ 155 и 156. Таким образом, все документы 1839 г. исходят от него. Это есть

⁵⁴ Замечательно, как некоторые идеи и методы в науке, уже, казалось бы, забытые и спавшие в архив, внезапно вновь оказываются живыми и действенными. Так и дагерровское ртутное проявление вновь выступило на сцену, когда О. Штерн (1924) прибег к нему, чтобы сделать заметным слишком слабый без того след молекулярного пучка серебряных паров [20]. А в 1938 г. мы имели даже практическое предложение усиления ртутными парами негативов кинофильмов [21].

⁵⁵ Пометы Бауера с римской нумерацией имеются на более ранних письмах: см. №№ 35 (I), 58 (II), 59 (III), 65 (IV), 71 (V), 75 (VI), 77 (VII), 82 (VIII), 73 (IX), 106 (X) и 107 (XI). О письме № 73 (IX) см. наше примечание на стр. 83.

отражение его кампании за приоритет друга — Нисефора Ньепса.

Напомним, по другим источникам, ход событий того года: 7 января Араго рассказал в заседании Академии наук об изобретении Дагерра; еще ранее, 6 января, известие о нем попало в «*Gazette de France*», а отсюда — в английскую печать и в частности в «*Literary Gazette*». Там его увидел Фр. Бауер и пришел в смущение: он не мог понять, как изобретение, в котором он узнал творение покойного Нисефора Ньепса, появляется под именем Дагерра. Он помнил, что последний каким-то образом был связан с Ньепсом (в его руках были письма Нисефора и одно письмо Дагерра). Бауер обратился в «*Literary Gazette*» с письмом (от 27 февраля); оно было напечатано в газете 2 марта. Письмо целиком приведено у Фука.⁶⁶

Бауер испытывал известные трудности, организуя это выступление. Дело в том, что все лица, с которыми он познакомил Нисефора в 1827—1828 гг., сошли со сцены: умер Томас Юнг (1829), умерли Воластон (1828) и вице-президент Королевского общества сэр Эверард Хом (1832). На помощь своим советом явился Уитстон — человек большого практического ума.⁶⁷ В своем письме в «*Literary Gazette*» Бауер предлагал желающим ознакомиться с находившимися в его собственности образцами произведений Нисефора. Уитстон посетил Бауера вместе с неким Броудином, причастным к Графическому обществу, смотрел эти снимки и предполагал демонстрировать их в заседании Королевского общества. Но потом он приходит к выводу, что лучше было бы показать их на первом вечернем приеме у президента общества маркиза Нортгемптонского, где ожидалось большое собрание цвета лондонской интеллигенции и знати. Этим советом, как мы увидим дальше, Бауер воспользовался.

Бауер с 1829 г. не имеет сведений о Ньепсе. Он решает его разыскать. Розыск ведется через неких Эллиссона, Рейбо и Мишеля (155, 156). Бауер узнает, что Нисефор давно умер, но что жив его сын Исидор; сообщается временный (парижский) адрес последнего. Но еще раньше, чем Бауер успевает написать Исидору, последний пишет ему (12 апреля) длинное и обстоятельное письмо (157), чтобы поблагодарить его за выступление в «*Литературной газете*» и за письмо во Французскую академию.⁶⁸

В письме Исидор в общем чрезвычайно правильно излагает все течение событий. Отмечаем неточность: Исидор пишет, что Дагерр потребовал от него (при подписании окончательного догово-

⁶⁶ Фу к, стр. 224—230.

⁶⁷ По всей вероятности, он был первым физиком, жившим на доходы от патентов на свои физико-технические изобретения.

⁶⁸ Это письмо было доложено на заседании 11 марта; в письме утверждалось, что снимки Ньепса не хуже дагерровских; Араго против этого возражал.

вора), чтобы изобретение носило имя «Дагерротип»: на самом деле это название вышло только в конце 1838 г. «односторонним актом» Даггерра. Письмо Исидора повествует о почти полном забвении, которому вначале предавалось имя Нисефора, и объясняет его появление на свет только притязаниями на приоритет со стороны Талбота.⁶⁹

Даггеру и его усовершенствованиям Исидор отдает должное, но, конечно, отказывается признать его изобретателем. Это — дело его отца. Дальше — пассаж, производящий отвратительное впечатление: Исидор сознается, что находится с Даггерром в наилучших отношениях, избегает всего, что его может обидеть, и просит сохранить настоящее письмо в тайне.

Ответом Исидору является письмо Бауера (159) от 24 апреля. Оно переведено кем-то на французский язык и только подписано рукою Бауера. Он радуется возобновлению переписки с Исидором,⁷⁰ излагает уже известную нам историю своего письма в «Литературную газету» и сообщает подробности относительно своего выступления на вечернем приеме у президента Королевского общества; очевидно, он воспользовался советом профессора Уитстона. Бауер хорошо помнит изобретение Нисефора, которое в свое время произвело на него такое глубокое впечатление, и спрашивает, почему ничего не говорится о второй его части, которая самому Бауеру представляется наиболее важной: о возможности размножения первоначального снимка путем гравирования.

Исидор отвечает только 18 июня. С горечью рассказывает о милостях и щедротах, изливающихся на Даггерра, и об умалении достоинств покойного Нисефора (162). На вопрос Бауера относительно размножения снимков он отвечает в полном соответствии со всеми имеющимися в наших руках материалами.

С Даггерром у него по-прежнему «наилучшие отношения»: они собираются в компании торговать в Англии аппаратурой для дагерротипии.

Кончается письмо замечательным сообщением: весьма вероятно, что Исидор позже будет вынужден опубликовать мемуар, посвященный памяти его отца; испрашивается позволение воспользоваться для него письмами Бауера. «Наилучшие отношения» с Даггерром не мешают ему исподтишка готовить против него злобный удар. Мы думаем, что Бауер в ответ на это сообщение

⁶⁹ Действительно, письмо Талбота и Араго и Био оглашено ими на заседании Академии 4 февраля, и в том же заседании было замечено, что Ньепс работал над тем же предметом еще в 1824 г. Почему именно в 1824 г.? Далее на заседании 11 февраля идет речь о мемуаре Талбота в «Аthenaeum»; ораторами делаются ссылки на снимок, который Ньепс подарил Шевалье еще в 1829 г. (см. письмо Шевалье от 3 апреля 1829, № 83).

⁷⁰ При отъезде Нисефора из Лондона Бауер подарил ему что-то для «естественноисторического музея» Исидора. Исидор счел своим долгом приписать к письму отца (75) от 10 марта 1828 г. несколько любезных строк.

и прислал Исидору все документы 1839 г., которыми мы располагаем.⁷¹

Кроме основных по значению документов 1839 г. — двух писем Исидора и одного письма Бауера, — некоторый интерес представляет также письмо капитана Хома, сына покойного вице-президента Королевского общества: он сообщает о судьбе того снимка, который когда-то подарил его отцу Нисефор, и изъявляет готовность его демонстрацией и другими свидетельствами подтвердить несомненность приоритета Ньепса. Нельзя ли найти этот снимок?

Прочие письма (158, 161) могут служить доказательством той сенсации, которую возбудили действия Бауера — единственного верного рыцаря памяти Нисефора Ньепса.

Несколько слов об Исидоре Ньепсе

О нем лучше будет сказать поменьше. На всем протяжении нашего с ним знакомства он предстает нам как блестящий образец человека, умеющего с огромным искусством избегать какого бы то ни было полезного дела. То он пишет какую-то пьесу (письмо № 13, от 27 сентября 1818). Когда ее не принимают, то это, конечно, объясняется интригами. То он пишет «алегические стансы с музыкой», начиная этим музыкальную карьеру (17). Его опыты пересылаются на одобрение дяди Клода, и еще в 1827 г. мать его в Лондоне интересуется каким-то его романсом на смерть принцессы Шарлотты (57). Затем он собирает мучела птиц для своего «естественноисторического музея». Он просит соответствующих подарков у Клода (письмо № 22, от 29 декабря 1823), получает подарок через Нисефора от Бауера (75). Он умеет принимать благородные поэмы. По-видимому, во время пребывания отца в Лондоне он поручился за его вексели имуществом своим и своей жены. Этот «прекрасный жест» в дальнейшем ему обошелся очень дорого, и он целиком попал в цепкие лапы Дагерра. Что бы ни писал он о том, что был в курсе работ отца и принимал в них участие, все это — преувеличение. Дагерр, как мы видели, неоднократно уличает его в полном незнании и неумении. То, что он, например, сообщает в своей рукописи (163) о работах Нисефора над хлористым серебром, совершенно не соответствует действительности. Если бы он был потолковее, отцу не надо было бы обращаться за помощью к посторонним.

Исидор унаследовал от отца хороший стиль, которым умеет хорошо варьировать в пределах от солдатского жаргона одного из писем к дяде (20) до почтительно-академического языка в письмах к Бауеру. Будем считать лучшим делом его жизни тот бюст Ни-

⁷¹ Фук (стр. 242—243) изображает дело так, что Исидор выдал свою брошюру, придя в негодование от тех критических примечаний к «Notice» Ньепса, которые Дагерр позволил себе в своей книге. Примечания, действительно, совершенно неприличные; но весьма скрытое негодование Исидора, так мы видели, подготовляло себе исход уже ранее.

сефора Ньепса, который сохранил для потомства черты великого изобретателя. Худшее его дело — продажа за чечевичную похлебку первородства — не своего, а своего отца.

Талбот

В своем письме в «Литературную газету» Бауер писал между прочим (цитируем по Фуку): «Я не видел фотогенических рисунков г-на Талбота, но из того, что я вижу в газетах, я заключаю, что, по его словам, он в течение прошедших четырех-пяти лет произвел очень интересные опыты; мне кажется, однако, что его способ основан на том же принципе, как изобретение г-на Ньепса» и т. д. На эти строки Талбот не замедлил ответить письмом от 8 марта 1839 г. (154 и фотографическая копия). Таким образом, наше собрание включает в себя автографы всех трех родоначальников фотографии. Лично мы позволяем себе, не соглашаясь с английскими авторами в вопросе о приоритете Талбота, целиком присоединиться к их мнению, что путь современной фотографии есть путь, указанный Талботом.

Мы заканчиваем наше собрание документов отчетной запиской Фрише. Несмотря на некоторые неправильные высказывания, в ней содержащиеся, она представляет известный интерес как первое научное исследование по фотографии в нашем отечестве.

С тех пор у нас не прерывался поток теоретических работ и практических попыток, которые привели, уже в наше время, к торжественному успеху наших кинолент во всем мире.

Заключение

Сто лет, протекшие со дня обнародования подробностей процессов гелиографии Ньепса, дагерротипии и калотипии Талбота, не прошли для человечества даром, и из скромного начала, при самом зарождении которого мы присутствовали, выросло мощное здание современного фото и кино. Значение последнего и как отрасли народного хозяйства и как могучего средства культуры ясно для каждого, и не стоит здесь повторять еще раз всего, что по этому поводу уже было сказано. Фотографические процессы представляют и доселе захватывающий интерес и как метод научной работы и как объект научного исследования.

Ввиду этого высокого значения дела фото и кино в современной культуре пора поставить на должную высоту изучение всех материалов, освещающих его краткую, но бурную историю. Поэтому мы с радостью приняли на себя интересный труд разработки документов, относящихся к его зарождению. Ныне работа закончена, и мы передаем ее на суд читателя, в первую очередь — серьезных знатоков истории фотографии. Мы отчетливо представляем себе все недостатки нашей работы, но все же выражаем надежду, что читатель найдет в этой книге достаточное количество новых фактов и обоснованную попытку дать последним правильное истолкование.

М. ФАРАДЕЙ И ЕГО «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ» (1)

Том I

Этой гениальной книге более ста лет. Если даже ничего не знать о науке того времени, то она, эта книга, сама даст о ней яркое и полное представление; она сама покажет, какой огромный шаг вперед знаменуют труды ее автора, и особенно выпукло представит тот почти необъятный для человеческого ума сдвиг, который наука и техника проделали за этот короткий в истории человечества срок.

В самом деле, что представляет собой учение об электричестве сто лет тому назад?

Оно состоит из нескольких изолированных друг от друга глав, и еще идет спор о том, действительно ли эти отдельные главы говорят об одном и том же предмете. Есть, во-первых, статическое электричество; это пока самое знакомое, «обыкновенное», по терминологии Фарадея, электричество. Во-вторых, электричество «гальваническое», или «вольтовское». Оно открыто уже 50 лет, и его исследование — одна из самых насущных задач того времени. Потом термоэлектричество, недавно, в 1822 г., открытое Зеебеком; животное электричество, которому уделяется еще немало внимания; многие знаменитые современники Фарадея посвящают ему свои труды (сэр Гемфри Дэви, его брат доктор Дэви, А. фон Гумбольдт и др.). И, наконец, М. Фарадей прибавляет сюда свое индукционное, или «магнитоэлектричество».

Мы со школьных времен воспитываемся в убеждении, что имеем здесь различные проявления одного и того же агента; нам и в голову не приходит сомневаться в его тождественности. Но во времена Фарадея только еще идет объединительная работа, и ему самому приходится посвящать целую серию своих «Исследований» доказательству этой тождественности и выяснению количественных различий в разных случаях; свои труды в этом направлении он расценивал наравне с бессмертными его имя тру-

дами по электролизу, диэлектрическим свойствам тел, электромагнитной индукции.

Основная терминология учения об электричестве еще не установлена. Вместо «заряда» сплошь и рядом говорится о «силе», вместо «силы тока» — о «количестве». Еще хуже обстоит дело с потенциалом. Фарадей пишет (подстрочное примечание к п. 360): «термин количество является для электричества, пожалуй, достаточно определенным; термин напряжение поддается точному определению гораздо труднее; я пользуюсь этими терминами в их обычном и общепринятом смысле». И больше во всей книге ни одного слова для определения потенциала и разности потенциалов, электродвижущей силы.¹ Для источника электродвижущей силы в одной из серий упорно применяется термин «электромотор», звучащий для нас в этом значении прямо дико. Северный полюс здесь «полюс с меткой», заземление — «разряжающий провод» и т. д.

Но дело не только в терминологии: не существует еще закона Ома,² нет ясного представления о связи между силой тока, электродвижущей силой и сопротивлением. Единственный способ характеризовать явления в цепи — подробно описать батарею, количество элементов, их размер, состав и состояние жидкости в них, длину, диаметр и материал проводов. Такими длинными и утомительными описаниями переполнено изложение самых изумительных опытов Фарадея.

Нет и никаких электротехнических единиц; во всей книге нет ни одного количественного указания, не названо ни одной силы тока, ни одного сопротивления, ни одной электродвижущей силы. Пока еще не существует — даже ни в чьей мысли — никаких практических приложений электричества. А потому никому не приходит в голову снабжать ученых, занимающихся опытами по электричеству в своих лабораториях, электротехническими материалами. Такие материалы нигде и никем не производятся. Нет клемм, изоляторов, размыкателей, нет изолированных проводов. Фарадей описывает, как он сам готовит для себя такой провод, обертывая проволоку бумагой и шелком, как, изготавливая катушку, он отделяет последовательные слои обмотки друг от друга коленкором и т. п. (см., например, пл. 6, 1053 и многие другие).

Не побуждаемое техническими запросами, находится в первобытном состоянии производство электроизмерительных приборов. Фарадей сам готовит свои электрометры (по Кулону) и гальванометры. Гальванометр Ритчи со стеклянной нитью он считает верхом достижимого совершенства (п. 368, примечание). Становится как-то стыдно за те бесконечные требования, которые мы не

¹ Впрочем, в п. 1299 Фарадей пытается дать (и притом совершенно неправильно) другое определение «напряжения».

² Вернее, он уже написан (в 1826 г.), но еще не освоен как один из важнейших электротехнических законов.

устаем предъявлять к нашим современным инструментам. Чувствительность гальванометра количественно не характеризуется — он просто «грубый» или «чувствительный». Но что гальванометр! По-видимому, в те годы он являлся еще слишком новым прибором; прибегая к нему, все же не бросают и старых способов обнаружения электрического тока: нагреванием тонкой проволоки, химическим разложением, искрой, миниатюрной дугой на древесном угле, пробой на вкус (!) и классическим опытом содрогания лягушечьих лапок (см., например, п. 56, всю третью серию и многократно в других местах).

Конечно, существует еще менее побудительных причин, чтобы подумать о стандартизации материалов. Каких только размеров не встречается у Фарадея! Провода имеют диаметр в $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{16}$ дюйма и т. д. до бесконечности. Десятичные дроби «не в моде». О метрической системе никакого помину; мили, ярды, футы, дюймы, линии, квадратные и кубические футы, дюймы, фунты, унции, граны, пинты — страшно подумать, сколько времени гениальный естественный исследователь должен был тратить на совершенно ненужные умножения и деления!

Закона Джоуля еще не существует. Фарадей ошупью бродит вокруг вопроса о нагревательном действии тока; он думает, основываясь на опытах Гарриса, что определенный заряд независимо от напряжения несет с собой и определенное количество тепла (п. 368).

И, наконец, еще не найден человечеством, не сформулирован тремя его гениальными провозвестниками — Майером, Джоулем и Гельмгольцем — закон сохранения энергии, ставший таким могучим орудием мысли и исследования. Напомним, с какой элементарной простотой Гельмгольц выводит — точно и количественно — закон электромагнитной индукции. Фарадей дождался до этого открытия, но оно ничем не помогло ему в его трудах и исследованиях; круг мыслей, порождаемых этим великим законом, остался ему до конца чуждым.³

Вот обстановка научной работы Фарадея. Ее описание было бы неполным, если бы мы не добавили несколько слов о современниках, с которыми он общался и труды которых на него оказали то или иное влияние. Чтобы судить об этом, обратимся к первоисточнику — к самой книге Фарадея; посмотрим, какие имена в ней чаще всего упоминаются.

На первом месте тут стоит сэр Гемфри Дэви. Это вполне понятно; в первые годы своей научной работы Фарадей был его сотрудником, можно сказать — учеником; и, хотя этот случай при-

³ Было бы неправильно объяснять такое отношение особенностями мышления или образования Фарадея; кто хочет убедиться в противоположном, пусть прочтет письма У. Томсона (лорда Кельвина), которые наполнены мучительными усилиями согласовать открытие Джоуля ... с законом сохранения вещества и «теплорода».

надлежит к числу тех, когда ученик далеко превзошел своего учителя, все же естественно, что круг мыслей учителя и собранные им факты особенно запечатлеваются в голове ученика и служат материалом для его дальнейших построений. К тому же Фарадей продолжает работать в области электрохимии, в которой помогал сэру Гемфри. Как можно было работать в той же области, не ссылаясь на его труды?

На втором месте стоит Гаррис. Кто такой Гаррис? История сохранила для потомства только немногие его труды. Из упоминаний Фарадея видно, что он занимался повторением опыта Араго с вращающимся диском; исследовал тепловое действие электростатического разряда и открыл при этом некоторое сомнительное правило, которым современники должны были пользоваться за неимением лучшего (п. 368); устроил удобный «электрометр», основанный на упомянутом тепловом действии. Его труды печатались в «Philosophical Transactions», чего удостаиваются далеко не все ученые. Фарадей называет его «неутомимым ученым» и имеет «полное убеждение в точности» его результатов (п. 1305); он считает непревзойденными его исследования по диэлектрической прочности газов (п. 1363). Короче, труды Гарриса не составляли эпохи, но были нужны современникам как полезный и доброкачественный материал. Этим и объясняется интерес Фарадея к их автору.

Только отдаленное потомство расценивает по достоинству труды своих предшественников; история, как на дне промывательной машины, сохраняет немногие крупинки золота — достижения первостепенной важности и вечного значения. Все остальное бурный поток уносит — и факты, и имена, и даты. Да будет среднему ученому утешением, что он, подобно Гаррису, помогает своим малыми делами трудам какого-нибудь другого Фарадея!

Рядом с Гаррисом стоит по числу ссылок на него де ля Рив (Огюст). Про него можно сказать почти то же, что и про Гарриса: плодовитый ученый, добросовестный исследователь, собиратель небезынтересных фактов, но слабый как создатель теории. Фарадей охотно пользуется его фактическими указаниями (исключительно в области электролиза), а теории беспощадно критикует.⁴

Дальше рядом стоят Араго и Ампер. Это, конечно, представители вершины науки того времени. Первый — блестящий оратор, непременимый секретарь Парижской академии, в одинаковой мере астроном и физик. Он вел огромную корреспонденцию и был в курсе всех научных работ своего времени. Но Фарадея он инте-

⁴ Де ля Ривы — целая «династия» женевских ученых. Один из них, физик, получил некоторую известность на ранних стадиях развития электромагнитной теории Максвелла — Герца: вместе с Саразаном он открыл явление так называемого «множественного резонанса» при быстро затухающих первичных колебаниях.

ресует только как автор одного электродинамического опыта — увлечение магнитом при его вращении расположенного рядом диска.

Ампер — один из величайших электриков, создатель электродинамики. Фарадей, несомненно, хорошо знал его труды, и они оказали на него очень сильное влияние. Терминология Фарадея иногда очень приближается к амперовской. Можно сказать, что и по духу эти два ученых близки друг к другу: только Ампер не чуждается математического анализа.

Фарадей часто ссылается еще на Воластона.⁵ Это тоже очень крупная фигура. Глубокие следы Воластон оставил в области химии, где ему принадлежит точная формулировка принципа кратных отношений. Фарадея интересуют только те опыты этого ученого, которые касаются электрохимических разложений; ими Воластон доказывал тождественность «обыкновенного» и «гальванического» электричества, к чему Фарадей охотно присоединяется.

Указанные шесть лиц дают Фарадею материал более чем для трети его цитат и ссылок; остальные две трети (без малого) приходится почти на сто, точнее на девяносто шесть, других имен. Кто эти лица?

Конечно, мы встретим здесь много имен, которые и ныне мелькают на страницах наших курсов и учебников. Знаменитейшие среди них: Берцелиус — создатель электрической теории родства, химик огромной величины и значения; даже там, где Фарадей не называет его, он часто цитирует его мнение и держится его; Дальтон — химик не меньшей величины, знаменитый атомист (Фарадей — противник атомизма; может быть, потому он так мало его цитирует); Гей-Люссак, Грэм, А. фон Гумбольдт, Эрстед, Френель (не всем известно, что Френель занимался электрическими вопросами); Пуассон, — Фарадей цитирует только физические его высказывания; Ом, — Фарадей ошибочно называет его Омсом и сознается, что не читал его в подлиннике (п. 1635, примечание). Менее знамениты, но все же известны: Барлоу («колесо Барлоу»); Био — предшественник Френеля по исследованию поляризации, он же соавтор известного закона Био и Савара; «старый» Беккерель — дед нашего современника, открывшего радиоактивность; Каньяр де ла Тур (кто не знает его sireны, его исследований в области критического состояния?); Даниэль (элемент Даниэля, гигрометр Даниэля — камень преткновения на студенческих экзаменах); Доберейнер (огниво Доберейнера); Дюлонг; Гротгус — русский помещик, на досуге занимавшийся физикой и додумавшийся до почти гениальных представлений об электролизе; Генри, Лесли (зуб Лесли), Моссотти, Нобили, Пельтье, Шенбейн,

⁵ О роли Воластона в личной жизни Фарадея см., например, его биографию, составленную М. Радовским [2].

Зеебек, Уитстон (опыты последнего над скоростью распространения электричества цитирует еще Дж. Дж. Томсон в 1893 г.).

Наряду с этим — много, много имен, которые вспоминаются с трудом или вовсе не приходят на память.

Все они нужны Фарадею постольку, поскольку дают материал для его рассуждений и заключений по вопросам электричества. Он был наравне с лучшими из них — Ампером, Араго, Берцелиусом, Воластоном, Гей-Люссаком, Гротгусом, Грэмом, Дальтоном, Дэви, Уитстоном, Эрстедом и бесконечно выше всех других. С первыми он мог на равных правах обмениваться опытом и мнениями; остальные — только сырой материал для возведенного им величественного здания, цемент, скреплявший его кирпичи.

Интересно также отметить, кого не цитирует Фарадей. Так как он не знал немецкого языка, то не читал Ома (см. выше), не знаком с Гауссом. Из французов он ни при каких случаях не говорит ни о Лапласе, ни о Лагранже, ни о Д'Аламбере, ни о Коши. Это уже не условия окружения, а личная особенность Фарадея: великие классики математики и математической физики не оказали на него никакого влияния; математический метод мышления был и остался ему совершенно чуждым. Теоремы Гаусса и Грина, уравнения Лапласа и Пуассона — ныне любимейшее и элементарнейшее орудие в руках всякого работника электродинамики; Фарадей никогда не брал его в руки. К этому обстоятельству мы еще вернемся ниже.

Так как значительная часть исследований Фарадея носит химический характер, то несколько подробнее следует поговорить об его химических воззрениях, и, в частности, об его отношении к атомистической теории. Несомненно, что эпоха Фарадея в сильной степени благоприятствовала развитию атомизма. Отметим важнейшие даты: в 1808 г. Воластон обосновывает своими опытами закон кратных отношений; в том же 1808 г. опубликовано и классическое произведение Дальтона, излагающее его атомную теорию. 1811 год отмечается как год появления работы Авогадро. Фарадей — выдающийся химик и не мог не знать этих работ, не мог не замечать общего строя мыслей современников, звавших к атомизму. Мы и поныне считаем химические данные о постоянстве состава, понятие о химических эквивалентах едва ли не главными аргументами в пользу атомистических воззрений. Наконец, вспомним собственные исследования Фарадея в области электролиза: постоянство отношения между величиной перенесенного заряда и количеством продвинувшегося к электроду вещества легче и проще всего может быть объяснено тем, что каждый атом соединен с определенным зарядом. Конечно, то, что картина является простейшей, еще не служит доказательством ее истинности. Очевидно, что многие выдающиеся умы, которые работали тогда в этой области, считали свои данные недостаточными для такого далеко идущего заключения. В их числе был и Фарадей.

Вот что мы читаем в п. 869 (седьмая серия): «...если принять атомную теорию и соответствующие ей выражения, то атомы тел, эквивалентные друг другу в отношении их обычного химического действия, содержат равные количества электричества, естественно связанного с ними. Но я должен сознаться, что я с некоторым подозрением отношусь к термину атом, так как хотя об атомах очень легко говорить, но весьма трудно составить себе ясное представление об их природе, особенно когда дело идет о сложных веществах».⁶

Такая осторожность представляется нам теперь, при пыльном расцвете атомизма, чрезмерной, и как-то особенно странно звучат эти слова в устах человека, который так много сделал для теории ионов — частей отрицаемого им атома. И еще более странно, что в наши дни этот парадокс повторился в лице Вильгельма Оствальда. Этот яростный враг атомизма всю жизнь энергично боролся за ионную теорию, в частности — за аррениусовскую теорию электролитической диссоциации. Может быть, если когда-нибудь атомистическая теория встретит на своем пути особо непреодолимые трудности и если будет наблюдаться перекоачивание физиков на противоположные позиции, осторожность и проникательность Фарадея будут возбуждать особое удивление и уважение. Но нам пока что трудно представить себе такой переворот.⁷

Химия Фарадея — это химия 20-х и 30-х годов прошлого века, со всеми ее особенностями. О ней могут дать полное представление такие книги, как «Elements of Chemical Philosophy» сэра Гемфри Дэви (она, конечно, особенно важна для понимания взглядов Фарадея) или ранние издания «Lehrbuch» и «Handbuch» Гмелина. Химических формул здесь вообще нет — без них можно обойтись; но если бы их написать, применяясь к представлениям того времени, они имели бы необычайный для нашего взгляда вид. Поскольку существование атомов считается недоказанным, для химика существуют только эквиваленты. Если принять за эквивалент водорода единицу, то эквивалент кислорода будет 8, формула воды будет HO . Однако понятие эквивалента, лишенное опоры в атомных представлениях, не вполне устойчиво. В самом деле, как быть, например, с кислородными соединениями азота, в которых на одинаковое количество азота может приходиться разное (в простых кратных отношениях) количество кисло-

⁶ В одном из следующих томов «Исследований» Фарадей возражает против атомной теории гораздо более резко, и даже придумывает рассуждение, которое, по его мнению, окончательно опровергает [5].

Говоря о газах, Фарадей, как и все атомисты, легко сбивается на молекулярные представления. В частности, он представляет себе, что давление газов создается взаимным отталкиванием их частиц — кинетическая теория газов еще не разъяснила к тому времени этого явления. Это приводит его к большим затруднениям при физическом истолковании закона Давидсона, поверхностных явлений и проч. (п. 626 и сл.).

рода. Приходится говорить, что здесь в разных случаях один эквивалент азота соединяется не с одним, а с несколькими эквивалентами кислорода или наоборот. Но который же случай считать нормальным, т. е. таким, где один эквивалент азота приходится на один эквивалент кислорода? Иначе: если эквивалент кислорода равен 8, то чему равен эквивалент азота?

Об этом во времена Фарадея шли споры, и Берцелиус составил новую таблицу химических эквивалентов. Фарадей выбирал, по его собственным словам, те данные, которые ему казались заслуживающими доверия. В п. 847 имеется составленная им таблица ионов. Из нее можно усмотреть, что эквиваленты одновалентных ионов (Cl, Br, J, H, K, Na и др.) имеют значения, близкие к принимаемым и ныне; эквиваленты O, Ca, Ba и т. д. вдвое менее их атомного веса, и это-то значение эквивалента и принято за нормальное. Отсюда формулы: HO , KO , CaCl , BaJ и т. д. Подчеркнем, что для Фарадея, как мы увидим, не все равно, что именно принять за эквивалент; он приписывает особые свойства веществам, где в соединении один эквивалент одного элемента приходится на один же эквивалент другого.

Кислотой называется то, что ныне носит название ангидрида: углекислота CO_2 (с эквивалентным весом 22); серная кислота SO_3 (эквивалент 40); хлороватая кислота ClO_2 (эквивалент 75.5); азотная кислота NO_2 (эквивалент 54). Основания (безводные) носят часто особые названия: окись натрия — натр NaO (эквивалент 31.3); окись калия — кали KO (эквивалент 47.2); таковы же барита, стронция, известь, магнезия (MgO , эквивалент 20.7), «алюмина». Солям приписывается строение «основание + кислота». Например, сернокислый натр = натр + серная кислота = NaSO_4 ; соединения галоидов не суть соли; они представляют прямое соединение металла (а не основания) с галоидом (а не кислотой). Соединение с наименьшим количеством кислорода называется первичным окислом, или протоксидом; такие существуют протохлориды, протоиодиды и т. д.⁸

Мы позволим себе этим закончить беглый очерк того исторического момента, в который жил и творил Фарадей. Обратимся теперь к характеристике самого труда Фарадея и рассмотрим его главные черты и основное содержание.

Сделалось общим местом, что Фарадей в своих «Исследованиях» не пользуется математикой. Но все же только при самом чтении его книги получаешь полное представление о том, как далеко идет эта черта: во всей книге ни одной формулы — ни алгебраической, ни тем более тригонометрической, ни одного геометрического чертежа или доказательства. Самое сложное математическое действие — решение простых пропорций, или, как их

⁸ Пособию Фарадей делает некоторые заключения на основании своей терминологии; нам пришлось сохранить ее и в переводе.

называли в старину, задач на простое тройное правило, — и то это решение никогда не облекается в буквенную форму (см., например, п. 866).

Правда, лучший знаток Фарадея — Максвелл — предупреждает, что это отсутствие у Фарадея математического аппарата не должно вводить нас в заблуждение.³ «По мере того, как я продвигался вперед в изучении Фарадея, — пишет он, — я убеждался, что его метод понимания явлений тоже имеет математический характер, хотя он и не представлен в общепринятой форме математических символов. Я нашел также, что эти методы можно выразить в обычной математической форме, что дает возможность сопоставления их с общепринятыми методами математиков». И далее: «Я обнаружил также, что многие из наиболее плодотворных методов исследования, открытых математиками, могли быть выражены при посредстве идей, исходящих от Фарадея, гораздо лучше, чем в их первоначальной форме».

Но все же эта особенность Фарадея тяжело отражается на его произведении. Фарадей — не сверхчеловек, и как ни велика логика его мышления, она без помощи того аппарата, который ей, по Максвеллу, подобает, затруднена в своих выводах, а иногда приводит к ошибкам и к тому, что, при всем уважении к гению, приходится квалифицировать как наивность. Такое впечатление остается, например, от тех глав, где Фарадей стремится доказать тождественность индукции (мы бы сказали: поляризации) и проводимости. Мы теперь в школе обучаем, что ток проводимости пропорционален напряженности, а ток смещения — производной от этой напряженности по времени; попытки доказать, что мы имеем здесь одно и то же, кажутся тем более тягостными, чем они упорней и продолжительней. Или, например, после того как Фарадей гениально усматривает сущность электростатического действия в продольных и поперечных напряжениях силовых линий, после того как он, а в особенности Максвелл, показывает, что это воззрение приводит к полнейшему совпадению все следствия, выводимые для электростатики, с одной стороны, из этих предположений, а с другой, из кулоновского закона дальнего действия, — как после этого тягостно читать о ряде опытов, якобы доказывающих, что некоторые электростатические явления по-старому, по-кулоновски, объяснить нельзя, а по-новому можно!

Но если затруднен сам Фарадей, то во сколько же раз сильнее затруднены его читатели! Предоставим слово Гельмгольцу: «Я не хотел бы осуждать современников Фарадея за то, что они его не оценили. Я хорошо помню, как я сам сиживал, безнадежно застревая на каком-нибудь из его описаний силовых линий, из

³ «Трактат», предисловие [4]. В нем мы находим много и других ценных мыслей о труде Фарадея.

числа и напряжения, или доискиваясь смысла утверждения, что ток является силовой осью, и т. п.»¹⁰

Правда, часть обвинения в непонятности следует снять с Фарадея и переложить на всё его время: терминология не установилась, одни и те же слова употреблялись то в одном, то в другом смысле — часто совсем не в том, в каком употребляют их теперь. Отрывок, цитируемый Гельмгольцем (он взят из пятой серии, п. 517), звучал бы значительно более вразумительно, если бы написать его, применяясь к нынешней терминологии, так: «Ток есть некоторое направление силы; в нем присутствуют заряды противоположных знаков, в количествах, которые в точности равны; они движутся в противоположных направлениях».

Трудность понимания произведений Фарадея усугубляется еще тем, что он на протяжении всей книги пишет нестерпимыми для нашего внимания, чрезмерно длинными, поистине карамзинскими периодами. При чтении конца такого периода мы уже забываем начало, вернувшись к последнему, принуждены вновь искать конца и т. д. Еще больше с этим хлопот переводчику.

Но пора уже перейти к содержанию «Исследований» Фарадея по существу. Первый том, грубо говоря, можно разделить на следующие главные отделы: «Электромагнитная индукция», «Законы электрохимического разложения», «Природа электростатических действий» и «Общие соображения».

К второстепенным отделам относятся: «Тождественность электричеств разного происхождения», «Сущность проводимости», «Контактное действие анодно-поляризованной платины» и «О гальванических батареях».

Электромагнитная индукция (первая серия, пп. 1—139; вторая серия, пп. 140—264; третья серия — примечание после п. 379 и девятая серия — пп. 1048—1118). После того как Эрстедом было открыто, а Ампером исследовано возбуждение током магнетизма, десятки физиков устремились на поиски обратного явления — возбуждения тока магнетизмом (см. примечание Фарадея к п. 79). Первый успех был сужден Фарадею, и он излагает свои опыты в трех вышеуказанных сериях. Опыты эти, по его собственному неоднократному признанию (пп. 5, 83), расположены им не в том порядке, в каком они произведены, а так, чтобы возможно кратко и убедительно привести к окончательному результату. Сначала описаны явления индукции при замыкании и размыкании токов; устанавливается действие индуцированных токов на гальванометр, их намагничивающее действие. Затем те же явления констатируются при приближении и удалении токов. С огорчением сообщается, что пробы на язык, на искру, на нагревание тонкой проволоки не дали положительных результатов.

¹⁰ Речь по случаю 50-летия открытия электромагнитной индукции (1881 г.) [5].

Все эти явления названы вольтаэлектрической индукцией. Далее излагается ряд опытов с индукцией токов магнитами и электромагнитами — последние устанавливают связь новых явлений с прежними явлениями вольтаэлектрической индукции. Явления воспроизводятся в разных масштабах — с самыми большими магнитами, которые тогда были доступны Фарадею, и с самыми небольшими обычными стержневыми магнитами; производится разнообразие контрольные опыты (опять неудача с пробой на язык и на содрогание конечностей лягушки). Устанавливается полная доказанность явлений; им дается название магнитоэлектрической индукции.

Далее следует неудачный раздел об особом «электротоническом состоянии», в которое якобы приходит вещество, когда через него проходит ток (пп. 60—80); этим состоянием Фарадей пробует объяснить все наблюдавшиеся им явления. Мы не будем останавливаться на этой гипотезе, так как Фарадей сам решительно отказывается от нее уже во второй серии своих исследований (п. 231).¹¹ Это единственный раздел в учении об электромагнитной индукции, который не стал классическим, не вошел по все учебники.

Очень трудно, казалось бы, ощущать энтузиазм, когда говоришь о вещах, давно ставших предметом школьной премудрости. И все же мы принуждены воспользоваться этим термином. Ведь мы читаем страницы, которые менее чем за столетие вызвали небывалую по размеру перестройку всемирного силового хозяйства. Электричество, 100 лет назад не игравшее в нем никакой роли, ныне играет первенствующую. Оно решило задачу о передаче силы на расстоянии, об ее трансформации для этой цели, ее экономичнейшем использовании на месте потребления; оно открыло для промышленной эксплуатации невиданные запасы мировой энергии. И подумать только, что вся добываемая во всем мире электрическая энергия добывается именно так, как Фарадей научил мир в ноябре 1831 г., в докладе Королевскому обществу! Принципиально нового с тех пор ничего не предложено — Фарадей за один доклад, 100 лет тому назад, исчерпал всю тему!

Вряд ли в то время самое пылкое воображение могло бы предвидеть необъятные размеры надвигающейся технической революции. Не видел ее и Фарадей и, нужно сказать, мало интересовался техническими приложениями своего открытия, в первую голову увеличением его масштабов. Он отказывается от этой задачи, предпочитая открывать новые факты и новые соотношения, зависящие от магнитоэлектрической индукции. Он уверен, что «повышение силы полученных ранее явлений найдет впоследствии свое полное развитие» (п. 159).

¹¹ Эта гипотеза очень пленила Фарадея, и расстается он с ней только скрепя сердце (п. 242). Она вновь овладевает им позже (пп. 1661, 1729, 1733; может быть, также п. 1114).

Правоммерно ли такое направление? Сделаем для Фарадея исключение и признаем, что его теоретическая работа принесла человечеству больше, чем он мог бы дать во всю свою жизнь, если бы посвятил себя инженерно-конструкторскому оформлению своих достижений. Мы убедимся в этом, если пойдем дальше в ознакомлении с первой и второй сериями. Фарадей переходит к объяснению явления Араго в уверенности, что в нем мы имеем результат взаимодействия магнита с индуцированными этим же магнитом токами (гл. 81—139). Ряд опытов, который для этого ставится, тот путь, которым добываются заключения, и самый характер этих заключений — это шедевр, не превзойденный во всей истории физики. Разве только знаменитая статья Герца о действии ультрафиолетовых лучей на искру может быть поставлена в параллель этому месту «Исследований». Немыслимо представить себе, чтобы автор мог направить свою мысль по такому необычному руслу, если бы у него не было какого-то нам неизвестного, целомудренно им скрываемого, особого представления об явлении, которое помогало ему найти выход из невообразимого лабиринта представлявшихся фактов. Но нить Ариадны, которая его вела, обнаруживается им как бы произвольно: это представление о магнитных силовых линиях (п. 114).

Конечно, для Фарадея силовые линии — это не воображаемые линии, с единственным свойством иметь касательными направления напряженности (примечание к п. 140). Они у него обладают рядом физических свойств, которыми он их наделяет, чтобы потом получать из созданной картины одно за другим изумительнейшие следствия.

Современники Фарадея, которые не усвоили сущности его воззрений, должны были взирать на Фарадея, как на какого-то волшебника, сумевшего извлечь из природы непонятным для них образом целый новый мир разнообразных и неожиданных явлений: вращается пластинка около магнита — через пластинку течет постоянный ток, но можно пластинку прикрепить к магниту и вращать вместе с ним, можно выбросить всякую пластинку и вращать один магнит, можно двигать проволоку в магнитном поле Земли, — и каждый раз ожидание Фарадея, знающего, как проволока будет перерезать магнитные силовые линии, целиком оправдывается.

Это — новое физическое мировоззрение: вместо привычных ньютоновских дальнедействий первенствующим становится что-то, характеризующее данную точку поля, и внимание физика устремляется на это неизведанное нечто — неясное, но многообещающее. Впрочем, не все соглашались идти по этому новому пути; приведем отрывок из статьи Эри^[8], дающей ясное представление о таком отношении: «Я никак не могу себе представить, чтобы, зная о совпадении между результатами опытов и вычислений,

основанных на допущении действия на расстоянии, кто-нибудь мог бы хоть один момент колебаться между этим простым и определенным действием, с одной стороны, и чем-то столь неясным и изменчивым, как силовые линии, с другой...».

С тех пор несколько поколений физиков и электротехников воспитываются на представлении о фарадеевских силовых линиях. Физика в последние дни находит новые пути и временно как бы охлаждает к этой классической картине электромагнитных явлений. Но техника еще долго будет ее культивировать и совершенствовать, будет ею пользоваться.

Позволим себе остановиться и на одном слабом месте первой и второй серий. Фарадей не знает, что собственно индуцируется в проводе; он говорит неопределенно об индуцированном действии (power) и более подробно его не определяет. Он проносит мимо полюса магнита две скрученные разнородные проволоки (пп. 194, 195, 197 и др.) и убеждается, что при этом тока не наблюдается. Он заключает, что индуцированное действие таково, что возбуждает токи, прямо пропорциональные сопротивлению; это приводит его в некоторое изумление.

Мы знаем теперь, что в каждой точке индуцируется некоторая напряженность, а в проводе конечной длины — некоторая разность потенциалов. В двух смежных проводах возбуждаются две противоположные разности потенциалов, которые и компенсируются в общей цепи. Фарадею это осталось неясным — закон Ома еще не был для него привычным орудием мысли.

Законы электрохимического разложения (пятая серия, пп. 450—563; седьмая серия, пп. 661—874; восьмая серия, пп. 966—988). Это — второе важнейшее исследование Фарадея. Но надо заранее знать, что при этой работе химические представления оказали на автора значительное влияние, и потому оно содержит весьма большое количество предположений и утверждений, которые в наше время уже невозможны. Назовем наши основные расхождения:

1. Со времен Аррениуса мы постепенно объединялись вокруг представления об электролитической диссоциации. Мы думаем, что электролиты уже без всякого содействия тока, вследствие самого факта растворения, распадаются внутри раствора на фарадеевские ионы. Фарадей чужд этому представлению; он, по-видимому, пугается самой мысли о том, что прочнейшие соли в воде распадаются на свои составные части (п. 506), а потому измышляет особый механизм обмена этими частями между расположенными в цепочку молекулами (пп. 518—525 и дальше). Уже в его время О. де ля Рив высказывал воззрения, близкие к аррениусовским, но Фарадей их резко критикует.

2. Фарадей считает, что при электролизе разлагается вода и движутся ее ионы; мы считаем выделение кислорода при электролизе подкисленной воды результатом вторичной реакции, а роль

воды в процессе переноса тока ничтожной, ввиду ничтожной диссоциации частиц самой воды (порядка 10^{-7}).

3. Самые ионы мы представляем себе иначе; Фарадей отождествляет их с теми составными частями молекулы, которые определяют, по Берцелиусу, ее строение (см. п. 553 и выше в нашей статье).

4. Мы несколько точнее представляем себе картину движения ионов; конечно, оно происходит под действием электрического поля в данной точке — такое воззрение вполне отвечает и позднейшим фарадеевским (четырнадцатая серия). Каково это поле (точнее — его напряженность)? Это — математическая задача; но она решается однозначно, и решение таково же, как если бы мы предположили полюсы (или электроды) покрытыми электрическими зарядами, притягивающими и отталкивающими находящиеся в растворе ионы, по закону Кулона. Если электроды не имеют вида точечных, если их размеры более или менее протяженны, то, конечно, в целом их действие не будет обратно пропорционально квадрату расстояния от них данного иона; при двух близких друг к другу плоских электродах поле между ними будет однородным. Все это очень просто, но во времена Фарадея было еще не ясно ни ему, ни другим цитируемым им авторам. Горячность, с которой он полемизирует против гипотезы о притяжении полюсов (в пятой серии), нам ныне представляется излишней: если напряженность внутри жидкости около поверхности полюса направлена нормально к последней, то не все ли равно, как сказать — что эта напряженность выталкивает ион из жидкости или что ион притягивается к полюсу. Фарадей ставит ряд опытов, при которых устраняет металлические поверхности, заменяя их воздухом (п. 460 и сл.) или водой (п. 499 и сл.). Мы можем сказать, что на границе раствора все же будут появляться свободные заряды, которые будут действовать так же, как истинные заряды на поверхности металла.

Фарадей довольно подробно излагает взгляды всех своих предшественников (пп. 477—492), вследствие чего мы получаем отчетливое представление о состоянии вопроса к 1833 г. Наш соотечественник Гроттус грешит неудачным применением закона Кулона, но, конечно, является первым, кто говорит о механизме электролитического тока. Поверить в существование свободных ионов он, естественно, не решился бы; но на короткое время, в течение которого молекулы ими обмениваются, он это допускает. Его взгляды повторяет почти дословно сэр Гемфри Дави. Риффо и Шомпре думали, что молекулы, распавшиеся под действием полюсов, более уже не рекомбинируют; они допускают различие в величине положительного и противоположного, отрицательного, токов, т. е. различную скорость движения ионов разного знака. Только почему-то у них сила тока изменяется в зависимости от расстояния данного сечения от полюсов. Био высказывает

нагляды, похожие на современные, если думать, что под «электрическим состоянием» данного сечения разуместь его потенциал. О. де ля Рива уже говорит о сродстве между вещественной частью иона и его зарядом, но все же полагает, что разложение вещества происходит под действием тока, и притом вблизи полюсов.

Что нового вносит в эти и подобные представления Фарадей? Прежде всего он полагает на основании своих опытов, что о притяжении полюсов говорить не приходится; скорее выделяющиеся вещества выбрасываются действием тока из жидкости (п. 493, также п. 498). Он доказывает, что разложение происходит одинаково во всех сечениях проводника (п. 501), что оно происходит одинаково под действием гальванического и статического электричества. Этим он вновь доказывает их тождественность (п. 471).

Механизм электролиза, предлагаемый Фарадеем, близок к некоторым представлениям, ныне предлагаемым, например, для объяснения электропроводности нагретых кристаллов. Он таков. ток изменяет действие «сил сродства»; под его влиянием частица, связанная с другой в молекулу, начинает испытывать действие и других противоположно заряженных частиц и вступает с ними в соединение; путем таких перескоков и обменов частица движется вперед. Она, по мнению Фарадея, может двигаться только до тех пор, пока впереди есть частицы, с которыми она может соединяться; когда их больше нет, она выталкивается (поле?) наружу, где и выделяется (пп. 518—524). Но мы теперь знаем, что никаких сил для разложения частиц не надо — они сами собой диссоциируют в электролитическом растворе. Фарадей ставит и опыты, которые якобы должны убедить, что сродство с находящимися впереди частицами помогает току и увеличивает количество выделяющегося вещества (пп. 525—530). Впоследствии, однако, Фарадей отказывается от такого толкования полученных им результатов. (п. 675, примечание). Он все же остается при убеждении, что вещество может переноситься только путем рекомбинации, и возражает против утверждения О. де ля Рива, что ион передвигается в виде соединения вещества с электричеством (п. 543).

Но все это является только подготовительной работой к основной задаче Фарадея — установить при электролизе количественные отношения. Он сообщает уже здесь (п. 505) о своих работах в этом направлении и об их результате: «Для одного и того же количества электричества сумма электрохимических действий есть также величина постоянная, т. е. она всегда эквивалентна стандартному химическому действию, основанному на обычном химическом сродстве». Мы найдем полное развитие этого закона в седьмой серии (пп. 661—874).

Седьмая серия начинается с четырех страничек, в которых устанавливается новая терминология электрохимического разло-

жения (пп. 661—668). Это тот язык, на котором мы говорим и поныне: электролит, электролиз, ион, анион, катион, электрод, анод, катод. С тех пор, как эти слова произнесены впервые, они не сходят со страниц как самых элементарных учебников, так и глубочайших научных произведений. Фарадей справедливо полагает, что терминология далеко не безразлична для научного мышления. Будучи создана для фиксации определенного научного представления, она немало способствует при своем распространении популяризации этого представления. Признаем же, что труды Аррениуса, Оствальда, Джонса, Дебая были бы затруднены, а может быть, и невозможны, не будь этих четырех страничек, представленных Королевскому обществу 9 января 1834 г.

Далее идет раздел, где предпринимается попытка установить особый закон, который бы позволил заранее предсказать, какое вещество является электролитом и какое этим свойством не обладает. При чтении этого раздела начинается ряд трудностей, и для ясного понимания утверждений Фарадея не следует упускать из виду различий терминологии и представлений, на чем мы несколько и остановимся.

Вода для Фарадея — весьма прочное соединение одного эквивалента водорода с одним же эквивалентом кислорода; формула для нее будет HO . Она — электролит. Мы теперь знаем, что на самом деле она весьма слабо ионизована; концентрация водородных ионов едва достигает 10^{-7} от общего числа частиц.

Столь же прочны окислы, хлориды, иодиды и соли; они часто в расплавленном состоянии являются электролитами. Фарадею кажется, что для бинарных соединений можно установить такой закон: электролитами бывают только те соединения, в которых один эквивалент одного элемента соединен с одним же эквивалентом другого. Такой правильности, как это знает современная химия, обогащенная громадным фактическим материалом, на самом деле не существует. Если бы она существовала, то оказалась бы, может быть, нелегкой задачей для атомной теории и для теории валентностей. Возьмем хлориды ртути. Мы утверждаем, что в каломели (HgCl) имеем одновалентный ион ртути (Hg^+), а в сулеме (HgCl_2) — двувалентный (Hg^{++}). По Фарадею, выходило бы, что нужно либо принять эквивалент ртути в 200 (при Cl 35.5) и ожидать проводимости для HgCl и отсутствия ее для HgCl_2 , либо принять эквивалент ртути за 100, и тогда проводить должна HgCl_2 , а HgCl должна быть лишена электропроводящих свойств. Между тем, и та и другая соли проводят в водном растворе.

Фарадей считает настоящим электролитом такой, который проводит без воды в расплавленном состоянии. Здесь, однако, встречается затруднение в том, что некоторые вещества не выдерживают плавления без разложения. Большую трудность может создать для понимания рассуждений Фарадея то немаловажное

обстоятельство, что у него кислотой называется ангидрид. Отсюда поражающее с первого раза утверждение (п. 680), что серная, фосфорная, азотная, мышьяковая и другие кислоты не проводят тока и не суть электролиты, или еще, что при электролизе серной кислоты на одном электроде надо ожидать появления кислорода, а на другом — серы.

Когда же говорится о гидратах этих ангидридов, то новой трудностью является то, что Фарадей безоговорочно держится берцеллусовского представления о строении их — для него такая гидратированная серная кислота имеет состав: вода + серная кислота, или $\text{HO} \cdot \text{SO}_3$, и подобно этому едкое кали имеет состав: вода + кали, или $\text{HO} \cdot \text{KO}$. У Фарадея не возникает никакого сомнения, что именно на такие части и будут распадаться эти соединения, вследствие чего, по его мнению, при электролизе разбавленной серной кислоты вода будет выделяться на катоде, а при электролизе разбавленного едкого кали — на аноде (п. 553). Что касается физической стороны картины, то нам очень трудно мириться с утверждением, что следует различать электропроводность и разложение, что можно будто бы сообщить воде электропроводность прибавлением разных веществ, и тогда она начнет разлагаться.

Но от Фарадея нельзя было требовать, чтобы он один проделал тот путь, который с большим трудом расчистили в течение 100 лет его преемники. Напомним, что и у нас еще не все благополучно: в начале XX в. химики только что поверили в электролитическую диссоциацию Аррениуса. Затем явилась теория сольватов Джонса — примирение между Аррениусом и его противниками. И вот уже Дебай доказывает, что в сильных электролитах все молекулы в растворе ионизованы нацело.

После этих попыток следует раздел (пп. 704—741), имеющий целью создать прибор для измерения количества электричества, проходящего в цепи, — это газовый вольтметр. Рядом решительных и быстро ведущих к цели опытов устанавливается, что при надлежащих предосторожностях (в том числе приведенных в серии шестой — о контактном действии платины) количество выделенного гремучего газа (или одного водорода) не зависит ни от размеров электродов, ни от процентного состава электролизуемой жидкости ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$), ни от напряжения, а определяется исключительно количеством прошедшего электричества (знаменитый 1-й закон Фарадея). На основании этого закона делается предложение: назвать единицей (или одним градусом электричества) то количество электричества, которое выделяет в вольтметре одну сотую кубического дюйма (или $0,164 \text{ см}^3$) газа.¹²

Теперь на пути к установлению закона об электрохимических эквивалентах стоит только одна трудность: различение тех слу-

¹² Это количество равно приблизительно 0.7 грамма.

чаев, когда имеет место прямое электрохимическое разложение и когда выделяющиеся у электродов вещества являются продуктом вторичной реакции. Фарадей предлагает воспользоваться для этой цели только что изученным вольтметром и выставляет как принцип, что первичный характер — и он один — соединен с подчинением его 1-му закону. Мы можем согласиться, что при отступлении от последнего наличие вторичных реакций несомненно. Но обратное несправедливо: и при вторичных разложениях возможно точное соблюдение 1-го закона.¹²

Классический пример — подкисленная серной кислотой вода: мы теперь знаем, что разлагается при электролизе серная кислота, давая H_2 на катоде и SO_4 на аноде; SO_4 соединяется с водой, увеличивая кислотность на аноде и выделяя там в строго эквивалентном количестве кислород. Фарадей же на основании соблюдения стехиометрических соотношений приходит к неправильному выводу, что разлагается сама вода.

Столь же сомнительны и дальнейшие рассуждения этого раздела (пп. 742—782). История тяготеет здесь тяжелым грузом на представлениях Фарадея, и он выступает в этих рассуждениях в непривычной для него роли — не революционера, а консерватора. Новые взгляды уже формировались (см., например, примечание автора к п. 746, а также п. 757, с некоторым легким выпадом против Дэви), но Фарадей предпочел здесь идти новыми путями для доказательства старых представлений.

Фарадей переходит к одному из самых центральных пунктов своих работ по электролизу — к установлению электрохимических эквивалентов. Он считает, что предыдущими опытами закон пропорциональности между количеством выделяющегося (первично!) вещества и количеством прошедшего через цепь электричества (п. 783) достаточно установлен для случая воды (п. 732), а также соляной и иодисто-водородной кислот, менее точно — для плавиновой, синильной, железисто-синеродистой и роданистой кислот, по их аналогии с первыми. Он переходит к количественному изучению безводных веществ. Двухлористое олово (по его представлениям, содержащее один эквивалент Sn на один эквивалент Cl) приводит к величине эквивалента Sn в 57.9—58.53 вместо принявшегося в то время 58. Хлористый свинец дает для свинца величину эквивалента 100.85; теоретическое ожидание — 103.5. Дальше идет ряд окисей — свинца, висмута, сурьмы, иодистых соединений свинца, олова, калия. Все они дают в вольтметрических опытах количества, пропорциональные химическим эквивалентам.

Дальше выдвигается гипотеза, что количество перенесенного током вещества может зависеть от сродства последнего к веществу

¹² Фарадей это знает — см. п. 842; но есть и противоположное заявление — см. п. 926.

электродов. Последние выбираются платиновые, медные и цинковые. Но оказывается, что наличие вторичных реакций не влияет на количественный результат первичной. «Химическое действие, — пишет Фарадей, — было вполне определенным» (п. 809).¹⁴ Вещества и опыты видоизменяются в самых разнообразных направлениях, но результаты оказываются неизменными. И Фарадей устанавливает, что они справедливы не только для одного вещества, но для всякого электролита; далее — что результаты, полученные для одного какого-нибудь вещества, согласуются не только друг с другом, но также и с результатами, полученными для других веществ: «все вместе представляют собой один ряд определенных электрохимических действий» (п. 821).

В пп. 826—836 Фарадей формулирует вновь все положения, составляющие основу его теории электролиза. Их он дает одиннадцать. Забудем о первых девяти и будем помнить лишь два последних. Они достаточны, чтобы навеки закрепить за Фарадеем звание отца всей современной электрохимии.

Ввиду особой важности понятия об электрохимическом эквиваленте Фарадей в ряде последующих параграфов дает указания о различных способах их определения и вычисления, а в п. 847 сводит в таблицу наиболее заслуживающие, по его мнению, доверия данные. Отсутствие правильного представления о кислотах ведет к тому, что кислоты галоидные и кислоты, содержащие кислород, считаются ионизирующимися по-разному: первые дают в виде катиона водород (это и мы думаем), а на аноде — F , Cl , Br , J , CN и т. д., вторые будто бы распадаются на волю (катион) и ангидрид. В таблице эти ангидриды фигурируют под названием кислот — серной (SO_3), селеновой (SeO_3), азотной (NO_3) и т. д. Равно и соли галоидоводородных кислот в виде катиона выделяют металлы, соли кислородсодержащих кислот — основания: натр (NaO), кали (KO), известь (CaO), магнезию (MgO) и т. д.

Последний раздел этой серии носит название: «Об абсолютном количестве электричества, соединенном с частицами или атомами материи». Трагическое положение: Фарадей не может назвать или определить это количество из-за того, что электростатическая единица заряда не установлена. Он ясно представляет себе, что оно очень велико: в атомах, содержащихся в 1 граме (66.4 мг) воды, его столько, сколько нужно, чтобы 800 000 раз зарядить лейденскую батарею (15 банок высотой 20 см, 58 см в окружности) 30 оборотами большой машины в полном действии (п. 681). Это количество равносильно «весьма мощной вспышке молнии» (п. 853). Более точные указания невозможны.

¹⁴ Нам представляется, что этот не вполне обычный в физике термин заимствован Фарадеем из химии, отличающей смеси и растворы от «определенных» соединений (см., например, п. 821).

Здесь Фарадей делает еще один важный шаг: он исследует химические реакции в гальваническом элементе и доказывает, что производимый последним ток в нем самом соответствует эквивалентному количеству растворившегося цинка. Отсюда он заключает, что «электричество, которое разлагает определенное количество вещества, равно тому, которое выделяется при разложении того же количества» (п. 868). Тут же он дает наиболее решительное и ясное толкование всех своих количественных результатов: «Эквивалентные веса тел, — пишет он, — представляют собой такие количества их, которые содержат равные количества электричества» (п. 869).

В этом разделе мы встречаем особенно много высказываний Фарадея об атомах, на чем, к сожалению, мы не имеем возможности остановиться подробнее. Отметим одно: Фарадей — антиатомист, а потому не мог задаться вопросом, что это за таинственное количество электричества, которое постоянно соединено с одним атомом одновалентного вещества. Выражение «атом электричества» впервые употребил Максвелл — употребил для того, чтобы сейчас же от него отказаться.¹⁵ Серьезное значение вложил в эти слова впервые Гельмгольц в выше цитированной речи (1881 г.), и, наконец, создал атомистику зарядов — электронную теорию — Лоренц в 90-х годах минувшего века. Почти 60 лет понадобилось, чтобы вывести все возможные следствия из тех количественных соотношений, которые найдены Фарадеем. И он, антиатомист, явился первым виновником распространения атомистических представлений на новую субстанцию, виновником невиданного по пышности нового расцвета атомизма.

Вопросам электролиза посвящены еще две главы в восьмой серии.

Одна (пп. 966—988) из них говорит о напряжении, необходимом для разложения; мы знаем, что диссоциация происходит сама собой, необходимость работы создается образующимися поляризационными электродвижущими силами. Про них знает и автор (пп. 969, 1040), но здесь его интересует не эта часть вопроса. Он ищет, нет ли такого предельно низкого напряжения, при котором ток еще проходит, а разложения нет. Это соответствовало бы тому, что у электролита имелась бы некоторая доля электронной электропроводности. Фарадей ее и находил в ряде случаев. Еще при жизни его это утверждение было опровергнуто.

Вторая глава описывает ряд опытов для изучения того препятствия, которое представляет собой разлагающийся электролит. Для этого исследуются явления, возникающие при включении в электролитическую цепь промежуточных пластинок.

¹⁵ «Трактат», § 260 [7].

Ни та, ни другая глава не приближается по своему значению к двум великим законам, которые Фарадей дал в седьмой серии.¹⁶

Природа электростатических действий (одиннадцатая серия, пп. 1161—1317). Всякое электростатическое действие Фарадей связывает с индукцией. Употребляя этот термин, он, как это видно из всего содержания настоящей серии, имеет перед глазами картину проводника, находящегося в электростатическом поле и по индукции заряжающегося двумя зарядами: в месте входа силовых линий — отрицательно, в месте их выхода — положительно. Общий заряд проводника, если он до внесения в поле был не заряжен, конечно, остается равным нулю. По мнению Фарадея, эта картина является универсальной, что он и доказывает опытами в различных направлениях.

Прежде всего он останавливается на вопросе, можно ли какими бы то ни было способами создать, как он выражается, «абсолютный заряд», т. е. заряд одного знака без одновременного создания равного ему и противоположного в другом месте поля (пп. 1169—1178). Он напоминает, что в случае проводников дело упрощается тем, что в них заряды всегда сосредоточены на поверхности. Сложнее для исследования в этом смысле случай диэлектриков, где возможны труднее уловимые внутренние заряды.

Чтобы доказать невозможность появления и здесь избыточного заряда одного знака, Фарадей построил свою знаменитую «клетку» — кубическую камеру с сетчатыми стенами со стороной куба свыше 3,5 м. Опыты убедили его, что ни в одном случае избыточного («абсолютного») заряда создать не удастся. Собственно говоря, нельзя считать невозможность такого заряда доказанной этими опытами; можно только утверждать, что такая возможность еще не доказана. Впрочем, это не мешает нам вместе с Фарадеем (п. 1174) верить в правильность его основного положения.

Но раз общий заряд, получаемый при электростатических опытах, равен нулю, то дело сводится к получению двух противоположных зарядов на двух концах некоторого тела или среды. А это и есть индукция. Фарадей высказывает убеждение, что в электрическом поле всякий диэлектрик приходит в такое поляризованное состояние. Но если так, то среда должна оказывать влияние на электрические явления, в ней происходящие. Емкость конденсатора должна измениться, если в него вносится способное к индукции вещество. Специфическую величину, характеризующую эту индивидуальную особенность каждого вещества, Фарадей называет «удельной индуктивной способностью». Мы называем ее ныне диэлектрической постоянной. Но в тексте перевода мы сочли

¹⁶ Об электролизе идет речь в двенадцатой серии (1343—1358), но со специальной точки зрения, вследствие чего мы рассмотрим эти параграфы в разделе «Сущность проводимости».

полезным оставить термин Фарадея, чтобы сохранить связь термина с его физическим происхождением.

Эти соображения приводят Фарадея к его знаменитым опытам по изменению емкости воздушного конденсатора при помещении между его обкладками другого диэлектрика. Опыты произведены с гениальной простотой, поражающей целеустремленностью, и со столь же поражающим своей примитивностью инструментарием. Фарадей сам строит свои индуктивные приборы (пп. 1187—1203), свои электрометры по Кулону (пп. 1180—1186); сам отлиывает полусферические диэлектрические слои (из стекла, серы, сперматца, шеллака). До сих пор поучительно, как он исключает «рассеяние» (утечку) электричества и электропроводность слоев. Он вполне учитывает влияние проводящих частиц, вкрапленных в диэлектрик и тем самым уменьшающих эффективную толщину диэлектрического слоя.

Несомненно доказав существование «удельной индуктивной способности» исследованных тел, отличной от единицы, Фарадей особенно равномерно изучает газы, изучает всесторонне. Он не упускает ни влияния повышенного давления и разрежения, ни роли температуры, ни химических особенностей газа — чистого или в смеси с другим. Конечно, при тех экспериментальных средствах, которыми располагал Фарадей, нельзя было заметить малых величин, на которые диэлектрические постоянные газов отличаются от единицы; напомним, что, например, у воздуха диэлектрическая постоянная только при 20 атм. отличается от единицы на 1%.

Фарадей думал даже, что открытая им «одинаковость» диэлектрических постоянных для всех газов является новым примером тех многочисленных простых законностей, которые характерны для всех газов (п. 1292). Впрочем, он сознает (п. 1293), что такие простые результаты могут объясняться недостаточной точностью опытов.

Доказав существование в телах индукции, или поляризации, Фарадей усматривает в ней первостепенное физическое значение. По его мнению, всякое электростатическое действие передается от точки к точке исключительно взаимной индукцией смежных частиц (п. 1925). «Смежных» — это, по Фарадею, значит «ближайших». С некоторым разочарованием мы убеждаемся, что Фарадей пока не отрицает действия на расстоянии, но ограничивает его малыми расстояниями между ближайшими частицами. Что делается в пространстве, свободном от вещества, Фарадей не берется здесь истолковывать. Но у него в этой серии впервые появляется настойчивое указание, что линии индукции должны друг от друга отталкиваться (см., например, п. 1297), т. е. они, будучи растянуты в продольном направлении, сжаты в поперечном. Только Максвеллу удалось дать этой гениальной картине напряжений точное количественное выражение.¹⁷

¹⁷ «Трактат», § 105 и сл.

В этой части одиннадцатая серия «Исследований» прочно вошла в науку. Но есть в этой серии и более слабые места. Дело в том, что Фарадей решил этими по существу электростатическими исследованиями опровергнуть теорию дальнего действия и укрепить свою новую точку зрения. Как мы уже упоминали выше, эта попытка осуждена на неудачу: различие между теорией дальнего действия и фарадеевско-максвелловской теорией поля начинается только в переменных — и притом быстро переменных — полях, когда выступает на передний план ток смещения; во всех прочих случаях простыми соотношениями между основными величинами той и другой теорий эти теории приводятся к тождественности результатов в отношении наблюдаемых в электрическом поле взаимодействий.

И исторически представление Фарадея о строении и функции диэлектрика гораздо ранее теории Максвелла привело к теории диэлектриков Клаузиуса—Моссотти, изложенной в терминах теории дальнего действия; понадобилась только небольшая поправка — один коэффициент — закон Кулона, и вся теория дальнего действия в электростатике делается независимой.

В частности, Фарадей старается доказать, что индукция распространяется от точки к точке по кривым линиям (мы бы сказали: линии индукции суть некоторые кривые). По его мнению, этот факт находится в противоречии с положениями теории дальнего действия, где все силы действуют по прямой. Конечно, здесь имеется недоразумение: ведь вектор индукции в изотропных телах (а Фарадей занимается только ими) имеет одинаковое направление с вектором электрической напряженности. Если искривлены линии индукции, то искривлены и линии напряженности; кривизна этих линий зависит от присутствия в поле нескольких — иногда бесконечно многих — зарядов и из теории дальнего действия прямым образом вытекает, а вовсе ей не противоречит.

Правда, нам теперь легко поучать Фарадея с точки зрения нашей (ставшей для нас уже элементарной) школьной премудрости; не так дело обстоит во времена Фарадея. Но, хотя он имел право так ошибаться, рассуждения его (пп. 1215—1230) все же остаются ошибочными.

По мнению Фарадея, индукция есть первичное явление, предшествующее, например, и току (п. 1164). По-видимому, здесь перед Фарадеем стоит такая картина: данная частица поляризуется — это индукция; на определенной стадии поляризации частица разрывается — теперь начинается ток. Мы в наши дни усвоили понятие свободных зарядов — не связанных электронов — и не считаем поэтому индукцию необходимой первой стадией явления проводимости. Но Фарадей эту точку зрения настойчиво проводит через все серии «Исследований», и нам с ней придется встретиться многократно.

Общие соображения (тринадцатая серия, пп. 1617—1666; четырнадцатая серия, пп. 1667—1748). Эта часть, составляющая содержание разделов 19—22, по своему характеру отличается от прочих частей «Исследований», и прежде всего тем, что она в значительной степени беднее экспериментальным материалом. Здесь Фарадей как бы подводит итог всему своему колоссальному труду, старается извлечь из него все возможное в смысле теоретических выводов. Самые названия разделов в этом отношении характерны: «Раздел 19. Природа электрического тока», «Раздел 20. Природа электрических сил (т. е. зарядов)», «Раздел 21. Связь между электрической и магнитной силами» (т. е. между электричеством и магнетизмом), «Раздел 22. Замечание об электрическом возбуждении». Последуем за Фарадеем в изложении его основных взглядов на исследованные им явления.

Природа тока. Фарадей предостерегает от слишком большой определенности этого термина (п. 1617), однако тут же готов признать, что сущность явления заключается в поступательном движении зарядов. В токе неотделимы возбуждение (т. е., по современному, электродвижущая сила) и разряд (п. 1618). Вопрос о возбуждении откладывается (см. ниже, раздел 22); разбираются действия разряда. На первом месте называется электролиз (п. 1621), с его «определенностью», т. е. с постоянным отношением между количеством прошедшего электричества и количеством выделившегося вещества. Далее сближается с электролизом конвективный ток (п. 1622) — разница между ними только количественная, а механизмы их одинаковы.

Здесь Фарадей открывает путь одновременно к опытам Роу-ланда и к нашим современным представлениям, усматривающим тот же механизм и в токе проводимости (конвекция свободных электронов), и в поляризационных токах (конвекция связанных в молекуле электронов); только для «токов смещения в свободном эфире» мы еще не постулируем того же механического переноса зарядов.

Наряду с химическими действиями Фарадей говорит о тепловых действиях тока. Здесь, однако, ничего существенного не выясняется, так как закон Джоуля еще не известен, а Фарадей ищет простого соответствия, пропорциональности между количеством тепла, выделенного током, и количеством прошедшего электричества (п. 1625).

Фарадей и здесь (так же, как в главах об электролизе) особо подчеркивает невозможность существования тока одного только рода электричества: в каждом поперечном сечении через проводник должно быть одинаковое количество зарядов противоположного знака (пп. 1627, 1632); через каждое сечение проходит ток одинаковой силы; в отношении постоянного тока вряд ли нужно было бы доказывать эти истины так горячо. Впрочем, как мы говорили выше, Фарадею неизвестен закон Ома. Фарадей отрицает

униполярные явления, или, вернее, отказывается видеть униполярность там, где ее усматривали многие другие (п. 1636—1740); он не верит в шаровую молнию (п. 1641).

Далее следует знаменитое определение тока (п. 1642): «...ток есть вещь неделимая — силовая ось, в которой заряды обоих знаков присутствуют в одинаковом количестве». Остроумными соображениями насчет «индукции смежных частиц» Фарадей старается показать, что даже в том случае, когда ток производится переносом, при движении шарика, несущего этот заряд, это правило не нарушается (пп. 1643—1645).

Признаемся, что самая цель, к которой стремится в своих рассуждениях Фарадей, здесь нам не вполне понятна: нет ли тут неясно выраженной мысли о замкнутости линий тока, которая впоследствии привела Максвелла к представлению о токах смещения.

Фарадей думает и о скорости движения электрических зарядов. Ему ясна разница между скоростью этого движения и скоростью передачи электрических действий (п. 1649). Он пробует вычислить ему скорость для частиц электролита (п. 1651), но делает при этом произвольное (и неправильное) предположение, что в электролизе принимают участие все частицы электролита (он думает, как мы знаем, что электролитом является сама вода).

Дальше Фарадей пишет о «действиях тока в сторону» — о магнитных его действиях. Отметим в п. 1654 фразу о том, что, возможно, даже при конвекции будет наблюдаться тот же магнитный эффект (см. также п. 1657). Все мысли Фарадея по этому поводу — это только смелые гадания, так как в его время данные о магнитном действии токов различного вида были весьма сбивчивы и скудны (п. 1655). Так, магнитное действие конвективного тока, найденное гораздо позже (1876 г.) Роулендом, уже в наши дни дало повод к разным экспериментальным (да и теоретическим) недоразумениям, разрешенным окончательно только в классических исследованиях А. А. Эйхенвальда. Магнитное действие катодных лучей только в опытах А. Ф. Иоффе в 1911 г. [8] можно считать впервые установленным и измеренным.

Фарадей обращает внимание, что линии электростатической индукции стремятся взаимно отталкиваться, расширяться, и пробует такое — также «боковое» — действие связать и с магнетизмом, и с электромагнитной индукцией (п. 1659). И тут вновь выплывает давно забытое самим автором «электротоническое состояние» (п. 1661), которое он сначала изобрел для объяснения индукции, а потом оставил. Собственные мысли так легко возвращаются у каждого автора вновь и вновь. . .

Само направление исканий Фарадея в кругу этих вопросов отклоняется от того пути, по которому пошла физика в дальнейшем. Так, например, в п. 1658 он сообщает: «Я долго искал — и все еще

ищу — такого явления или состояния, которое бы представляло собой для статического электричества то же, что магнитная сила представляет для тока электричества». Мы соединяем ныне с магнитными линиями представление о вихревых линиях, пропихивающих другой вихрь — замкнутые линии тока. Родства с незамкнутыми электростатическими линиями мы в них ныне не усматриваем.

Дальнейшие рассуждения этого раздела о природе магнитных сил мы найдем ниже.

Раздел 20 (пп. 1667—1708) ставит вопрос о природе самих зарядов. Здесь вначале (пп. 1669—1678) излагаются основные «верования» Фарадея. Частицы всех тел — проводнички: в присутствии электрических сил они мгновенно поляризуются; при прекращении этих сил их поляризация так же мгновенно исчезает. Они могут нести на себе и заряд одного знака. Действие от одной частицы к другой происходит по линиям индукции, причем может передаваться и заряд. Если такая передача происходит легко (при меньшей электрической напряженности), имеем проводник; в противном случае — диэлектрик: разница между проводниками и диэлектриками не качественная, а только количественная. Индукция происходит только через диэлектрик, через посредство «смежных» частиц; при проводимости последняя накладывается на поляризацию.

Мы ныне не берем проводник под одну скобку с изоляторами, не считаем частицы диэлектрика проводниками (в том смысле, как это делает Фарадей); поляризацию приписываем и пустому пространству («свободному эфиру»). И все же мы в своих представлениях более сходимся с Фарадеем, чем расходимся с ним: мы усвоили его основной взгляд на электростатическое поле.

Подробно разъяснив свою точку зрения двумя примерами — системы магнитиков и заряженной лейденской банки (пп. 1679, 1682—1684), — Фарадей переходит к ее дальнейшему уточнению. По его мнению, сближением индуцирующего тела с индуцируемым можно сильно увеличить заряды на концах последнего (п. 1686); и заряд частицы можно, думает он, сделать чрезвычайно большим.

Странно, при этом он забывает, что каждая частица несет на себе определенное количество электричества. Мы лучше его помним это, им же установленное правило и полагаем, что изменение дипольного момента молекулы происходит не за счет увеличения ее заряда, а раздвиганием этих зарядов постоянной величины на разное расстояние.

Не можем мы согласиться и с другими взглядами Фарадея о распределении противоположных зарядов по поверхности проводника-молекулы (п. 1687), о зависимости явлений разряда от вида такого распределения. Наши представления об атоме и молекуле испытали со времени примитивных взглядов Фарадея слишком большую эволюцию.

По мнению Фарадея (п. 1689), молекулы в изотропных телах поляризуются во всех направлениях «с одинаковой легкостью». Мы знаем, что это так. Он правильно ставит задачу о наблюдении соответственных явлений в кристаллах. Сам Фарадей не мог найти различия диэлектрической постоянной по различным направлениям в кристаллах (пп. 1690—1698). Ныне в отдельных случаях они известны с большой точностью.

Молекулы обладают свойством поляризации как нечто целое: металлы и металлоиды, в них входящие, не поляризуются отдельно. Иначе как представить себе, что в них проводник — металл — в соединении теряет (пп. 1700, 1701) свои проводящие свойства?

Электролиты тоже дают Фарадею некоторое уточнение развиваемой им картины, но нам последняя чужда: постулируемое им минимальное напряжение, необходимое для электролиза, якобы существующий закон об отсутствии проводимости твердых электролитов, другой такой же не существующий на деле закон об обязательном составе электролита из эквивалентов («один на один») — все это объясняется достаточно остроумно, но остроумие тратится на доказательство недоказуемого.

Связь электрической и магнитной сил. Имеются в виду прежде всего вариеты, но иногда и силы в нашем нынешнем понимании. Здесь Фарадей опять становится на прочную базу опыта и ищет, оказывает ли при явлениях электромагнитной индукции промежуточное вещество какое-нибудь влияние на характер или интенсивность этих явлений.

Конечно, он стремится обнаружить такое влияние; если бы оно было найдено, то это означало бы, что и магнитные действия распространяются «индукцией» между смежными частицами». Но на данной стадии ни один опыт Фарадея в этом направлении не дал ему положительного результата, и такое магнитное действие смежных частиц остается недоказанным. Несмотря на это, Фарадей не отказывается от него окончательно, хотя и указывает на принципиальное различие электричества и магнетизма: линии магнитной силы относительно направления тока суть «боковые» явление, лежащее от тока куда-то в сторону. Может быть, потому оно и распространяется по другому закону? Опять мелькает упоминание об электротоническом состоянии.

К вопросу о магнитных силах Фарадей вернется позже, в следующих сериях своих «Исследований». Там он получит более решительные опытные данные в пользу воззрения, что и магнитное действие суть «действие смежных частиц».

Фарадей кончает свои исследования «Замечанием об электрическом возбуждении» (пп. 1737—1748). Он в значительной степени повторяет здесь свои прежние рассуждения: возбуждение (электродвижущая сила) не может зависеть от одного контакта между двумя веществами — необходима химиче-

ская реакция; иначе ток получить невозможно (п. 1745). Основное представление Фарадея о появлении электродвижущей силы тесно связано с его представлениями о сущности электрохимических процессов: требуется особое расположение частей (п. 1742) и обменная химическая реакция между ними — так же, как это, по мнению Фарадея, происходит при электролизе; только там все частицы тождественны, а здесь мы имеем обмен между частицами электролита и частицами вещества электрода (пп. 518—524). Хотя Фарадей отрицает тождественность процессов при возбуждении химическим путем и трением (пп. 1744), однако и для последнего он предлагает модель, очень близкую к той, которую он создал себе для процесса электролиза (пп. 1746, 1747).

Тождественность электричества разного происхождения (третья серия, пп. 265—379). Мы позволили себе отнести всю эту серию к числу второстепенных, поскольку современное всеобщее убеждение в тождественности электричества различного происхождения базируется не на этих исследованиях Фарадея, а скорее связано с теоретическим уяснением явлений на основе закона Ома. Когда оказалось, что последний является универсальным, что все наблюдаемые при разнообразных источниках различия сводятся к различиям электродвижущих сил, внутренних и внешних сопротивлений и соответственных падений потенциала, то для полного успокоения осталась одна задача — измерить и изучить токи от различных источников одними и теми же методами исследования.

Напомним, что первый шаг в этом направлении сделал сам Вольта, который уже обнаруживал разности потенциалов на борнах изобретенного им столба электростатическими методами (с помощью им же изобретенного электроскопа с конденсатором).

Фарадей стремится к тому же и даже производит первые сравнительные измерения (пп. 361—379). Обратим внимание, что в первом столбце его сводной таблицы стоит еще констатация физиологических действий — пробы на язык и на содрогание конечностей лягушки; магнитное отклонение занимает уже второе место; на четвертом стоит искра, смешиваемая при этом с дугой.

Сущность проводимости (четвертая серия, пп. 380—449; двенадцатая серия, пп. 1318—1479, и часть тринадцатой серии, пп. 1480—1616). В первой части этих исследований (в четвертой серии) Фарадей обнаруживает совершенно новый, по его мнению, закон электролитической проводимости, а именно: полную потерю таковой при затвердевании. Ныне мы знаем, что это не так, и прослеживаем постепенное возрастание проводимости уже твердого кристалла (правда, очень быстрое вблизи точки плавления). Но и Фарадей заметил, что при высоком напряжении кристаллы проводят уже и при низких температурах.

Двенадцатую серию Фарадей посвящает, как он пишет сам, вопросам индукции. На самом деле и в этой, и в следующих сериях речь идет о проводимости. Именно здесь Фарадей, как мы

упоминали выше, старается доказать, что индукция и проводимость — одно и то же. Для этого Фарадей рассматривает один за другим различные виды «разряда» (т. е. тока) и сопоставляет в этих различных случаях диэлектрические и кондуктивные свойства вещества.

Он знает следующие виды разряда: ток проводимости — металлической, то же — электролитической, искру, кистевые разряды, светящийся разряд, темный разряд, конвекционный ток.

Начнем вместе с Фарадеем с токов проводимости (пп. 1320—1342). Ход мыслей здесь таков: если взять даже хороший изолятор, то он через некоторый — правда, очень большой — промежуток времени позволяет противоположным зарядам соединиться; настоящий проводник позволяет тому же действию произойти необыкновенно быстро. Различие, стало быть, во времени — различие не качественное, а количественное. Отсюда делается вывод, что и вообще процессы в проводниках и диэлектриках происходят по существу одинаковые; по мнению Фарадея, это — индукция, или поляризация смежных частиц. Так как при поляризации две частицы, расположенные на одной линии индукции, повернуты друг к другу противоположными зарядами, то они могут эти заряды друг другу передавать. Это будет уже ток: току обязательно предшествует индукция.

Мы не делаем таких заключений; мы полагаем ныне, что в веществе могут существовать рядом свойства диэлектрические (связанные электроны) и свойства проводимости (свободные электроны, ионы). Но если эти свойства существуют рядом, то это еще не значит, что они представляют собой одно и то же.

Следует признать, что все относящиеся сюда рассуждения и выводы Фарадея представляют собой некоторое преувеличение идеи индукции — преувеличение, которое, наверно, компрометировало самую идею в глазах теоретиков.

Отметим один параграф, где Фарадей выражает мысли, похожие на современные (п. 1338). Он пишет здесь: «...можно сказать, что изоляторами являются те вещества, частицы которых могут удерживаться в поляризованном состоянии, а проводниками — те, частицы которых не могут оставаться устойчиво поляризованными». Но дальше он опять сбивается на тождество этих явлений.

Понятие о времени разряда сохранилось у нас и уточнилось в понятии о релаксационном времени.

Фарадей с сочувствием описывает опыт Уитстона, сделавшего попытку определить скорость распространения электрических явлений. Как известно, он при этом впервые применил метод вращающегося зеркала — прототип позднейших опытов Физо и Фуко. Конечно, мы имеем при распространении возмущений по проволокам явление более сложное, чем просто скорость движения заря-

дов. Но теория этого явления дана гораздо позже: с точки зрения теории дальнего действия — Кирхгоффом, Стефаном; с точки зрения максвелловой теории — только Герцем.

Далее следует краткое напоминание о взглядах Фарадея на сущность электролитической проводимости (пп. 1343—1358). И здесь говорится о первоначальной индукции, которая, достигнув определенного напряжения, позволяет двум зарядам разъединиться, чтобы соединиться затем с встречными противоположными зарядами. Мы не знаем этого минимального напряжения, с которого начинается разряд; у растворов, конечно, существуют диэлектрические свойства, но они проявляются независимо от проводимости, рядом с ней, а не совпадая с ней. И здесь упоминается о родстве электролиза с конвекцией (п. 1347).

Фарадей несколько затруднен обстоятельством, почему различные добавки (солей, кислот, щелочей) делают воду более проводящей: ведь электролитом является, по его представлению, она сама (п. 1355 и сл.). Вопрос этот, конечно, разрешения у Фарадея найти не мог. Отметим опыт с кусочками шелка, располагающимися вследствие поляризации вдоль линии силы (п. 1350).

Далее Фарадей переходит к явлениям разрывного разряда, предпосылая изучению отдельных его видов несколько общих соображений (пп. 1359—1405). Его представление и здесь остается прежним: частицы газа (он говорит главным образом о газах) поляризуются; когда поляризация, или индукция, достигает некоторой величины, молекула разрывается, образуя ионы, вследствие чего и появляется электропроводность. Эти взгляды Фарадей старается привести в согласие с существовавшими к тому времени опытными данными Гарриса (пп. 1363—1367) о зависимости искрового промежутка от давления и температуры газа. Ему кажется, что теория и опыт хорошо друг с другом совпадают.

В этом отделе мы находим и новые опыты Фарадея над тем, что мы теперь называем диэлектрической прочностью. Здесь Фарадей опять в своей истинной сфере и опять показывает нам, с какими ничтожными средствами он умеет добиваться нужных результатов. Цель его — показать, что вещество газа принимает активное участие в явлениях пробоя, что здесь опять имеет место «действие смежных частиц» и индукция. Он обнаруживает, что газы, столь одинаковые в отношении диэлектрических свойств, в отношении пробоя обладают резко индивидуальными чертами.

Теперь Фарадей переходит к отдельным видам разряда. На первом месте у него стоит искра (пп. 1406—1424). И для искры Фарадей указывает приблизительно прежний механизм: растет индукция каждой отдельной частицы, и этим подготовляется путь для разрыва всех частиц по одной линии, на которой случайно для этого возникнут наилучшие условия. Путь, по которому проскакивает искра, представляет собой почти проводник.

Когда искра проскакивает, падает напряжение, слабеют силовые линии, прекращается их поперечное взаимное отталкивание (п. 1411).

Исходя из этих соображений, Фарадей ожидает, что две параллельные искры будут друг к другу притягиваться. Однако опыты, которые он поставил для проверки этого предположения, не удались (п. 1412 и сл.). Но зато Фарадей заметил важное явление, что искра в одном искровом промежутке облегчает проскакивание искры в соседнем искровом промежутке (п. 1417). Объяснить это явление Фарадей не сумел. Это открытие было заново сделано ровно через 50 лет, в 1887 г., Герцем, который выяснил, что оно производится действием ультрафиолетовых лучей, испускаемых первой искрой. Отсюда родился фотоэффект.

Фарадей сблизил свое открытие с другим фактом, им замеченным (п. 1418), что «разряд способствует сам себе», т. е. искра, например, проскакивает преимущественно по прежнему пути, повторяя его зигзаги. Мы теперь легко объясняем это явление ионизацией, произведенной искрой на первом своем пути. С другой стороны, мы думаем, что разрыв частиц происходит не под прямым влиянием электрических сил, а под действием удара ионов. Но это явление, изученное Тоунсендом (1903 г.) и отчасти Штарком, конечно, еще не могло быть привлечено Фарадеем к объяснению явлений так называемого самостоятельного разряда.

Фарадей изучает также цвет искры в разных газах. Это, пожалуй, примитивный опыт спектрального анализа, впрочем, еще без спектроскопа.

От искры Фарадей переходит к кистевым разрядам (пп. 1425—1464). И здесь он преследует цель — установить индивидуальные свойства газов в отношении кистевых разрядов, чтобы тем подкрепить свою постоянную точку зрения индукции смежных частиц. Разветвления кисти приблизительно следуют своими изгибами направлениям линий индукции. Механизм кисти — тот же, что и искры: одна незаметно переходит в другую при изменении давления; особенно часто упоминается о «частицах воздуха, заряженного электричеством», — заблуждение, повторявшееся вплоть до Экснера и Крукса.

Значительное место (пп. 1465—1525) Фарадей отводит вопросу о том различии, которое наблюдается при кистевом разряде близ двух противоположно заряженных электродов. И здесь Фарадей поворачивает дело так: он доказывает, что наблюдаемое различие полюсов различно в различных газах и, следовательно, зависит не от проводников, а именно от газов — от индукции смежных частиц. Самому же различию полюсов Фарадей объяснения дать не может: он только высказывает предположение, что поляризация, предшествующая разряду, различна у двух противоположных полюсов. Это, конечно, весьма слабое место, и Фарадей, чувствуя это, пишет (п. 1523): «Результаты, связанные

с условиями, различными для положительного и отрицательного разрядов, окажут на теорию учения об электричестве значительно большее влияние, чем мы можем себе представить в настоящее время». В этом Фарадей оказался прав: изучение этого различия дало современной физике электронную теорию.

Мы позволим себе совсем не останавливаться на разделах о светящемся («тлеющем») разряде (пп. 1526—1543) и скажем только несколько слов о разряде темном (пп. 1544—1561). Это — знаменитое «фарадеево темное пространство». Его природа смущала не одного Фарадея, а всех занимавшихся газовыми разрядами физиков — вплоть до того момента, когда понятие об ударе ионов и о длине их свободного пути сразу разъяснило вопрос.

Наше общее впечатление о главах, посвященных Фарадеем разрывному разряду: Фарадей стоял на неверном пути, и это не могло быть иначе. Огромная работа, продолжавшаяся более чем полвека, — и теоретическая и экспериментальная — должна была расчистить дорогу новым плодотворным воззрениям корпускулярной теории электричества. Фарадей жил в период первоначального накопления знаний в этой области — в период, когда приходилось доказывать, что газы не мешают проводимости, а создают своим присутствием эту проводимость.

И все же достаточно сравнить эти разделы его книги, эту пытливую, целеустремленную работу, с такой книгой, как, например, «Электрические световые явления» Лемана [3], чтобы увидеть, что и через 60 лет после Фарадея нужно было быть Фарадеем, чтобы распутаться в этом лабиринте громадного, сваленного в беспорядочную кучу материала.

Нам остается разобрать два раздела: о конвекционных токах и об отношении к токам пустоты. Впрочем, и эти разделы представляют относительно малый интерес по сравнению, например, с тем, что мы видели по этим же вопросам в нашем отделе «Общие соображения».

По вопросу о конвекционном токе (пп. 1562—1612) Фарадей не высказывает никаких принципиальных взглядов; его цель — проследить возможно подробнее явление электрического ветра, возникающего около острия и вообще при больших напряжениях около поверхности. По его мнению, здесь дело заключается в зарядженности частиц воздуха (или другого газообразного или жидкого диэлектрика) и последующем отталкивании заряженной частицы от поверхности проводника. Конечно, мы и в этом случае отрицаем теперь зарядение частиц (т. е. молекул) воздуха. Кстати, и механизм зарядения Фарадей предполагает (п. 1564 и сл.) излишне сложный, так как, по-видимому, не может себе представить, чтобы поляризованная частица — значит, заряженная двумя одинаковыми, но противоположными зарядами — могла притягиваться к индуцирующему проводнику. Между тем, в неравномерном поле такое притяжение, несомненно,

будет иметь место. Фарадей правильно полагал, что частиц, несущих заряды, в струе электрического ветра сравнительно немного, но они увлекают за собой прочие частицы просто трением (п. 1592).

По вопросу о роли пустоты (пп. 1613—1616) Фарадей определенно не высказывается — и его время «хорошей» пустоты получить еще не умели. Поэтому вопрос о том, проводит ли совершенная пустота, остается без ответа. Мы имеем здесь еще раз категорическое заявление Фарадея, что он не отрицает действия на расстоянии, а утверждает только, что всякая промежуточная среда, заполняющая пространство между двумя взаимодействующими зарядами, принимает участие в явлении и в значительной части берет на себя роль передаточного механизма (п. 1616).

Контактное действие анодно-поляризованной платины (шестая серия, пп. 564—660). Эта серия, по собственному признанию Фарадея, не имеет совсем прямого отношения к основному предмету «Исследований» (п. 564), но она важна как предостерегающая от возможных погрешностей при вольтаметрических измерениях. Фарадей открыл, что выделяющийся в вольтметре гремучий газ может при надлежащих условиях вновь образовать воду и исчезнуть для измерений.

Он обнаруживает, что явление происходит под действием платины, служащей полюсами (п. 567). Из двух полюсов особенно энергично действует анод; действие, однако, наблюдается и у катодно-поляризованной пластинки (п. 588), хотя и в более слабой степени. В конце концов выясняется, что поляризации ни при чем и можно достигнуть того же эффекта тщательной очисткой платиновой пластинки химическими операциями или даже простым прокаливанием (п. 590). Явление прослеживается количественно в смысле сохранности его: накладываются вещества, мешающие соединению водорода с кислородом (окись углерода, этилен и др.); это мешающее действие в разных случаях имеет различную природу (пп. 638—655).

Серия особенно интересна в связи с тем, что дает Фарадею повод высказать свое воззрение — воззрение того времени — на молекулярные явления. Как мы уже упоминали выше, он, хотя и антиатомист, говоря о газе, рассуждает об его частицах: давление газа объясняется отталкивательными силами, действующими между его частицами (п. 626). Со стороны твердого тела частицы, по мнению Фарадея, такого отталкивания не испытывают, так как Дальтон своим законом показал, что частицы одного газа ведут себя в другом, как в пустоте; тем менее должно, по мнению Фарадея, проявиться взаимное отталкивание между частицами газа и совершенно чуждым ему твердым телом. Он высказывает предположение, что оно, во всяком случае, раза в два меньше, чем внутри газа. А при уменьшении отталкивательных сил должно

легче происходить сгущение и связанное с ним действие массы. К этому и сводится весь эффект катализа.

Конечно, ныне все эти теории уже не имеют права на существование. Но само открытие каталитического действия анодно-поляризованной платины остается. Направленность и убедительность эксперимента стоят во всей главе на обычной фарадеевской высоте.

О гальванических батареях (восьмая серия, пп. 875—965 и 989—1047; десятая серия, пп. 1119—1160). Главное исследование Фарадея о природе и происхождении электродвижущей силы произведено значительно позже и помещено в III томе «Исследований». То, что мы находим здесь, — в некотором роде предварительные соображения.

Фарадей уже здесь решительно становится на сторону ученых, видящих источник электродвижущей силы в химическом действии между металлом одного из полюсов и жидкостью элемента. Чтобы доказать, что соприкосновение металлов здесь ни при чем, он ставит ряд наумительных опытов, которые для нас, не участвующих в горячих спорах начала прошлого столетия, не оставляют никаких сомнений (п. 880 и сл.). Он доказывает это и на безводных парах с расплавленным электролитом в качестве жидкости.

Он развивает много глубоких мыслей о тождественности и эквивалентности процессов, происходящих, с одной стороны, в элементе, с другой — вольтаметре. По его мнению, единственное различие здесь заключается в том, что в первом случае силы сродства (они же электрические притяжения) определяют направление процесса и тока, а в другом протекающий ток, преодолевая силы сродства, действует в противоположном им направлении.

Фарадей полагает, что перед прохождением тока электролит находится в состоянии особого напряжения. Он его ищет, пользуясь поляризованными лучами, но все его попытки остаются тщетными. Тогда, невольно играя словами, он обращается к электрическим методам обнаружения напряжения — уже электрического, разумеется. Он находит, что сближение проводов производит искру — лучшее доказательство напряжения. Мы видим, что амперовский термин «электричество напряжения» вовлек Фарадея в некоторый логический скачок. Искру уже его современники при описываемых им условиях считали невозможной; разность же потенциалов на полюсах батарей обнаруживал гораздо ранее Вольта.

Если бы Фарадей был прав в своем допущении напряжения в электролите, то при замыкании мы имели бы только кратковременный ток смещения; разряжаться в виде постоянного тока оно, конечно, не могло бы.

Все же споры о происхождении электродвижущей силы легко разрешаются энергетическими соображениями: для того, чтобы произвести ток, со всеми его тепловыми, химическими, механиче-

скими и прочими действиями, явно необходима постоянная затрата энергии; такой затраты не производится при простом соприкосновении двух металлов.

Далее развивается ряд соображений относительно действия уже не отдельных элементов, а целой батареи. В настоящее время все они представляются чрезвычайно элементарными (пп. 989—1006). Затем дается ряд практических указаний (пп. 1034—1047), также не слишком большого значения.

В десятой серии описывается новая батарея, построенная Фарадеем.

Нет надобности подробно разбирать эту серию, но можно смело рекомендовать познакомиться с ней всякому, кто хочет составить себе ясное представление об эпохе Фарадея, о ничтожных масштабах технического оснащения лабораторий того времени и о том громадном балластном труде, который ложился на плечи ученого для выхода из этого положения. Вряд ли Фарадей потратил на существо своих гениальных открытий больше времени, чем на изоляцию проводов, наматывание катушек, постройку, исследование и усовершенствование батарей и на уход за ними.

* * *

До сих пор мы ничего не говорили о Фарадее как о человеке. Но и в этом отношении его книга дает нам материал первостепенного значения.

Фарадей предстает нам здесь как живой — этот гениальный самоучка, прошедший путь от места ученика переплетного заведения до положения увенчанного всеми академиями мирового ученого, преодолевший гигантским, неутомимым трудом недостаток своей подготовки и опрокинувший мировоззрение, выработанное лучшими представителями тогдашней цеховой науки, подготовивший нынешним государствам и народам возможность электрификации промышленности, — совершивший все это и сохранивший до конца весь юношеский энтузиазм и неугасаемую веру в дело науки, а вместе с тем всю ту скромность, с которой он впервые поступался в двери лаборатории Королевского института.

И, расставаясь с ним в конце нашего очерка, мы убеждены, что о себе лучше всего сказал сам великий ученый, когда написал в предисловии к «Исследованиям» скромные строки: «Другие части настоящих „Исследований“ также удостоились чести критического внимания различных ученых; всем им я весьма обязан; некоторые из их поправок я указал в подстрочных примечаниях. В других случаях я не почувствовал силы этих замечаний: время и прогресс науки наилучшим образом решают вопрос. Я не могу, положив руку на сердце, сказать: я желал бы, чтобы обнаружилось, что я ошибался. Но я горячо верю, что развитие науки в руках ее многочисленных и ревностных современных исследова-

телей даст такие новые открытия и такие общеприложимые законы, что оно и меня заставит думать, что все то, что написано и пояснено в настоящих „Экспериментальных исследованиях“, принадлежит к уже пройденным этапам науки.

Том II

Второй том значительно меньше первого по объему. Собственно серий, которых в первом томе содержится четырнадцать, здесь представлено четыре: пятнадцатая — восемнадцатая (с датой написания от ноября 1838 до января 1843 г.).

И научное значение этих серий куда меньше. Так, пятнадцатая занимается свойствами электрического угря, восемнадцатая — грандиозной электростатической машиной Армстронга. Важными представляются серии шестнадцатая и семнадцатая, посвященные вопросу о происхождении электродвижущей силы гальванического элемента. Если мы вспомним, что в первом томе мы читали о великом открытии электромагнитной индукции, о знаменитых двух законах электрохимического разложения, об открытии существования диэлектрической постоянной, то сравнение окажется не в пользу второго тома.

Но интерес последнего чрезвычайно возрастает от того, что Фарадей включил в него другие свои статьи по электричеству, не доложенные в Королевском обществе и напечатанные не в «*Philosophical Transactions*». В этих работах мы встречаем материал очень крупного исторического и научного значения.

Серии пятнадцатая—восемнадцатая. Пятнадцатая серия посвящена, как сказано, исследованию явлений, наблюдаемых у электрических рыб. Напомним, что электрический скат *Torpedo* впоследствии дал свое имя самодвижущейся подводной мине. Фарадей занимается другим видом этих рыб — электрическим угрем (*Gymnotus*, т. е. оголец).

Здесь интересен начальный параграф, в котором Фарадей сводит жизненную силу (*living power*) к электричеству. Это — отголосок первых лет после открытия Гальвани, когда сам Гальвани и многие его последователи увидели в той физической силе, которая приводила в содрогание препарированные лягушечьи лапки, нечто близкое к таинственной «жизненной» силе, которая якобы осуществляет те же действия в живом организме. В более конкретном виде та же мысль появляется в пп. 1789—1791, где на месте «жизненной» поставлена «нервная» сила; распространение и вообще свойства последней сближаются со свойствами электричества.

Далее в пп. 1792—1794 предлагаются и некоторые опыты, которые должны разъяснить характер гипотетической связи между нервною деятельностью живых существ и электричеством. Напомним, что задача остается не решенной до конца и в наши дни:

В. Нернст в Германии и в особенности П. П. Лазарев в нашем отечестве действительно разрабатывали физико-химическую (собственно электрохимическую) теорию возбуждения в нервах.

При чтении этой серии, как и ранее, необходимо помнить для понимания текста Фарадея, в чем его терминология отличается от нашей, современной. В частности, «сила» у него почти постоянно означает «электрический заряд», «количество силы» — «силу тока», «напряжение» — «разность потенциалов», «электродвижущую силу».

Важно отметить, что Фарадей исследует здесь электрическое поле вокруг угря; именно оно особо его интересует. Он сравнивает его вид с полем магнита (п. 1784); только вокруг угря имеется поле, «наполненное циркулирующей электрической силой», а мы бы теперь сказали: «поле пространственно распределенных токов».

Напомним, что еще несколько лет тому назад Фарадею приходилось в особой серии (третьей) доказывать, что «животное электричество» есть такое же электричество, как и статическое («обыкновенное»), гальваническое (или «вольтовское»), термоэлектричество и «магнито- [т. е. индукционное] электричество», что оно так же характерно действует на вкус, производит удар, обнаруживает магнитные и электрохимические действия, искры и т. п. И здесь (п. 1770) он старается количественно характеризовать наблюдаемые действия, и здесь также затруднен отсутствием общепринятой системы электрических единиц.

В п. 1790 мы имеем в очень скромном пока виде нечто вроде формулировки принципа эквивалентности и взаимопревращаемости различных видов энергии. «Нервная сила» явно берется под одну скобку с другими, чисто физическими ее видами. Ставится задача о превращении этих последних в «нервную силу». Таким образом, Фарадей своими немудреными и всем понятными опытами и схемами принципиально ставит вопрос о доказательстве материалистического понимания нервных процессов.

Серии шестнадцатая и семнадцатая содержат опыты и высказывания Фарадея о происхождении электродвижущей силы гальванического элемента. Этим предметом Фарадей занимался и ранее (восьмая серия, пп. 875—965 и 989—1047; десятая серия, пп. 1119—1160; см. выше, стр. 144—145). Как известно, он решительно стал на сторону приверженцев химической теории против теории контактного возбуждения. Междоусобная борьба физиков по этому вопросу продолжалась вплоть до наших дней и окончилась созданием теории гальванического элемента, точной формулировкой понятия о «сторонних силах» неэлектрического характера, разделяющих друг от друга противоположные заряды тела и направляющих эти заряды против действия электрических сил.

Нам ныне не вполне понятен тот жар, с которым обрушивались друг на друга сторонники противоположных воззрений на этот предмет: ¹⁸ мы берем нужные нам элементы и из той и из другой теории, отбрасывая то, что фактически или логически оказывается неверным.

Фарадей идет гораздо дальше: он отрицает само существование контактных разностей на границе двух металлов и «правило Вольты», объясняющее, почему ряд замкнутых на себя металлов не дает тока. Фарадей заявляет, что он не знает опытов, которые установили существование контактных разностей и их взаимной компенсации. Он относится отрицательно к электрометрическим измерениям (п. 1808) и все свои измерительные опыты делает с помощью гальванометра. Конечно, этим он исключает на рассмотрение все явления, не осложняемые прохождением в цепи тока.

Мы теперь отлично представляем себе, что, с точки зрения энергетического баланса, ток с его тепловыми и, возможно, другими затратами должен находить себе компенсацию в каких-либо других освобождающих энергию процессах. Фарадей, конечно, нигде не пользуется этим термином. Работа написана в декабре 1839 г., когда не существовало еще ни понятия об энергии, ни основоположных работ Майера и Джоуля (пп. 1842 и 1843).

Но он находит этот источник «силы», как он выражается, в химическом действии. В своих рассуждениях по этому поводу он возвышается до истинного провидения (п. 2071 и подстрочное примечание к нему). Образование тока простым контактом есть «создание силы». «Сила» во многих явлениях так изменяется, что можно говорить о «преобразовании силы». Так, «химическая сила» дает электрический ток, и обратно. Теплота может преобразоваться в электричество, электричество и магнетизм преобразуются друг в друга. Но никогда, даже (I) в рыбах с электрическими органами, не наблюдается «творения силы», «производства силы» без затраты чего-либо, ее «доставляющего». Заменим здесь «силу» «энергией», и мы увидим широкую формулировку закона сохранения и превращения энергии; для времени Фарадея это — целая программа подлежащих установлению количественных соотношений. И только отсутствие последних — одинаково у Гюйгенса, Ньютона, Лейбница, Ломоносова, Фарадея — лишает этот строй мыслей того действительного значения, которое он приобрел во второй половине прошлого века, после труда Гельмгольца.

Фарадеевские высказывания нисколько не уступают формулировкам Майера ни в широте, ни в определенности. Цитируемое место следует считать самым значительным во всем материале шестнадцатой и семнадцатой серий.

¹⁸ На нашей родине академик Паррот был одним из важнейших авторитетов химической теории, а его ученик Ленц — последователем «экспериментального» учения Вольты.

Все прочее содержание их составляется из бесчисленного количества опытов, опровергающих возможность приписать зарождения тока действию одного контакта. Мысль Фарадея неутомимо создает новые схемы для такого опровержения, а количество осуществляемых опытов и их разнообразие поражают читателя и поныне. Целеустремленность всей работы дает классический образец для ученого исследования — дает на долгие годы и для труда в любой области знания.

Содержание последней серии (восемнадцатой) навеяно изобретением некоего Армстронга (впоследствии известного «пушечного короля») большой электростатической машины, которая имела вид настоящей заводской установки и работала посредством трения капелек воды в струе пара, с силой выбрасываемого из парового котла на противопоставленное ему препятствие. Изобретатель машины связывал происходящую при этом электризацию с испарением, или изменением состояния, воды, чем превосходил позднейшую — и, как мы знаем теперь, неверную — теорию Фр. Экспера о происхождении атмосферного электричества.

Фарадей убедительно показывает, что и в этой машине электризация вызывается только трением воды о препятствие. Любопытен устанавливаемый при этом порядок, в котором тела электризуются, и особое положение в этом ряду воды. Невольно связываешь это исключительное ее положение с ее исключительно высокой диэлектрической постоянной.

Электромагнитные вращения¹⁹ («О некоторых новых электромагнитных движениях и о теории магнетизма», «Прибор для электромагнитного вращения», «Описание электромагнитного прибора для демонстрации вращательного движения», «Заметка о новых электромагнитных движениях», «Исторический очерк...», «Историческая справка относительно электромагнитного вращения»). По этому вопросу мы находим здесь шесть статей общим объемом 30 страниц. Наиболее обширная, первая, статья особо интересна кроме своего содержания и тем обстоятельством, что она показывает нам Фарадея в самом начале его творчества — в 1821 г., за 10 лет до открытия им явления электромагнитной индукции. Он еще не нашел самого себя, своего языка и терминологии, многого еще не продумал и не додумал. Некоторые его высказывания поражают, позволим себе это выражение, наивностью, и эта наивность не всегда объясняется исторически.

Так, при описании «калоримотора» доктора Гейра²⁰ он полагает, что особо сильное действие этого элемента объясняется сильной (электростатической) индукцией, которую будто бы, при своеобразном устройстве элемента, его пластины оказывают друг

¹⁹ В дальнейшем изложении мы объединяем под тем или иным заголовком статьи сходного содержания.

²⁰ Это — две не соприкасающиеся друг с другом пластинки — медная и цинковая, опущенные в серную кислоту и свернутые спирально.

на друга. Правда, закон Ома открыт позже (в 1826 г.), и Фарадей мог не представлять себе значения малого внутреннего сопротивления; но уже тогда должно было быть ясно, что здесь индукция ни при чем. Далее, он непонятным образом полагает, что при его опытах с одним элементом направление тока будет противоположно тому, которое было бы в цепи, если бы в нее была включена батарея.²¹ Пишет здесь Фарадей вообще очень туманно, и его переводчик на немецкий язык предпочитает для ясности давать текст в своем вольном переложении.

За всем тем статья производит на нас глубокое впечатление; такое же впечатление она произвела на современных ей читателей. Сам Ампер назвал ее автора великим физиком; она была переведена на французский и немецкий языки; во французском тексте и примечаниях (А. Риффо) современники угадывали влияние Ампера, а Гильберт писал в предисловии к своему переводу: «Я могу только присоединиться к мнению г. Ампера; в преследовании своей основной мысли автор показал столько экспериментальной ловкости, такое богатство средств для вопрошения природы и одновременно столько остроумия и выдержки, что ему подобает выдающееся положение среди новейших физиков».

Фарадей экспериментирует в 1821 г., т. е. всего через год после открытия Эрстеда. Понятно, что представления относительно магнитного поля тока еще не уяснены современниками. По всей вероятности, первым, кто понял замкнутый характер магнитных линий вокруг тока, был Воластон; это он, по словам Фарадея, произнес при нем выражение, что этот магнетизм является вихреобразным (*vertiginous*), чем перевернул воззрения Фарадея, который искал притяжений и отталкиваний полюса стрелки током. Руководствуясь картиной таких вихреобразных сил, Фарадей и создает первые приборы, показывающие возможность непрерывных вращений магнитов вокруг тока и токов вокруг магнита. Не надо смущаться их игрушечными размерами: это — прообраз всех будущих электродвигателей и одновременно — новый принцип непрерывного вращения, пришедший вместе с этими приборчиками на смену принципу поступательно-попятного движения, лежащего в основе паровой машины.²²

В этой же статье Фарадей высказывается по поводу только что появившейся теории магнетизма Ампера. Как и многим современным ему читателям, теория Ампера представляется Фарадею не вполне ясной: токи в магните имеют молекулярные размеры. Как может их действие равняться действию одного тока, охваты-

²¹ Интересно, что переводчик статьи на немецкий язык — издатель «Анналов физики и химии» Гильберт — присоединяется к этому странному мнению (см.: *Ann. der Phys.*, 71, 1822, стр. 127).

²² Первые конструкторы электродвигателей по старой привычке пытались и в них, впрочем, пропало, применить принцип поступательно-попятного движения.

вающего боковую поверхность магнита? В том же томе, где напечатано гильбертовское изложение статьи Фарадея, имеются статьи О. де ля Рива и письмо Г. Дэви к Волластону, направленные против теории Ампера. Как видим, признание воззрений Ампера пришло не сразу. Фарадей — большой сторонник теории Ампера.

Открытие электромагнитных вращений принесло Фарадею много личных огорчений: его чуть не обвинили в плагиате у Волластона, чуть не забаллотировали при выборах в члены Королевского общества. Отголоском этой грустной истории является статья второго тома: «Историческая справка относительно электромагнитного вращения» (последняя статья этого раздела). За другими подробностями дела отсылаем к биографии Фарадея.²³

Об электромагнитной индукции. («Электромагнитный ток (под влиянием магнита)», «Об электродвижущей силе магнетизма», «Ошибки Нобили и Антинори относительно магнитоэлектрической индукции. Письмо г. Гей-Люссаку», «Новые опыты, относящиеся к действию магнетизма на электродинамические катушки, и описание новой электродвижущей батареи (Даль-Негро)», «О магнитоэлектрической искре и ударе и о специальном условии электрической и магнитоэлектрической индукции», «Дополнительные соображения относительно магнитоэлектрической искры и удара»). Сюда относятся шесть статей. Первая любопытна в том отношении, что заставляет умолкнуть многих претендентов, которые «почти» или «чуть-чуть не» открыли одновременно с Фарадеем явление электромагнитной индукции и при этом искали длительного тока под влиянием поднесенного магнита. Оказывается, что в числе таких «неудачников» был и Фарадей, но за целых шесть лет до своего великого открытия.

Три следующие статьи имеют предметом попытку двух итальянских ученых (Нобили и Антинори) «захватить инициативу» в разработке открытия Фарадея (электромагнитной индукции). Краткое изложение этой истории имеется в первом томе «Исследований» (примечание автора к первой серии).

Леопольдо Нобили известен нам как солидный ученый, со многими ценными работами на ранних стадиях учения об электромагнетизме. Но его работа,²⁴ помещенная Фарадеем во втором томе «Исследований», производит неприятное впечатление крайней развязностью приемов и тона: то он рассыпается перед Фарадеем в преувеличенных похвалах и любезностях, то как-то покровительственно «похлопывает его по плечу», то снисходительно критикует его результат — и все это, еще не прочитавши его работы (первая серия), а зная ее только по чужому изложению. Резуль-

²³ На русском языке см.: М. И. Родовский, Фарадей. Биографический очерк, М., 1936 (Серия «Жизнь замечательных людей»).

²⁴ Соавтор его, Антинори, — по-видимому, весьма второстепенная фигура.

татов Фарадея он, конечно, не понял и не усвоил. Опыт Араго, который после открытия Фарадея впервые получил свое разъяснение (см. пп. 81—139, первый том), он истолковал по-своему и совершенно неверно.

Итальянские ученые произвели те же опыты, что и Фарадей, относительно индукции токов земным магнитным полем и изложили их так, что многие, например Даль-Негро, приняли их работу за самостоятельное «открытие». Наконец, номеру журнала, в котором они поместили свою статью, была присвоена ложная (или, во всяком случае, неправильная) дата, вследствие чего они оказались упреждающими работу Фарадея. Последний на этот раз вмешался чрезвычайно энергично и резко, написав примечания к статье Нобили и Антинори, затем письмо к Гей-Люссаку, как редактору «*Annales de Chimie et de Physique*», и, наконец, примечания к письму-статье Даль-Негро. В настоящее время никому и в голову не придет сомневаться в приоритете и в авторстве Фарадея.

История более поучительна с той точки зрения, что дает ясное представление о том, как плохо понимали Фарадея его современники и как он со своими представлениями о силовых линиях и о силовом поле был одинок вплоть до того времени, когда его воззрения были восприняты и провозглашены на весь мир усилиями другого гениального электрика — Максвелла. Впрочем, полную ясность учение об индукции получило только тогда, когда оно понадобилось для практических приложений, для электротехнических расчетов динамомашины и электродвигателей.

Интерес к полемике Фарадея снижается слабостью его оппонентов, в особенности Даль-Негро (последний попутно описывает несуществующее явление различия в силе двух полюсов магнита); да и другие два автора не могли ему ничего ответить.

Последние две статьи этого цикла работ относятся к явлениям искры и удара при замыкании и размыкании токов. Не все, что Фарадей говорит в статье «О магнитоэлектрической искре и ударе...», верно. Он сам исправляет свои ошибки в следующей статье («Дополнительные соображения...»).

Но здесь содержатся мысли необыкновенной важности, впоследствии давшие физике обобщения самого широкого, можно сказать, философского характера. На стр. 293 Фарадей говорит о кажущейся инерции движущегося электричества. Он довольно быстро устанавливает связь этой инерции с магнитным полем движущихся зарядов, с полем, которое значительно усиливается присутствием железа. Мы знаем, что этот термин «кажущейся инерции... электричества» задержался в науке до 90-х годов прошлого века. Дж. Дж. Томсон впервые определил количественное значение этой «кажущейся массы» движущегося заряда — определил в точности по рецепту Фарадея, учитывая величину магнитного поля заряда.

Труды большого числа теоретиков и среди них таких, как Аббагам, Лоренц, популяризировали эту идею, нашедшую свое окончательное блестящее оформление в теории относительности Эйнштейна, где «инертной» оказывается уже не только магнитная, но и всякая энергия, сообщенная движущемуся телу. Все это имеет свое начало в немногих строках второго тома «Исследований» Фарадея, написанный в форме письма в «Philosophical Magazine» в 1834 г.

О магнитных свойствах тел («Действие холода на магнитные стрелки», «Об общих магнитных отношениях и свойствах металлов», «Заметка о магнитном действии марганца при низких температурах», «Об общих магнитных соотношениях и свойствах металлов, Дополнительные данные»). Мы не найдем здесь особо важных опытов и соображений, но статьи исторически важны, так как показывают ранний интерес Фарадея к магнитным явлениям; последующее открытие и исследование пара- и диамагнетизма становится понятным как плод долгих и неутомимых опытов и размышлений.

Опровергается указание о потере железом и сталью магнитных свойств при низких температурах (до -80°C), опровергается магнетизм марганца при столь же низких температурах. Ошибочно отрицаются магнитные свойства кобальта. Устанавливается, что точка, при которой исчезает магнитная индукция, различна для железа и никеля; сталь теряет способность быть постоянным магнитом при более низкой температуре, чем та, при которой она, как и мягкое железо, лишается вообще всех магнитных свойств, — мы бы сказали: коэрцитивная сила пропадает ранее, чем высокое значение коэффициента намагничивания.

Общая теория электрических явлений («Письмо профессору Фарадею о некоторых теоретических взглядах от Р. Гейра», «Ответ на письмо д-ра Гейра...», «О втором письме д-ра Гейра...», «О статическом электрическом индуктивном действии»). Эта дружественная переписка в высшей степени важна, так как дает отчетливое понятие о тех недоумениях, которые возникали у современников (а отчасти возникают и у нас) при чтении первого тома «Исследований», а также теми разъяснениями и дополнительными соображениями, которые здесь дает Фарадей.

Важнейшие пункты, которые вызывают недоумение Р. Гейра,²⁵ таковы: 1) он плохо себе представляет, что такое действие «смежных частей»; 2) он не понимает, как частица может быть заряжена одним видом электричества, если она вообще может только поляризоваться; 3) его крайне смущает фарадеевское утверждение о тождественности проводимости и изоляции; 4) участие про-

²⁵ Напомним, что в первом томе «Исследований» Фарадей сочувственно описывал новую батарею Гейра, в настоящем он описывает опыты, которые производил с помощью его «калоримотора».

межучасточных частиц в явлении индукции он не умеет связывать количественно с фактом, что диэлектрическая постоянная газов равна единице; 3) «количество» и «напряжение» в явлениях электричества тоже представляют для него камень преткновения.

Сверх этих важнейших вопросов возникают и другие, о которых мы говорить не будем, а затем Гейр делает попытку создать нечто вроде своей теории, которая, однако, с точки зрения последующей истории развития наших воззрений не представляет для нас интереса.

Фарадей отвечает своему корреспонденту в своем письме к нему; некоторые свои мысли, высказанные в этом письме, он развивает далее в последней статье этого цикла.

Прежде всего о «смежных частицах». Уже в первом томе мы видели, что «смежными» Фарадей называет «ближайшие», хотя бы они и отстояли «на полдюйма» (п. 1616, см. также стр. 132). Судя по тем высказываниям Фарадея, которые мы находим во втором томе, было бы правильное вместо его выражения «индукция действует через смежные частицы» употребить другое: «все смежные частицы участвуют в явлении индукции»; думается, что высказанное в такой форме утверждение Фарадея не возбудило бы в его читателях никакого недоумения.

Другое недоумение вызвало у Гейра категорическое заявление Фарадея о невозможности «абсолютного заряда», т. е. заряда одного знака. Учение о поле находилось в зачатке, не было ясно, что силовые линии своими «концами» упираются в заряды противоположного знака, что поляризуется в этом смысле и лишенная вещества пустота, или, как мыслилось во времена Фарадея, «свободный эфир». Гейр же вывел из слов Фарадея заключение, что поляризоваться — и только поляризоваться, а отнюдь не заряжаться — должна каждая отдельная материальная частица.

Следует признать, что утверждение Фарадея о тождественности проводимости и поляризации приводит и нас в то же недоумение, как и его современников; разве только в том он оказался прав, что токи могут существовать как в проводниках, так и в изоляторах, но это стало ясно лишь позже, когда Максвелл создал учение о «смещениях» и «токах смещения».

О «количестве» и «напряжении» Гейр говорит с полным непониманием. Мы помним, что эти понятия были темны и для Фарадея (см. выше, стр. 112). Такой огромный разрыв существовал между теоретиками и экспериментаторами в те времена; напомним, что одновременно с Фарадеем работали Гаусс, Лаплас и Пуассон. Мы принуждены быть здесь весьма краткими, но обращаем внимание читателей на крупное историческое значение излагаемой полемики. Новые важные научные понятия нередко усваиваются как отдельными людьми, так и целыми поколениями только с трудом и как бы с сопротивлением. И ныне каждый изучающий ос-

новы теории электромагнитного поля мучится теми же сомнениями, какие мучали всех наших предшественников-физиков.

В ответе Фарадея уточняется его представление об индукции через промежуточные тела. Его рассуждения служат великолепной иллюстрацией к теореме Гаусса, хотя автор ничего о ней не говорит (да, конечно, он ничего о ней и не знает). И если бы теперь мы хотели изложить содержание теоремы Гаусса не как математическую формулу, а как физический факт, мы бы не могли найти лучший способ изложения, чем тот, который Фарадей применяет в ответе своему американскому корреспонденту, а также в статье «О статическом электрическом индуктивном действии».

Последняя статья второго тома посвящена изложению взглядов Фарадея на атомное строение и на атомистическую теорию вообще. Мы отмечали уже в первом томе, что Фарадей — анти-атомист, хотя и не вполне последовательный (см. выше, стр. 117). Закон кратных отношений и открытые им самим законы электролиза — те основы атомизма, которые были известны во времена Фарадея, — не убедили его в справедливости атомистической доктрины. В рассматриваемой статье он сосредоточивает свои главные аргументы по этому вопросу.

Основной его прием заключается в том, чтобы доказать внутреннюю противоречивость атомной гипотезы в вопросе о проводимости. Атомы трактуются как тельца, не соприкасающиеся друг с другом; пространство между ними образует непрерывную «сетку трех измерений». Спрашивается теперь: как здесь может осуществляться проводимость? Положим, что «пространство» не проводит; тогда, если «атомы» и суть проводники, проводимости быть не может, так как атомы друг друга не касаются; если же «пространство» проводит, то не может существовать непроводников.

Мы теперь знаем, что атом — не проводник и не изолятор; в нем имеются носители зарядов — ионы (и электроны), введенные в наш научный обиход главным образом самим Фарадеем. Когда эти ионы закреплены в атоме, мы имеем дело с изолятором, когда они от него легко отделяются — с проводником, и никакого внутреннего противоречия не оказывается. Это — один из примеров того, как много физика выигрывает, отказываясь от отождествления свойств микромира и макромира.

Минули другие затруднения, которые Фарадей находит для атомной теории в изменчивости того, что мы называем «ионными» и «атомными» радиусами. подойдем к его окончательным выводам.

Фарадей отвергает старое представление об атоме как неизменном, твердом, упругом и непроницаемом кусочке материи; он согласен допустить схему атома, предложенную Босковицем. Последний представляет себе атом исключительно как центр сил,

которые одни действуют на окружающий мир. Материальный субстрат атома отрицается, а силы являются какой-то сверхматериальной (духовной?) субстанцией.

Таким образом, Парадей в основном вопросе о веществе и его строении оказался в плену у этой сугубо идеалистической схемы. Но он принял ее целиком и подробно излагает ее следствия, причем его мысли чрезвычайно похожи на то, что лет 60 спустя писал один из творцов «энергетической» философии — Вильгельм Оствальд. Явное отрицание материи и замена ее энергией видны в тех рассуждениях, которые читатель найдет в последнем абзаце стр. 399 и далее на стр. 400 [10]. Конечно, это не материалистическое миропонимание, а нечто ему противоположное.

Однако, сделав раз уступку и признав атомы в принципе, Парадей в дальнейшем принужден говорить о свойствах атома как физик, и здесь его высказывания чрезвычайно интересны. Атом — подобие планетной системы, в которой «силы» (а мы помним, что, по терминологии Парадея, это «заряды») обращаются около центра «по экватору или как-нибудь иначе». Силовое поле является продолжением атома «на всю солнечную систему». Форма силового поля атома, вид линий сил определяет его взаимодействие с другими атомами; атомы взаимно пронизаемы и т. д.

Короче, мы видим здесь, хотя в довольно туманной форме, элементарный прообраз той схемы атома, которая была создана наукой в первой четверти нашего века.

О РАБОТАХ Э. Х. ЛЕНЦА В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА [1]

Еще в средней школе мы узнаем имя Э. Х. Ленца. Закон Джоуля и Ленца и правило Ленца принадлежат к самым основным элементам нашего физического и электротехнического образования. Вместе с тем, они нам сообщаются обыкновенно вне всякой исторической перспективы; и мы в впоследствии плохо представляем себе ту обстановку, в которой возникали эти законности, и то значение, которое они имели для последующего развития науки и техники. Восстановить во весь рост историческое дело нашего знаменитого соотечественника является нашим прямым и неотложным долгом по отношению как к нему самому, так и к чести нашей отечественной науки.

Как показывает биография Э. Х. Ленца, он имеет перед русской наукой многообразные заслуги: геофизик и океанограф, университетский профессор и администратор, академик и научный работник — физик, автор многочисленных учебников и пособий, — он во всех этих областях знаменует для русской науки и культуры новую эпоху. Но мы будем в дальнейшем говорить только о двух или трех важнейших направлениях работ Ленца — о его работах по электромагнитной индукции и о работе по нагревательному действию электрического тока. Более вскользь коснемся роли Ленца в установлении и разъяснении закона Ома.

Напомним, что в 1831 г. произошло событие, которое сыграло в дальнейшем огромную научную и техническую роль, преобразовав все учение об электричестве и создав новые и решительные предпосылки для утверждения за последним значения первостепенного энергетического фактора в развитии промышленности, транспорта, средств связи, освещения и проч. Мы говорим об открытии Фарадеем нового явления — того, что мы теперь называем «электромагнитной индукцией». Сам Фарадей не пользовался этим термином и разделял открытие им явления на два разряда — на «магнитоэлектрическую» и «вольтэлектрическую» ин-

дукцию. Соответственно он давал и совершенно различные правила для определения направления индуцируемого тока, — а иногда и по несколько правил для одного случая. Это показывает, что он и сам был не вполне удовлетворен своими указаниями. Современники Фарадея восприняли открытие с полным пониманием его огромного значения: многие журналы перепечатывали его знаменитые серии «Исследований по электричеству», многие авторы быстро включились в ту же работу, кое-кто сетовал на «удачу» Фарадея, опередившего их собственные труды на самую будто бы малость.

Были также попытки в некоторой доле изобразить себя соучастниками открытия. Давались новые формулировки для правил о направлении тока, иногда совершенно ошибочные. Этими работами заполнены месяцы и даже годы, непосредственно следующие за опубликованием работ Фарадея в «*Philosophical Transactions*».¹

Вот к этому моменту — точнее, к ноябрю 1833 г. — относится выступление Э. Х. Ленца.

Напомним читателю, что он в то время был совсем молодым человеком: ему было всего 29 лет. С этого возраста он вошел в плеяду людей, о которых человечество вспоминает целые столетия...

Напомним, что в электродинамике, в учении об электромагнетизме и в учении об индукции существует множество правил, определяющих направление того или иного действия. Сюда относятся: правило об амперовском «наблюдателе», о максвелловском «пробочнике», правило «правой руки» Флемминга и мн. др. Все они носят чисто кинематический характер. В отличие от них правило Ленца несомненно отображает некоторый динамический строй мыслей: какое-нибудь действие рассматривается с точки зрения тех сил, которые его могут произвести. Утверждается, что при индукции возникнет ток, противоположный тому, который произведет то же действие. Например: ток *A* притягивает ток *B*. Тогда, если во втором проводе не будет тока, а мы его будем приближать к первому, во втором возникает ток, который стремится оттолкнуться от первого, т. е. производит действие, противоположное тому, которое его вызывает.

Этот динамический характер правила Ленца, который выделяет его из многих упомянутых выше, предопределил и его дальнейшую судьбу — то большое будущее, которое ему предстояло пережить в истории физики вообще и электричества в частности. Назовем здесь два момента: когда в 1846 г. Фр. Нейман выводил законы электромагнитной индукции, он мог для этого вывода воспользоваться только одним выражением из всех, дан-

¹ См. первые две серии «Экспериментальных исследований по электричеству» [2], а также литературу, цитируемую самим Ленцем в его знаменитом мемаре о направлении индуцируемых токов [3].

ных его предшественниками, — и это было правило Ленца;² и когда Гельмгольц, перейдя от терминов силы к терминам работы, в своем гениальном мемуаре о законе сохранения энергии (1847) дал носящий его имя вывод величины э.д.с. электромагнитной индукции, он должен был сослаться опять-таки на Неймана и на Ленца. Имя последнего, таким образом, непосредственно связано с распространением закона сохранения энергии на область явлений электромагнитной индукции — шагом неизмеримого значения в науке и технике. Ленца должно с полным основанием причислить к тем немногим деятелям науки, которые явились прямыми и необходимыми предшественниками величайшего обобщения XIX в. — закона сохранения энергии.

Не меньшую важность имеет то обстоятельство, что Ленц здесь впервые ясно осознал и точно сформулировал принцип эквивалентности, который впоследствии сделался альфой и омегой электрического машиностроения. Из его правила ему было ясно, что комбинацией токов и катушек можно, пропуская в них токи, добиться вращения одних относительно других. Но тогда если, наоборот, в некоторые катушки тока не пускать, а заставить их вращаться за счет посторонней движущей силы, то во вращаемых катушках возникает индукционный ток той же величины, которая была бы нужна для того, чтобы в прежнем опыте получить такое же вращение. Теперь это — азбука, и всякий знает об одинаковом устройстве динамомашин и электромоторов. Но первый, кто ясно высказал этот принцип, был наш соотечественник Э. Х. Ленц.

Правило, установленное Ленцем, в его руках помогло решению еще одной насущной задачи теоретической и практической физики. Дело идет о точных магнитных измерениях — измерениях магнитной напряженности, намагничения железа, магнитных потоков и т. п. Э. Х. Ленц одним из первых предложил измерять величину магнитного потока теми индукционными действиями, которые производит создание или исчезновение потока. С этой точки зрения его следует назвать одним из авторов индукционных измерительных приборов. Читатель найдет в напечатанных в данном сборнике статьях Ленца большой материал по этому вопросу и сумеет оценить уверенность нашего соотечественника в значении устанавливаемых им закономерностей для будущего науки и техники. Для нынешнего научного и технического работника огромный интерес представит пережить при чтении мемуаров Ленца самое зарождение тех мыслей и представлений, которые для современной науки являются уже элементарными и излагаются в учебниках без благодарного обращения к имени их создателя, как нечто существующее если не вечно, то бесконечно данно.

² См.: Ann. d. Phys. u. Chem., Bd. LXVII, 1846.

На этих самых первоначальных основах учения об индукции Э. Х. Ленц, однако, не останавливается. Он обращает свои исследования на новый ряд вопросов, объединенных под малоговорящим общим заглавием «О зависимости величины индукционных токов от скорости вращения машины» [1].

Напомним опять историческую обстановку того времени — протяжении около десяти лет, — когда эти работы задумывались, производились и печатались. Когда вскоре после работ Фарадея была освоена мысль, что э.д.с. индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур тока, для конструктивных целей понадобилось увеличить эту скорость не за счет величины потока, в котором вращался ротор машины, — такая возможность в то время была очень ограничена в особенности незнанием законов магнитной цепи, — а за счет быстроты вращения. Такими опытами занялся не кто иной, как сам Вебер — один из создателей системы электрических измерений. Его опыты дали явное отступление от простой пропорциональности между скоростью вращения и величиной э.д.с. Так как в законе индукции сомневаться было трудно, Вебер предложил для объяснения установленных им отступлений гипотезу, что железо не успевает принять полного намагничения при слишком быстром изменении поля. Теперь мы знаем, что это не так и что релаксационные явления намагничения должны иметь совершенно другой порядок величины, но в то время никаких данных по этому вопросу не существовало.

Э. Х. Ленц берется за эту задачу, собирает обширный экспериментальный материал, умело и остроумно группирует его результаты и показывает, что популярная в то время гипотеза Вебера не способна удовлетворительно объяснить наблюдаемые закономерности. Одновременно он выдвигает собственное объяснение, которое оказывается вполне согласным со всеми наблюдаемыми особенностями явления и делает честь необыкновенной научной проницательности Ленца. Он догадывается о существовании явления, называемого ныне реакцией якоря при индукции в нем тока. Он, исходя из этого представления, предсказывает ход явления в зависимости от быстроты вращения и находит в опыте полное подтверждение этого предсказания.

Кто из современных электротехников не изучал в свои школьные годы этого явления? Кто не знакомился со способами борьбы с искрением якоря? Все это теперь представляется элементарным! Но кто из студентов (да и преподавателей) брал на себя труд порыться в истории вопроса и доискаться, кому принадлежит честь установления этого явления и этих приемов борьбы с ним? Все это является заслугой одного Э. Х. Ленца, который больше десяти лет убеждал современников в важности для техники поднятого им вопроса, приводил объяснение тех разнообразных неудач, которые постигали экспериментаторов при попытках

производить опыты с постоянным током, пользуясь не гальваническими, а машинными источниками, — и натапливался на непонимание и недооценку явления. А когда его поняли, то постарались забыть имя автора... Во всяком случае, предложенное Ленцем смещение щеток относительно нейтральной линии коллектора является теперь общепринятым средством в электротехнике, и без него не обходится ни одна современная силовая установка.

Переходим к другому классическому труду Ленца — к его исследованию относительно нагревательного действия токов [5]. Эта работа относится к 1843 г., т. е. непосредственно примыкает по времени к соответствующему исследованию Джоуля. И здесь для полного понимания громадного значения и особенностей этой работы необходимо выкинуть несколько глубже в исторические условия возникновения этой работы и оценить ее с точки зрения тех технических средств, которыми тогда располагала физика для разрешения задач такого почти метрологического характера.

Напомним, что в то время не существовало ни общепринятой системы единиц, ни точных измерительных приборов, ни даже тех научных предпосылок, которые были бы нужны для создания таких приборов, не говоря уже о том, что техника еще не освоила электрических генераторов и двигателей, а потому ее предприятия не нуждались в таких приборах. Их никто и не производил, представляя каждому ученому самому строить их каждый раз для себя. В частности, не существовало еще настоящих гальванометров, а примитивные приборы этого рода назывались мультипликаторами. Было теоретически известно, что тангенс угла отклонения стрелки при известных условиях пропорционален величине силы тока, проходящего через катушки гальванометра, но в справедливости этого правила существовали сомнения.

И вот Ленц сам строит гальванометр, сам его юстирует, сам проверяет на разные лады правило тангенсов и только после этого приступает к решающим измерениям. На пути его стоит, однако, еще одна капитальная трудность: хотя Ом уже давно — лет пятнадцать тому назад — дал его знаменитый закон, последний еще не вошел во всеобщее сознание как основной и несомненный закон природы. Напомним, что Фарадей его не знает и к нему не прибегает. Руководящие работники науки высказывают сомнения в его правильности, когда дело идет о переходе тока из твердого тела в жидкость, и подозревают существование особого «сопротивления перехода». И Э. Х. Ленцу для придания убедительности своим результатам приходится длинный ряд опытов посвящать опровержению такого воззрения или, по крайней мере, доказательству того, что если такое сопротивление и существует, то оно должно обладать странным свойством — быть не обратно, а прямо пропорциональным поперечному сечению соприкасающихся проводников.

Изучая труд Э. Х. Ленца, читатель легко усмотрит, какие фундаментальные данные автор собрал для решения вопроса и как твердо ему удалось доказать свои основные положения: а) выделяемое током тепло пропорционально сопротивлению проводника и не зависит от каких-либо других свойств последнего; б) оно пропорционально квадрату силы тока. Абсолютная величина тепла, выделяемого током, равным единице, в участке проводника, к которому сопротивление равно единице, определена быть не могла; не существовало единиц ни для силы тока, ни для сопротивления.

Ниже автор упоминает в самом начале своей статьи о работе Джоуля на ту же тему. Не будем умалять ее достоинств: посредством ее сам автор, безусловно, мог бы убедиться в существовании той же законности. Но той фундаментальности, строгости и полной убедительности, которые отличают исследование Ленца, в ней, конечно, усмотреть нельзя. Напомним, что и в другой, самой знаменитой своей работе — в работе по первому определению механического эквивалента тепла — Джоуль также довольствовался весьма приближенным значением этой величины, взяв среднее из очень сильно различавшихся данных отдельных опытов. Но в том случае он впоследствии сам исправил дело рядом замечательных по точности исследований. Здесь же работа Джоуля стала убедительной только после исследования нашего соотечественника. И потомки поступают, конечно, вполне справедливо, когда этому основному закону физики и электротехники присваивают имя обоих его авторов.

Мы видели, сколько труда пришлось Э. Х. Ленцу положить в данной работе на утверждение и разъяснение закона Ома. Нас завело бы слишком далеко, если бы мы захотели проследить и другие работы Ленца, в которых он преследовал — прямо или косвенно — ту же задачу. Он справедливо считается одним из ученых, которые более других способствовали утверждению этого закона в умах современников.

Последний цикл работ Э. Х. Ленца, который отражен в нашем сборнике, — это замечательные работы, произведенные им вместе с другим нашим ученым и академиком Б. С. Якоби и посвященные вопросу о действии электромагнитов [6]. В то время, когда они были начаты, по этому вопросу не существовало решительно никаких данных, а достижения отдельных ученых и конструкторов, добивавшихся больших или меньших успехов в этом деле, были обязаны случаю и удаче. Трудности, которые стояли на пути наших исследователей, были поистине громадны. Укажем на одну: отсутствовали какие бы то ни было точные данные по магнитным свойствам железа — по той «функции намагничивания мягкого железа», по которой уже гораздо позже, но ранее других ученых ставил свои замечательные опыты третий наш знаменитый соотечественник — А. Г. Столетов.

Можно смело сказать, что после работ академиков Ленца и Якоби наука и техника — и с той и с другой одинаково радели эти ученые — получили все те данные, которые в то время могли быть доступны. Конечно, это значительно менее того, чем располагают наши современники, и это понятно, так как только лет через 30 после их работ родилось и развилось понятие о магнитной цепи, ныне — первооснове всех электротехнических расчетов. Но в некоторой мере Ленц и Якоби подготовили для этого учения почву: уже у них мы видим пропорциональность действия электромагнита «числу ампер-витков», как говорим теперь мы, или «величине силы тока и числу витков катушки», как выражались наши авторы.

Интересно отметить, что авторы совсем не пользуются фарадеевским представлением о силовых линиях — этот метод привнес в науку значительно позже. Продумывая работы Ленца и Якоби с этой точки зрения, легко усмотреть, что образ силовых линий сделал бы результаты их значительно нагляднее и, несомненно, во многих случаях мог бы служить им как некоторый эвристический принцип. Но теория поля также родилась значительно позднее и развивалась только тогда, когда это понадобилось для уразумения и освоения теории Максвелла.

Русские ученые, работавшие в области электричества, на всех этапах развития этой науки сказали свое веское и громкое слово: в эпоху развития статического электричества — Ломоносов, Рихман, Эпинус, во времена «гальванизма» — Вас. Петров, на пороге развития электротехники и в современном значении этого понятия — Ленц и Якоби, а дальше — Яблочков, Чиколев, Попов, Лебедев... Всех тут назвать невозможно.

Нашим сборником мы пытаемся воскресить то русское слово, которое было сказано почти ровно 100 лет тому назад, — воскресить так, как оно было сказано, на языке того времени, во всеоружии знания, школы и таланта, со спокойной уверенностью и проникновением в будущее.

В. С. ЯКОБИ — ПРЕДШЕСТВЕННИК ОТКРЫТИЯ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ [1]

1

Поставим себе задачу: не в настоящем, а в прошлом искать примера того, как после победоносной революции класс-победитель выдвигает из своей среды целую плеяду выдающихся деятелей во всех областях культуры, науки и техники — деятелей, которые продолжают и закрепляют начатое им дело. Тогда вряд ли история укажет нам лучший пример, чем эпоху, непосредственно следующую за буржуазной французской революцией конца XVIII в.

Достаточно посмотреть на состав Парижской академии наук («института»), чтобы убедиться в этом: П. С. Лаплас — создатель небесной механики; Ж. Л. Лагранж — создатель теоретической механики; Ж. О. Френель — творец (наравне с Т. Юнгом) волновой теории света, один из гениальнейших геометров всех времен; его частый оппонент С. Д. Пуассон — оставивший следы своей работы едва ли не во всех областях теоретической физики; О. А. Коши — подающий академии столько докладов, что она вынуждена отказываться от приема его дальнейшего творчества; начинающий свое научное поприще Ж. Лиувиль; Ж. Л. Гей-Люссак — знаменитый физик и химик, сделавший ряд капитальных открытий без всяких физических приборов с одними склянками и трубками; Ж. Фурье — творец «аналитической теории теплоты» (учение о теплопроводности, с бессмертной теорией о разложении периодической функции в ряд по тригонометрическим функциям) [2], он же — непререкаемый секретарь академии до своей смерти (1830 г.); сменивший его на последнем посту Ф. Д. Араго — блестящий бытописатель академии, блестящий физик (хроматическая поляризация, «диск Араго» и мн. др.), блестящий астроном и блестящий ленивый общественный деятель.

Поражает в особенности выраженная практическая направленность этого исключительного собрания. Правда, такая тенденция и ранее отличала французских ученых; вспомним имена Б. Паскаля, Д. Палена, Ш. О. Кулона, Ж. Монгольфье, которые все наряду с глубоким научным творчеством дали замечательные технические изобретения, предложения, конструкции. Но теперь, в связи с совершавшимся в то время во Франции великим промышленным переворотом, этот оттенок работы стал ее основным направлением.

Быстро стала развиваться техническая химия трудами Н. А. Воклена, К. Л. Бертолле, Ж. А. Гей-Люссака, Л. Ж. Тенара и др. В механике техническая направленность сказалась прежде всего в конкретизации понятия о работе: то, что прежде было «потенциальной» или «силовой» функцией — чисто математической величиной, стало, при учете действия машины, работой в современном смысле этого слова; самый термин работы (*travail*) вошел в научный обиход именно в это время по предложению инженера-генерала Ж. В. Понселе.¹

Среди других имен, связанных с механикой, назовем Л. М. Г. Навье — «отца механики машин», как его называет Араго; Г. К. Ф. М. Прони — создателя зажима, до сих пор применяемого для определения усилий, развиваемых машинами-двигателями, а также при определении механического эквивалента тепла по способу М. Пулуйя. Но на первом месте здесь стоят изыскания по теплоте и по тепловым и механическим свойствам газов — конечно, в связи с явлениями, наблюдаемыми в паровой машине, которая совершала свой триумфальный вход в промышленность.

На родине Д. Уатта не было и в малой степени сделано того, что было достигнуто усилиями ученых Франции: здесь было обнаружено, что при расширении газы охлаждаются, а при сжатии нагреваются; здесь искали объяснения этого факта, относя его за счет теплоемкости пустого пространства.² Здесь Лаплас предложил воздержаться от объяснения факта, оставшегося необъясненным, и ограничиться признанием существования двух различных удельных теплот газа — при постоянном давлении и при постоянном объеме. Пуассон сумел тогда же без каких-либо термодинамических соображений вывести уравнение для адиабатного расширения газа.³

¹ Часть его творчества протекала в Саратове, где он жил после того, как попал в плен в 1812 г.

² Так, между прочим, Н. Клеман и Ш. Дезорм получили результаты своей работы на премию, объявленную Парижской академией.

³ П. С. Лаплас ввел отношение теплоемкостей в формулу Ньютона для скорости распространения звука и тем привел теоретическую и экспериментальную величины этой скорости к полному совпадению тоже без всяких термодинамических соображений.

Гей-Люссак в 1807 г. открыл общегазовый закон теплового расширения и произвел замечательный опыт расширения газа в пустоту.¹ Отсутствие теплового эффекта в этом случае также осталось поразительным и необъясненным фактом.

Конечно, все эти труды находятся в прямом отношении к тепловому двигателю. Вне академии шла та же работа. Так, братья Ньепсы (Клод и Нисефор) изобретают первый двигатель внутреннего сгорания («пирзолотор»), удостоившийся лестного признания Института (Л.-Н. Карно и К. А. Бертолле) [3]. Ж. П. Паттю предлагает нечто вроде домкрата, основанного на тепловом расширении воды, Каньяр де ла Тур открывает критическое состояние паров и т. д.

На самой границе первой и второй четверти прошлого века (в 1824 г.) в физике происходит событие огромной важности — появляется (опять-таки во Франции) брошюра Николай Сади Карно «О движущей силе огня» — гениальное предвидение второго закона термодинамики. Только слабым ее распространением можно объяснить отсутствие должного резонанса на рассеянные в ней мысли.²

Как мы говорили выше, научно-техническая работа во Франции, переживавшей промышленный переворот, не имела себе равной ни в Англии, уже пережившей его, ни в Германии, еще в него не вступившей. Кого эти страны могли бы противопоставить вышеуказанному блестящему перечню? В Англии можно назвать Б. Румфорда³ и Г. Дзви — оба с капитальными экспериментальными работами по теории тепла, оба противники теплородной теории. Еще Перкино — инженер и изобретатель (проект паровой пушки,⁴ 1824 г.). А в Германии — просто никого.

2

Но это не значит, что передовое научно-техническое течение не привлекло к себе внимания передовых деятелей немецкой техники. Таковы были (несколько позже) братья Вернер и Вильгельм Сименсы, но у них это направление быстро уклонилось в чистое предпринимательство. Таковы были многие другие, и в числе их Моритц Герман Якоби — будущий русский академик Борис Семенович Якоби [5].

¹ Его приписывают обыкновенно Д. П. Джоулю, что совершенно неправильно; правда, опыт Ж. Л. Гей-Люссака описан в труднодоступном журнале, но на него ссылаются Николай Сади Карно и Ю. Р. Майер.

² Уже в 1834 г. ее содержание вновь изложил Б. П. Э. Клапейрон, введший при этом усвоенный в термодинамике графический метод Клапейрона. Он в течение некоторого времени профессором Института инженеров путей сообщения в Петербурге.

³ Родом американец, Бенджамин Томсона, одно время — директора пушечного завода в Баварии.

⁴ О ней упоминает Нисефор Ньепс в переписке с братом [4], а также Якоби в статье, о которой мы будем говорить ниже.

Б. С. Якоби проявил свои природные таланты в самых различных областях и вошел в историю как создатель первого промышленного электродвигателя, гальванопластики, телеграфных аппаратов, гальванических мин, как автор важных метрологических предложений. Но здесь мы будем говорить о двух статьях, посвященных общезначительным высказываниям: «Об использовании сил природы для работы человека» [9] и «О взаимоотношении силы природы» [1]. Преимущественно интересовать нас будет первая из них.

В момент ее написания Б. С. Якоби еще очень молод — ему всего 33 года. Выходец из состоятельной, но не богатой семьи (его отец — банкир в провинциальнейшем Потсдаме), он проучился два года в университете, но докторской степени не домогался, а для заработка выдержал экзамен на архитектора.⁸ Его младший брат, Карл Густав Якоб Якоби,⁹ очень рано получил профессию в Кенигсберге, куда за ним последовал и старший брат. В Кенигсберге Б. С. Якоби занимался, за неимением лучшего, переводами и публичными лекциями. Одна из последних и послужила материалом для интересующей нас статьи.

Этот доклад архитектора Якоби замечателен во многих отношениях. Прежде всего, он обнаруживает в молодом авторе превосходную эрудицию в самых широких вопросах современной ему техники, включая сюда и ее методы, и средства, и ее стремления, и цели. Когда он говорит, например, о силе, то он сейчас же останавливается на способах ее определения. Для этого ему служит или сравнение с силой тяжести, или динамометр, — и он называет наиболее современный ему динамометр Ренье. Он сообщает также читателю, как решать более трудную задачу — измерить силу, развиваемую на вращающемся валу машины, сообщает о недавнем изобретении Г. К. Ф. М. Прони. Кстати, он справедливо критикует это изобретение (конечно, в смысле удобства его применения) и высказывает мнение, что оно может быть во многих отношениях усовершенствовано.

Но главное механическое понятие, которым оперирует в своем докладе Якоби, это — *раббтз*; он и пользуется этим совершенно новым термином. Он развивает это понятие перед своими слушателями, как и мы вводим его, постепенно усложняя условия, в наши курсы: сила постоянная, того же направления, как передвижение, а потом — направления, не совпадающего с направ-

⁸ Мы переводим таким образом немецкий термин «Baumeister», что, собственно, означает нечто меньшее, чем то, что мы понимаем под словами «архитектор». Это, скорее, — «строительный техник».

⁹ Он — знаменитый математик и механик, и его имя упоминается во всех курсах динамики. Впоследствии он был избран членом Берлинской академии наук; здесь он принял активное участие в революционном движении 1848 г., чем навлек на себя неудовольствие придворных сфер. Чрезвычайно интересна переписка двух братьев — петербургского и берлинского, — изданная Аренсом [10].

лением передвижения. Рассматриваются и особые случаи: передвижение по горизонтальной поверхности при действии одной силы тяжести; при этом изобличается ошибочный ответ, даваемый на вопрос современным физическим словарем Геллера; ставится и решается сложный вопрос, должен ли человек работать, если он держит тяжесть неподвижно, и т. д.

Рассказывается о «вечном двигателе», который объявляется заблуждением; сообщается, что «никакой механизм не может дать увеличения работы» и что из «знаменитого принципа виртуальных скоростей»,¹⁰ а также не менее знаменитого принципа Д'Аламбера следует, что при всех условиях произведение, которое мы называем работой, остается неизменным».

Сейчас это положение является элементарным; да еще в 1775 г. Парижская академия постановила, руководствуясь не столько строгими научными основаниями, сколько здравым смыслом, не принимать к рассмотрению проектов вечного двигателя. Однако мы позволим себе напомнить следующее: почти одновременно с лекцией Якоби бр. К. и Н. Ньепсы (изобретатели пирролофора) разгорались на постройке вечного двигателя [¹¹]; несколько ранее известный и уважаемый физик Д. Брюстер сообщил в «Annales de Chimie et de Physique», что он лично видел в действии такой двигатель; известный химик Ж. Б. А. Дюма на вопрос Дагерра ответил, что считает возможным скомбинировать такую систему, фосфоресценция которой продолжалась бы вечно.¹² А если обратиться к XVIII в., то знаменитый Л. Эйлер вообще считал вечный двигатель возможным и поощрял попытки Кулибина изобрести его [¹³].

Если прежде физики, начиная с Х. Гюйгенса, Г. В. Лейбница, бр. Бернулли, понемногу устанавливали принцип «сохранения живой силы», если Ж. Монгольфье уже утверждал, что «живая сила — это то, за что платят», то теперь они перешли на другую формулировку: сама «живая сила» (или, по-нашему, кинетическая энергия) является тем, на что затрачена работа; платят именно за работу; важны запасы работы, ее источники. И человечество постепенно инвентаризует эти запасы — те, которые оно умеет использовать. Это — мускульная сила человека, животных (конные приводы, подъем вьюков в гору); энергия воды, если имеется разность уровней (водяные мельницы и вообще водяные двигатели),¹² в особенности при наличии водопадов; кинетическая энергия ветра. Всеми этими источниками занимается и Якоби. Интересно, что для расчета энергии человека он распола-

¹⁰ Мы называем его принципом возможных перемещений.

¹¹ Впрочем, этот пример выпадает из области чистой механики.

¹² Насколько нам памятно, одним из ранних заводов, работавших водой, в России были созданные при Петре I Тульский оружейный завод (на запруженной реке Упо; родина мосинской винтовки) и Сестрорецкий, при основании — пушечный (на запруженной реке Сестре).

гает наиболее ранними данными, а именно теми, которые сделаны бр. Бернулли, — это и понятно, так как при них еще большое значение как источник работы имела именно мускульная сила человека;¹³ уточняются наимыгоднейшие условия работы.

Очень подробно Якоби останавливается и на работе животных; он называет заводы, которые при нем работали на конных приводах (в Фрейберге, Фаллуне), указывает достигаемые при этом скорости. Упоминается работа волов, ослов, мулов.

О воде говорится мало; указывается, что вообще водяной двигатель дает «полезную работу» порядка от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$; особо удачные конструкции (к ним относятся «водяные колеса г-на Понселе») дают коэффициент полезного действия от 70 до 75%. Конечно, сравнительно малый интерес к гидросиловым установкам объясняется систематически неудобным расположением источников водяной силы: водопады расположены в труднодоступных горных странах, где на месте не может быть крупных потребителей энергии. На равнинных реках только современная советская техника научилась создавать рентабельные силовые установки, а главное — человечество со времен Якоби нашло средство передавать энергию на расстояние по электрическим проводам.

Столь же мало внимания отдает Якоби силе ветра. Конечно, следует согласиться с ним относительно неустойчивости и непостоянства этого источника энергии, а также сравнительно узких границ применимости: слишком слабый ветер не работает, слишком сильный может разрушить силовую установку. Однако последняя опасность устраняется приданием установке большей прочности и регулировкой эффективной площади крыльев; первая в значительной степени парируется усовершенствованием самого работающего механизма.¹⁴

Подводя итог этой части, обратим внимание на то, как высказывания Якоби точно соответствуют тем энергетическим отношениям, которые характерны для его времени: еще не покончено с мускульной энергией человека как источником силы; в экономически отсталых странах даже большие заводы «движутся» конной тягой; ветровыми двигателями, находящимися в широчайшем распространении, никто серьезно не занимается — они считаются обреченными; вода как двигатель существует только в полукустарных установках. Прогрессивным является тепловой, в частности паровой, двигатель.

¹³ По этим подсчетам, человек в среднем за 8-часовой рабочий день может произвести работу около 200 000 кГм, т. е. в среднем в 1 сек. около 7 кГм. Эта мощность меньше 0,1 лошадиной силы; на самом же деле лошадь совершает работу, только раз в 7 превышающую работу человека.

¹⁴ Мы помним, как на показательной мельнице, построенной ЦАГИ в 1922 г. под Каширой, элементарнейшая борьба с трением внутри механизма привела к тому, что мельница молота вполне исправно даже тогда, когда все окружающие, обычного типа мельницы безнадежно стояли.

Как же высказывается Якоби относительно теплоты? Напомним, что за редкими исключениями, в которых мы говорили выше (Б. Румфорд, Г. Дэви), все физики того времени безраздельно стоят на точке зрения «теплорода», и даже гениальный провидец второго закона Сади Карно исходит в своих выводах из этой чуждой нам гипотезы. Со времени Ломоносова, Лейбница, Бернулли, Ньютона, Гюйгенса успехи калориметрии и учения о теплопроводности вытеснили из физического обихода теплоту как род движения. И это в то время, как тепловой двигатель («огневая машина») производит один из самых мощных переворотов в человеческом обществе.

Якоби пишет: «Теплота — животворящее начало всей природы; она является тем двигателем, который более или менее непосредственно возбуждает деятельность всех ее сил... расширяя или сжимая все тела, она производит работу, равную той, которую производят другие механические приспособления, чтобы вызвать такое же изменение объема».

Вспомним, что самые выдающиеся физики начала XIX в. с недоумением остановились перед фактом, что нагреваемый воздух (и другие газы) требует при расширении добавочного тепла. Вспомним, что в такое же недоумение их поверг результат Ж. Л. Гей-Люссака: расширение в пустоту не требует добавочного тепла. Вспомним, наконец, что С. Карно не сумел объяснить отмеченный им интереснейший факт, что разность удельных теплоемкостей всех двуатомных газов (O_2 , N_2 , H_2) имеет одинаковую величину.¹⁵ Тогда мы оценим значение слов Якоби, что при расширении теплота производит работу. Все цитированные примеры получают тогда естественное объяснение.

Сделал ли Якоби отсюда необходимые выводы? Заметим, что он знал брошюру С. Карно: он описывает в одном месте своей статьи пирофосфор Клода и Нисефора Ньепсов и делает это, очевидно, со слов С. Карно, так как повторяет при изложении ту же ошибку, которую допускает последний, утверждая, что бр. Ньепсы применяли в качестве горючего лилоподий (на самом деле — размельченную смолу) [11]. Но Якоби не пошел в своих вычислениях по стопам С. Карно, а воспользовался другим способом расчета, более ему, как инженеру-практику, свойственным, — он пытается вычислить эквивалентное отношение между теплотой и работой из данных о работе над поршнем. Рассуждает он при этом так: обратим в пар 1 кг воды при 100° C; на это мы истратим 537 кал.,

¹⁵ Как показывают записи С. Карно, опубликованные его братом в 1885 г., он в конце концов понял значение этого факта и сделал должный вывод: вычислил из имевшихся данных по теплоемкостям газов величину механического эквивалента, получив при этом ту же величину, какую позже (в 1842 г.) нашел Ю. Р. Майер.

объем при этом увеличится примерно до 1700 литров; расширяясь, пар производит против атмосферного давления (1 кг на 1 кв. см) работу около 1700 вГм. Сравнение с затраченной теплотой даст механический эквивалент тепла.¹⁶

Этот подсчет совершенно неправилен: в «отработавшем» паре еще содержится большое количество тепла, не принятое здесь в расчет. Поэтому полученная Якоби величина эквивалента раз в 130 (1) меньше истинной. Далее, ни одна машина не работает при одной атмосфере и, по принципу Карно, не может при таких условиях работать; повышая температуру котла и давление пара, мы получим совсем другие цифры для эквивалента (кстати сказать, Якоби и не оперирует этим понятием, а применяет свой расчет в инженерно-практических целях).

В результате указанной ошибки Якоби не дал правильной величины эквивалента и не может претендовать на заслугу открытия закона сохранения энергии. Но он, несомненно, подошел к этому открытию на один шаг ближе своих предшественников: он указал, что при вычислении теплового баланса необходимо принимать во внимание работу.

Замечательно, что все связанные с открытием закона сохранения энергии рассуждения заключают в себе те или иные ошибки: Карно исходил из неправильной идеи теплорода; Майер писал, что живая сила равна mv^2 . Джоуль и Гельмгольц исходили из неправильной идеи о чисто механической основе всех явлений. Из других конкурентов на участие в великом открытии¹⁷ прошлого века К. Гольцман стоял на точке зрения сохранения теплорода, а А. Кольдинг придавал силам природы какой-то духовный характер, что, по его мнению, и создает им предикат неразрушимости.

Конечно, Майер, Джоуль и Гельмгольц суть создатели закона. Но ряду лиц — и в том числе, конечно, и Якоби — приличествует честь быть предшественниками этого открытия.

Б. С. Якоби говорит не только о двигателях, но и вообще о «движущей силе» расширения тел. Так, он сообщает о предложении Боннемана воспользоваться таким устройством: в V-образной трубке нагревать одно колено, а затем заставить работать образовавшуюся разность уровней. Якоби относится к этому предложению скептически. Однако именно этот принцип лежит в основе водяного отопления, получившего в нашей стране столь широкое применение.

¹⁶ Якоби — в последующем горячий пропагандист метрической системы (он является автором предложения о легальном метре) — в данной статье пользуется фунтами, футами, кв. дюймами, кв. саженями и т. д. Для удобства читателя мы произвели соответствующие пересчеты.

¹⁷ Цитируем по немецкому изданию 1913 г. работы М. Планка «Принципы сохранения энергии» (стр. 34, 35).

Якоби мечтает и о других тепловых двигателях, кроме паровых. Он пишет: «Чтобы воспользоваться... расширением газовым образом, делали попытку быстро и сильно нагревать атмосферный воздух в замкнутых сосудах путем сжигания легко воспламеняющихся материалов, например порошка ликоподия.¹⁵ Это, правда, вызывает значительное давление и движение,¹⁶ но опыты этого рода были оставлены из-за чрезмерно больших трудностей конструктивного порядка. Однако этот принцип сулит большие экономические выгоды, и потому можно надеяться, что дальнейшие попытки приведут к более счастливым результатам». Они палили в сотнях тысячах двигателей внутреннего сгорания; и борьба за их питание — за нефть — одна из направляющих сил в политике капиталистических держав мира.

Якоби говорит и о движущей силе пороха. Однако он полагает, что она применима только в орудиях, т. е. для баллистических целей. По его подсчетам, орудие, дающее 12 выстрелов в час, и с зарядом в 24 фунта (около 10 кг) развивает мощность, равную 7 л. с. Якоби соглашается с мнением Прехтеля о невозможности воспользоваться порохом для приведения в действие машин.²⁰

Наконец, мы находим у Якоби такое высказывание: «Механика старалась извлекать пользу также из легкой воспламеняемости и большой взрывчатой силы многих газов, как, например, чистого водорода или углеводородного светильного газа». И далее он говорит (весьма суммарно) о газовой машине англичанина Броуна: «Я думаю, что она не выдержит более строгой проверки». Нам не удалось выяснить, о какой машине здесь идет речь, но, по-видимому, это — машина из серии Броун-Бовери, открывшая путь в технику газогенераторному двигателю. Здесь Якоби не угадал в колыбели новорожденного великана.

Нам остается сказать немного. Нет ли у Якоби каких-либо соображений о двигателях другого рода? Правда, здесь трудно чего-либо ожидать: электродвигатель, вытекавший из открытия Фарадеем магнитных вращений, еще не вышел из детской стадии; мы знаем, что именно Якоби потрудился над тем, чтобы превратить его в техническую машину, и что эти труды начались именно в Кенигсберге. И вот, в виде чрезвычайно странного вступления к этим знаменитым трудам, мы читаем статью 1834 г. [¹²]: «Механический *regretium mobile* невозможен, так как каждая движущая сила может дать только равный ей эффект; физический, конечно, можно себе представить, ибо он нуждался бы лишь в дан-

¹⁵ Это и есть упоминание о «пироолофоре» (бр. Ньепсов), о чем мы говорили выше.

¹⁶ Конечно, здесь происходит не только расширение имеющегося газа, но и образование углекислоты и водяного пара за счет сгорающего материала.

²⁰ В известном романе Э. Золя «Париж» два молодых инженера ставят себе как раз эту задачу.

жущей силе, которая могла бы, подобно магнетизму Фарадея, возбуждаться простым движением и потому не нуждалась бы в питании или требовала бы его очень мало и — в чем состоит, в сущности, значение регретиум *mobile* — действие которой не стоило бы ничего или почти ничего».

Итак, Якоби высказывает ряд тонких мыслей по вопросу о разных видах, в которых скрывается на Земле энергия, он хорошо представляет себе вопросы взаимного превращения механической и тепловой энергии, но его заявления становятся извращенными, когда он заговаривает о новых, еще неосуществленных энергетических установках, основанных на явлениях электрической силы. Техника еще не коснулась этих явлений, не вовлекла их в свой животный оборот; и самые образованные, самые выдающиеся деятели не дают себе труда вдуматься в них и говорят о них вещи, которые нам теперь, через 120 лет, трудно объяснить и оправдать.

Впрочем, Якоби не надо было бы тратить много времени на размышления об электромагнитной индукции Фарадея. Конечно, хорошо, что он осведомлен об этом открытии, сделанном в 1831 г. и опубликованном по-английски в 1832 г. и по-немецки несколько позже (в «*Annalen d. Phys.*», тогда называвшихся гильбертовскими) в том же 1832 г. Но нехорошо, что он не знает о правиле, установленном в 1833 г. Ленцем относительно направления индуцированных токов: токи эти таковы, что противодействуют производящему их действию, например приближению магнита. А раз есть сила и есть передвижение против этой силы, то есть и работа: без такой работы никакие токи не возникают.

Но такое рассуждение применил к данному вопросу Гельмгольц еще через 13 лет после статьи Якоби. Он придал этому рассуждению более точный математический характер и, основываясь на законе сохранения энергии и на правиле Ленца, вывел выражение для в.д.с. электромагнитной индукции.

После переезда в Россию Якоби был в весьма дружественных отношениях с Ленцем и, конечно, оценил ту долю участия, которую Ленц внес в подготовку закона сохранения энергии. Якоби, наверно, своевременно прочел и гениальную брошюру Гельмгольца «О сохранении силы», уже не говоря об опытах Джоуля.

Мысли, навеянные этими документами мировой важности, находят отражение во второй статье, относящейся к 50-м годам [19]. Несколько выдержек из нее лучше всего осветят нам те размеры, в каких изменились воззрения Б. С. Якоби.

Он пишет: «... Джоуль, английский физик, первый определил путем очень точных опытов механический эквивалент тепла²¹».

²¹ Про первые опыты Джоуля никак нельзя сказать, чтобы они были «очень точные»; обращает на себя внимание также и факт полного умолчания о вычислении Ю. Р. Майера, по идее столь близкого ранним подсчетам самого Якоби.

Работа гальванической батареи заключается полностью в теплоте проводников... Существуют также различные способы получения электричества непосредственно от механической работы... Все эти действия... проявляются не только в виде теплоты, но и в совсем иной форме посредством действия на вещества — или магнитные, или способные быть намагниченными» [14].

Ко всем этим заключениям Якоби был приведен не только чтением, но и своим горьким опытом по постройке судов с электрической тягой. Он на этом практическом примере принужден был глубже вдуматься в экономику вопроса и вновь вспомнить мудрые слова Монгольфье (мы несколько изменим их формулировку): «Работа — это то, за что нужно платить».

ПУТИ РАЗВИТИЯ МАКСВЕЛЛОВОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕОРИИ [1]

(К 100-летию 80 дня рождения Максвелла)

В начале октября 1931 г. Англия, а с нею и весь мир, торжественно отпраздновали столетие 80 дня рождения одного из величайших ученых XIX в. — Джемса Клерка Максвелла [2]. Торжества начались 30 сентября, когда в присутствии 80 делегатов от ученых корпораций всего мира в Вестминстерском аббатстве были открыты памятные доски Фарадея и Максвелла. Доски помещаются вблизи плиты, сооруженной над прахом Исаака Ньютона.

1 и 2 октября состоялись заседания, на которых, между прочим, присутствовало 12 приглашенных гостей, бывших в той или иной мере современниками Максвелла — слушателями его лекций и т. п. Речи были произнесены корифеями современной науки: Резерфордом, Планком, Лармором, Бором [3], Джинсом, Флемингом, Лоджем, Маркони и др. В Сборнике, изданном в память этой даты [4], помещены также статьи Эйнштейна [5], Лэма, Дж. Дж. Томсона. Все эти имена или связаны с крупными успехами по дальнейшей разработке и техническому применению идей Максвелла, или знаменуют новые шаги теоретической физики, нашедшей после Максвелла новые пути и направления. В речах и статьях высказано много глубоких мыслей общего значения, интерес к которым выходит далеко за пределы узкого круга специалистов. Короче, это был большой день в истории физики.

Мы попытаемся в дальнейшем осветить историческое происхождение идей Максвелла и их дальнейшее развитие [6].

Прежде всего, необходимо ясно представить себе ту обстановку, в которой возникло учение Максвелла. Эта обстановка характеризуется полным подчинением всего точного естествознания тому бессмертному образцу, который был создан гением Ньютона и завещан миру в его «Принципах натуральной философии». Все явления движения как земных, так и отдаленных

небесных тел оказались подчиненными трем простым по содержанию и ясным по форме законам. Эти законы позволяют предсказать движение, когда известны производящие его силы, и, наоборот, раскрывают природу сил, когда известно производимое ими движение. И оказалось, что движение всех мировых масс объясняется, если предположить, что между ними происходит притяжение, пропорциональное произведению масс и обратно пропорциональное квадрату расстояния между ними. Могущество закона всемирного тяготения получило свое высшее доказательство, когда, опираясь на него, Лёверье и Адамс обнаружили в 1846 г. на заранее предвычисленном месте неизвестную дотоле планету — Нептун.

И вот, учение об электричестве и магнетизме развилось по точному образцу учения о тяготении. Первые количественные измерения, произведенные Кулоном относительно электрических и магнитных сил, позволили ему сформулировать два закона о взаимодействии электрических и магнитных масс. — и эти законы имеют совершенно тот же вид, как закон всемирного тяготения. Как и там, мы обнаруживаем суммарное действие зарядов друг на друга на расстоянии и, как и там, остаемся в полном неведении относительно механизма передачи действующих сил. Но спрашивать себя об этой природе ни один физик не решался. С одной стороны, для решения этого вопроса требовалась гениальная интуиция. С другой, не сказал ли великий учитель: «Я не замышляю гипотез»? После открытия Эрстедом действия тока на магнитную стрелку последовал новый закон (Лапласа, или Био и Савара), также сформулированный как дальное действие элемента тока на магнитный полюс. Затем следуют законы действий полюса на элемент тока, двух элементов тока друг на друга и т. д. и т. д.

Типично для того времени такое допущение целого ряда «невесомых жидкостей»: теплорода, отрицательного и положительного электричества, северного и южного магнетизмов и т. д.

На фоне этой застывшей в классических формах картины резким и диссонирующим пятном выделяется одинокая фигура Фарадея. Его имя навсегда связано с последующей работой Максвелла. Фарадей, гениальный самоучка, не так легко, как его сверстники, цеховые ученые, поддавался гипнозу чужого авторитета и привычных воззрений. Он выработал себе собственные воззрения, — и они были революционны. Если большинство примирилось с дальнедействиями, он горячо восстает против этого понятия. Если для большинства существо электрических и магнитных явлений лежит в зарядах, электрических или магнитных, то он переносит центр внимания на пространство, разделяющее взаимодействующие проводники. Это пространство — электромагнитное поле — в его представлении оживает и, если так можно выразиться, населяется; оно все пронизано потоками электрических и магнитных сил — потоками не в символически математическом

смысле, а вполне реальными. Поток обладает рядом свойств, его можно изучать по его действиям. Он при прочих равных условиях различен в различных средах. Фарадей первым удачными опытами доказывает, таким образом, влияние промежуточной среды. Вместе с тем изменение потока не может быть безразлично для тел, пронизанных этим потоком. Фарадей ищет действия изменения магнитного потока — и делает гениальное открытие электромагнитной индукции. Он оправдывает свои воззрения опытами, которые теперь, повторяясь в миллионах установок, снабжают нас светом, механической энергией, транспортными средствами, телефоном, радио и т. д. [7].

Как сказано, Фарадей остался одинок. Современники и ближайшие последователи использовали все открытия Фарадея, но оказались равнодушны к тем основным воззрениям, которые привели его к этим открытиям. С одной стороны, эти воззрения были слишком новы и необычны сами по себе; с другой — столь же необычен был и язык Фарадея. Он не владел математическим методом, который уже применяли с блеском и успехом Лаплас, Пуассон, Грик, Фурье и многие другие. К этому математическому языку все привыкли, на нем свободно «изъяснялись и читали».

Язык же Фарадея был языком обычной житейской логики. Правда, последняя ни разу не обманула гениального физика, — это мы теперь хорошо знаем. Но откуда могла быть почерпнута в этом уверенность у современников? Вот что пишет один из них (Эри) [8]: «Я никак не могу себе представить, чтобы, зная о совпадении между результатами опытов и вычислений, основанных на допущении действия на расстоянии, кто-нибудь мог бы хоть один момент колебаться между этим простым и определенным действием, с одной стороны, и чем-то столь неясным и изменчивым, как силовые линии, с другой...».

Если мы теперь освоились с системой воззрения Фарадея, если его «электромагнитное поле» стало одним из наших основных знаний, если его система превратилась в стройную теорию и получила адекватное математическое выражение, то это — заслуга Максвелла, и только Максвелла.

Великое открытие Фарадеем электромагнитной индукции относится к 1831 г. Бессмертный «Трактат об электричестве и магнетизме» Максвелла появился в 1873 г. [9] Сорок лет отделяют рождение теории от ее совершеннолетия [10].

Сам Максвелл в предисловии к первому изданию «Трактата» с удивительной скромностью определяет свою роль в развитии учения Фарадея. «Начиная изучение электричества, — пишет он, — я решил не читать никаких математических работ по этой области, пока не прочту с начала до конца „Экспериментальные исследования по электричеству“ Фарадея... В ходе этого изучения я заметил, что его метод понимания явлений также был математическим, хотя он и не был представлен в форме обычных ма-

тематических символов. Я нашел также, что эти методы можно выразить в обычной математической форме, что дает возможность сопоставления их с общепринятыми (professed) методами математиков. . . . Когда я перевел на математический язык то, что я считал воззрениями Фарадея, я убедился, что, вообще говоря, результаты обоих методов совпадают, так что они объясняют одни и те же явления и ведут к тем же законам» [11].

Конечно, нельзя не согласиться с Максвеллом, что идеи, развиваемые им в «Трактате», преимущественно принадлежат Фарадею. Однако было бы слишком мало сказать, что Максвелл выразил их в виде математических формул: вернее будет признать, что Максвелл создал целый новый отдел математической физики — тот, который теперь принято называть «теорией поля».

В конце первой главы «Трактата» мы находим изложение того замысла, который руководил Максвеллом. Вот что пишет он, например, по поводу теоремы Томсона: «Можно представлять себе взаимодействие между наэлектризованными телами или как следствие состояния, в котором находится разделяющая их среда, или как результат некоторого прямого (direct) действия на расстоянии. Если мы остановимся на последнем представлении, мы сможем установить закон взаимодействия, но не будем в состоянии продвинуться при обсуждении (speculations) вопроса о его причине. Если, напротив, мы примем идею о действии через среду, это дает возможность (are led to enquire) выяснения природы этого действия в каждой точке среды». Разобрав некоторые предположения о распределении энергии среды в пространстве, Максвелл говорит далее: «Если мы вычислим по этой гипотезе полную энергию среды, мы увидим, что она равна энергии электризации проводников (electrification of the conductors), вычисленной на основе гипотезы прямого действия на расстоянии. Отсюда следует, что с математической точки зрения обе гипотезы эквивалентны» [12].

Далее автор путем подобных же преобразований (но они принадлежат уже всецело ему самому) намеренается показать — и в своем месте [13] показывает, — что энергия среды должна быть обусловлена некоторыми напряжениями в промежуточной среде. Он дает метод вычисления напряжений, которые по своему результирующему действию должны оказаться эквивалентными закону Кулона. Те выражения, которые он получает, в точности соответствуют представлению Фарадея: линии сил растянуты в своем продольном направлении и сжаты в поперечном. Максвелл дает и величины этих напряжений. Мы и поднесь называем их максвелловыми.

Подобным же образом объясняются и магнитные взаимодействия.

Забегая вперед, упомянем здесь же, что Максвелл доказал справедливость своих выражений для напряжений статического

поля. Вопрос о том, насколько они остаются пригодными и для поля с переменными величинами электрических и магнитных сил, был поставлен значительно позже, уже Лоренцом [14]. Абрагаму [15] принадлежит заслуга извлечения чрезвычайно важных следствий из этих лоренцовских выражений.

Максвелловы напряжения дают ясное понимание механизма электрических и магнитных взаимодействий, но математический аппарат для вычисления величины сил часто чрезвычайно громоздкий. Кроме того, они слишком радикально порывают со старым представлением о зарядах, не дают достаточно удобного перехода между одним и другим методами трактовки вопроса. Поэтому Максвелл создает в другой метод решения вопроса и, по существу, другую физическую картину явления. Он останавливается на более детальном разъяснении того, что происходит в среде — диэлектрике — при ее поляризации.

Он пишет: «Электрическая поляризация элемента диэлектрика есть напряженное состояние (*forced state*), в которое среда приводится действием электрической (*electromotive*) силы и которое исчезает вместе с этой силой. Мы можем себе представлять, что оно состоит, так сказать, в смещении электричества, обусловленном электрической силой. Когда электрическая сила действует на проводник, она вызывает в нем электрический ток. Но если среда непроводник или диэлектрик, ток через среду не может протекать. Электричество смещается в среде в направлении электрической силы, причем величина этого смещения зависит от величины приложенной электрической силы. Таким образом, когда электрическая сила увеличивается или уменьшается, электрическое смещение увеличивается или уменьшается в той же степени. Аналогия между действием электрической силы, производящим электрическое смещение, и обычной механической силы, вызывающим смещение в упругом теле (*elastic body*), настолько очевидна, что я позволил себе назвать коэффициентом электрической упругости среды отношение между величиной электрической силы и соответствующим смещением. Для разных тел этот коэффициент различен. Изменения электрического смещения, очевидно, образуют электрические токи. Но эти токи могут, однако, существовать только в момент изменения смещения. ...» [16].

Эта идея электрического смещения и происходящих при его изменениях токов внутри диэлектрика в дальнейшем оказалась настолько важной и плодотворной, что можно до некоторой степени утверждать, что в ней и заключается корень учения Максвелла. Но нас здесь интересует прежде всего тот факт, что представление это хорошо связывается с представлением об электрических зарядах и оказывается в весьма отдаленном соотношении с только что изложенной идеей о напряжениях в эфире. На это обстоятельство указывал в свое время Пуанкаре [17].

Действительно, приходится согласиться с последним, что у Максвелла не одно, а два воззрения на один и тот же вопрос, и он применяет, смотря по удобству, то то, то другое. Он признает за основное воззрение напряжение в диэлектрике и отказывается входить в обсуждение того, что такое электрический заряд. «Но, — пишет он, — какова бы ни была природа электричества и что бы мы ни понимали под словами „движение электричества“, то явление, которое мы назвали электрическим смещением, есть движение электричества в том же смысле, в каком перемещение определенного количества электричества по проволоке есть движение электричества» [15].

В этом сказывается некоторый философский скепсис: теории не придается абсолютного значения — она лишь полезная рабочая гипотеза, а такую гипотезу можно менять каждый раз, как другая окажется более удобной.

Очень трудно входить в подробности того, как Максвелл постепенно развивает математический аппарат для своих воззрений. Это привело бы нас к необходимости пользоваться математическими рассуждениями и математическими формулами. Сюда присоединяется и то обстоятельство, что уже после Максвелла многие ученые упрощали ту форму, в которую он сам облек свое учение; в частности, те формулы, которые ныне чаще всего называются максвелловыми, даны Герцем [19] и Хевисайдом [20].

Попытаемся дать некоторое понятие о том, как они построены.

Существуют две группы уравнений Максвелла.

Первая группа эквивалентна утверждению того экспериментально найденного факта, что мы, обходя магнитным полюсом вокруг тока, совершаем некоторую работу и что эта работа пропорциональна величине силы обходимого нами тока. Но, чтобы не основываться на дальнедействиях, Максвелл вычисляет работу обхода весьма малого контура, непосредственно примыкающего к обходимому току. Тогда получается простое уравнение, где слева фигурирует плотность тока, а справа — магнитные силы, вернее — те малые изменения магнитных сил, которые наблюдаются при переходе из одной точки контура в другие. Весьма существенная подробность, которую необходимо запомнить для дальнейшего: величина тока выражается в электростатических единицах, величина магнитных сил — в электромагнитных единицах. Поэтому левую часть уравнения необходимо еще разделить на отношение этих двух систем единиц. Далее необходимо помнить, что в понятие тока внесено революционное изменение: кроме обычного тока проводимости, с которым мы имеем дело в электротехнике и который подчиняется законам Ома и Джоуля, Максвеллом введен еще и ток смещения. В общем случае общая плотность тока складывается из этих двух видов тока. Для металлов имеет место только ток проводимости, для непроводников (диэлектриков) — только ток смещения.

Вторая группа уравнений Максвелла содержит в себе выражение открытого Фарадеем закона электромагнитной индукции. Она эквивалентна утверждению, что вокруг места, где изменяется поток магнитной индукции, где, иными словами, протекает ток магнитного смещения, наблюдаются электродвижущие силы индукции, т. е. существование замкнутых колец электрических сил, вследствие чего для обхода вокруг этого места электрическим зарядом необходима затрата некоторой работы. Работа эта опять пропорциональна величине обходимого магнитного тока смещения, и вообще рассуждения ведутся совершенно аналогично тем, которые применяются при установлении уравнений первой группы; только в отличие от того случая здесь существуют токи магнитного смещения и не существует токов магнитной проводимости. Левую часть приходится разделить и здесь на отношение единиц двух систем электрических измерений. Уравнения второй группы имеют совершенно тот же вид, как уравнения первой. Они отличаются от последних только знаком.

Вот в сущности и все. Трудно представить себе, однако, какие колоссальные возможности скрываются в этих формулах, добытых столь гениально простым способом.

Герц, написавши эти формулы, последовательно показывает те области учения об электричестве, которые ими описываются. Простейший случай будет, когда в поле совсем нет токов и во времени ничего не изменяется. Тогда мы получаем из максвелловых формул точное описание явлений электростатики и постоянного магнетизма. Легко и непринужденно выводятся законы Кулона, понятие о потенциале и все прочие понятия и соотношения, известные из элементарных курсов.

Введем в наше рассмотрение первое усложнение — постоянный ток. Из формул вытекает закон Ома, далее — закон Джоуля, правило Ампера, закон Био и Савара, короче — все те законы, которые лежат в основе электротехники постоянного тока. Пойдем далее — будем говорить об изменяющейся величине тока или магнитных сил. Тогда формулы дадут все явления электромагнитной индукции и переменных токов со всем богатством содержания, которое вложили в эту область физики, с одной стороны, и электротехники, с другой. Еще далее: пусть изменения электрических и магнитных сил сделаются настолько быстрыми, что величины токов смещения, малозаметных при медленных изменениях токов, выдвинутся на первый план. Тогда мы получим ряд совершенно новых явлений, которые не укладываются в рамки старых теорий и существенно отличают от них новую теорию Максвелла.

Какие же это явления? Сам Максвелл предвидел их и предсказал в своем «Трактате» [21]. Если не гоняться за строгостью рассуждений, можно описать эти явления следующим образом. Пусть в какой-нибудь точке пространства происходит изменение электрической силы, т. е. там течет ток смещения. Его охватывает

кольцо магнитной силы. Когда изменяется величина тока смещения, изменяется и величина магнитной силы в этом кольце. Но это соответствует изменению магнитного потока в данной точке. Тогда ее охватывает новое кольцо электрических сил. Это рассуждение можно повторять до бесконечности, и физическое содержание его сводится к тому, что при изменении электрического состояния в одной какой-нибудь точке происходит постепенное распространение этого переменного состояния на соседние точки. Максвеллова теория позволяет и вычислить скорость этого распространения. Она оказывается численно равной величине отношения двух систем электрических единиц, которая сама, как это известно в физике, представляет собой некоторую скорость.¹ Мы помним, что эта величина фигурировала в уравнениях Максвелла, и поэтому можно понять, что она и оказывается определяющей скоростью распространения электромагнитных возмущений.

Впервые величина отношения электрических единиц была определена Вебером и Кольраушем в 1856 г. [22] и оказалась поразительно близкой к скорости света. А именно они нашли величину 311 000 км в секунду, тогда как для скорости света в то время принимали 300 000 км в секунду. Занимался ее определением и сам Максвелл и нашел 288 000 км/сек. [23]. Впоследствии эта величина наравне со скоростью света определялась неоднократно; и выяснилось, что по мере уточнения методов определения той и другой их точное равенство выявлялось все более.

Итак, опыты Вебера и Кольрауша показали, что отношение двух систем электрических единиц близко к скорости света. Тогда это могло показаться курьезным совпадением. Но после труда Максвелла этот факт делается предметом теоретического обсуждения. Вместе с тем рождается смелая мысль о тождестве электромагнитных и световых явлений. Эта мысль и провозглашена Максвеллом. Он является творцом электромагнитной теории света. Из своих формул он выводит ряд следствий в этом направлении. Вот эти следствия:

а) в пустоте — в «свободном эфире» — свет должен распространяться со скоростью, равной отношению двух систем электрических единиц [24];

б) в других средах скорость меньше; во сколько раз она меньше, в оптике определяют величиной показателя преломления среды; Максвелл показывает [25], что этот показатель преломления должен быть равен корню квадратному из диэлектрической постоянной среды;

¹ Каким образом отношение двух единиц может быть равно скорости? Обыкновенно отвечают на этот вопрос следующим примером: расстояние между двумя городами можно определить либо в километрах (скажем, 600 км), либо в часах езды по железной дороге (скажем, 12 часов). Отношение между этими двумя способами определить одну и ту же величину есть скорость движения поезда (50 км/час).

в) как электромагнитное явление свет должен сопровождаться механическими действиями на тела, около которых он распространяется. должно существовать световое давление на зеркало, на которое свет падает [26].

Мы уже говорили о первом следствии и его значении. Поражающим является и предсказание, содержащееся во втором следствии. До тех пор никто не мог бы додуматься до мысли, что величина, определяемая опытами над преломлением света в стекле, может иметь что-нибудь общее с тем изменением, которое испытывает емкость конденсатора, если заменить воздушное пространство между его пластинками тем же стеклом. А между тем имевшиеся данные об этих величинах для газов оправдывали требования максвелловой теории. Что касается существования светового давления, то оно постулировалось, как нечто само собой разумеющееся, при господстве корпускулярной теории света, но, конечно, отошло на задний план — вплоть до полного забвения — при постепенном торжестве колебательной оптики. Силы светового давления, по максвелловой теории, должны быть очень малы и трудно поддаваться обнаружению и измерению.

И еще одно следствие:

г) из формул Максвелла [27] вытекает, что при распространении электромагнитного возмущения в виде плоской волны электрические и магнитные силы колеблются в плоскости, нормальной к линии распространения, т. е. к лучу, — иными словами, электромагнитные возмущения распространяются в виде поперечных волн. совершенно так же, как опытами над поляризацией света это было установлено для волн световых.

Провозглашение Максвеллом электромагнитной теории света было сделано несколько ранее появления «Трактата» — в той же статье (1868 г.), в которой идет речь об определении отношения электрических единиц [28]. Это знаменует собой громадный шаг в истории развития наших физических знаний: здесь приводятся к единству две совершенно равнозначные главы науки. В частности, тот загадочный эфир, который физики были принуждены допустить для объяснения распространения и передачи разных явлений в пустоте, получил более определенные и единообразные свойства. Прежде один эфир был нужен для объяснения всемирного тяготения, другой — для света, третий — для теплоты, четвертый — для электрических, пятый — для магнитных взаимодействий. После теории Максвелла существует только один электромагнитный эфир с одними электромагнитными атрибутами, и он достаточен для объяснения всех явлений, кроме, впрочем, простейшего — всемирного тяготения Ньютона, которое не укладывается в рамки теории Максвелла.

Этот колоссальный успех по приведению всех отраслей физики к единству, к стройной системе, не мог не произвести впечатления на современников. Но Максвелл не дождался торжества своих

идей. Он умер 48 лет, в 1879 г., а только в 1887 г. другой гениальный физик — Герц произвел опыты, которые надолго определили торжество идей великого ученого.

Опыты Герца представляли собой осуществление программы экспериментального исследования, намеченного самим Максвеллом. Но трудности этого исследования были таковы, что их преодоление оказалось под силу только исключительному экспериментатору. И преодоление их создало в физике новую главу — учение об электрических колебаниях [20].

Мы знаем, как Герц шел шаг за шагом, отыскивая метод экспериментирования и его вспомогательные средства, как ему удалось показать конечную величину скорости распространения электромагнитных колебаний и равенство ее скорости света, как он проделал над электрическими колебаниями все опыты, аналогичные оптическим, получив законы их отражения, преломления, интерференции и дифракции, как все эти опыты по внесению в них надлежащих поправок оказались в точном соответствии с ожиданиями максвелловой теории. Одновременно Герц упростил и изложение системы максвелловых уравнений, их внешнюю форму, короче — сделал все для торжества идей великого английского ученого.

Последние годы XIX в. и первые годы XX в. могут быть смело названы периодом максвелл-герцевской физики. Все выдающиеся работы, относящиеся к этому времени, связаны с задачей проверить то или иное следствие максвелловой теории или вывести из нее какие-либо практические следствия.

Эти практические следствия известны. Беспроволочный телеграф, а впоследствии и телефон, конечно, являются дальнейшим развитием опытов Герца, хотя сам он, измученный их трудностью, категорически утверждал, что они никогда не могут послужить основанием для системы беспроволочного телеграфа. Нас отделяет от первых опытов Герца промежуток менее 50 лет, и мы имеем блестящий пример того, как опыты, предпринятые с целями исключительно научно-теоретического порядка, оказались столь скоро одним из наиболее мощных средств современной материальной культуры.

Одним из интереснейших участков борьбы за максвелловский фронт было одновременное стремление с двух сторон заполнить ту пропасть, которая после опытов Герца еще оставалась между самыми короткими, электрическими, и самыми длинными, световыми, волнами [30]. Сам Герц подучал волны не короче 60 см. Его ближайшим последователям — Саразену и де ла Риву, Лоджу, Риги — удалось последовательно спуститься до нескольких сантиметров [31]. Большой скачок вперед сделали одновременно Лампа в Вене и П. Н. Лебедев в Москве: их рекорд 6 и 4 мм [32]. Превзойден он только трудами, с одной стороны, А. А. Глаголевой-Аркадьевой, с другой — М. А. Левитской [33].

Со стороны оптической, точнее говоря — инфракрасной, на встречу коротким волнам «электрического спектра» шел Рубенс со своими сотрудниками [34]. Совершенствуя свою методику, он добился получения волн в 15, 30, 60, потом 100 и, наконец, 300 μ , т. е. около $\frac{1}{2}$ мм. До трудов Глаголевой и Левитской области двух спектров — электрического и инфракрасного — оставались несомкнутыми.

С короткими, электрическими, волнами особенно легко прodelьваются оптические опыты. Так, Лебедев обнаружил двойное преломление электрических волн в кристаллах серы. С другой стороны, Рубенсу удалось показать на своих длинных инфракрасных волнах такое типичное электрическое свойство, как резонанс металлических полосок соответственной длины. Далее тот же Рубенс [34] показал, что уже в довольно близкой инфракрасной части оптические свойства металлов — отражение от них волн, испускание волн раскаленными металлами — определяются исключительно их электрическими свойствами, в частности их удельной проводимостью, и притом в полном соответствии с предсказанием максвелловой теории.

Упомянутое выше предсказание Максвелла, что показатель преломления волн должен быть равен корню квадратному из диэлектрической постоянной, дало повод к очень большому количеству экспериментальных исследований, но для волн, не слишком коротких, — порядка дециметров. Особо следует здесь отметить работы Друде [35], Колли [36] и др. [37]. Благодаря им мы познакомились с совершенно новой областью спектроскопии — в электрической части спектра. Мы зашли бы слишком далеко, если бы начали здесь излагать полученные ими результаты.

Электрические волны дают возможность изучать и магнитные свойства тел в быстропеременных полях. Работа В. К. Аркадьева, начатая им еще в лаборатории П. Н. Лебедева, по вопросу о затухании электрических колебаний при распространении по магнитным проволокам (железным и никелевым) впоследствии привела его к обширным исследованиям в области, названной им «магнитной спектроскопией» [38].

Ныне все работы по электрической и магнитной спектроскопии получают новые возможности в связи с тем, что мы можем применять для изучения вещества не прежние сильно затухающие волны, получавшиеся методом искрового разряда, а незатухающие волны, даваемые современными электронными трубками.

Другим участком центрального значения для максвелловой теории был вопрос о световом давлении. Она — в то время единственная из колебательных теорий — постулировала существование пондеромоторных сил света. Поэтому казалось, что доказательство их существования есть некоторое доказательство исключительной правильности максвелловой теории. Многие физики, заранее веря в это предсказание Максвелла, учитывали его значение для фи-

ники и космологии. Таковы П. Н. Лебедев, Фитцджеральд, Арениус.

Лебедев сделал доказательство существования светового давления делом своей жизни [39]. Его работа остается непревзойденным и ныне образцом, почти чудом экспериментального искусства.

В дальнейшем развитии теории Максвелла наметилось несколько путей. Наиболее ортодоксальным последователем Максвелла можно назвать Пойнтинга, К 1884 г., т. е. еще в догерценовскому периоду, относится его знаменитое исследование о переносе энергии в электромагнитном поле [40]. Автор становится здесь на крайнюю точку зрения — признания единственной реальности за электромагнитным полем, полного отрицания понятия о заряде. По Пойнтингу, поверхность проводника есть поверхность, на которой кончается электромагнитное поле. Заряд проводника это — понятие не физическое, а математическое; это — количество силовых линий, оканчивающихся на поверхности проводника. Никакого движения электричества при электрическом токе не происходит, и вообще при токе нет никакого движения вдоль проводника. Явление тока состоит в том, что электромагнитная энергия поля, существующего вокруг «тока», втекает в проводник в направлении, нормальном к его поверхности, и, войдя в проводник, сейчас же перестает существовать как таковая, обращаясь в теплоту; это — известное джоулево тепло.

Чрезвычайно эффектные построения Пойнтинга не остались без влияния на дальнейшую историю вопроса, но потерпели в последующем большие изменения под действием крупных дополнений, которые были внесены в максвеллову теорию создателем электронной теории Г. А. Лоренцом [41].

Максвеллова теория знает только три характерные константы для каждого вещества: его диэлектрическую постоянную, его магнитную проницаемость и его электропроводность. Но свойства, описываемые этими постоянными, она не берется истолковывать, приводить в связь с другими свойствами вещества. А между тем в физике никогда не угасало и только временами ослабевало стремление мыслить о веществе как агрегате мельчайших частиц — молекул и атомов. Максвелл — один из крупнейших создателей молекулярно-кинетической теории в ее нынешнем виде. Но учение об электричестве он изложил, не обращаясь к образам и терминам молекулярной теории; и между этими двумя областями знания образовался разрыв одновременно и по содержанию, и по методике исследования.

Чтобы воссоздать здесь единство, пришлось оставить крайнюю точку зрения и вернуть электрическому заряду предикат реальности. Уже фарадеевы законы электролиза указывали на существование каких-то постоянных величин заряда, встречающегося в процессе переноса электричества в электролите. Но это постоян-

ство толковали не как свойство самого электричества, а как свойство материи: она будто бы обладает способностью заряжаться определенным количеством электричества. Лоренц одновременно с Гельмгольцем [42] сделал естественный шаг: он предположил, что появление постоянных зарядов, соединенных с атомом, есть свойство не материального атома, а самого электричества. Это оно, электричество, заранее само по себе разделено на неделимые далее частицы — атомы электричества. Впоследствии они были названы электронами.

В конце XIX в. электронная теория получила блестящие экспериментальные подтверждения при изучении явления катодных лучей, а также при исследовании так называемого явления Зеемана, т. е. изменения спектра испускания, когда центры испускания помещены в сильном магнитном поле. И то и другое явление количественно приводит к одной и той же величине элементарного заряда. Впоследствии сюда присоединились явления фотоэлектрические и радиоактивные. И здесь физики обнаруживали частицы тех же размеров. Наконец, многие оптические явления, истолкованные с электронной точки зрения, давали ту же величину.

Электронная теория легко и непринужденно достигает поставленных ею целей — дать молекулярно-кинетическую картину тех самых явлений, которые максвелловой теорией излагаются без этих специальных представлений. Так в проводниках есть движение по проводнику электронов, с трением, которое превращает электрическую энергию в джоулево тепло. В диэлектриках электроны упруго связаны с неподвижными центрами. Под влиянием электрических сил они смещаются пропорционально приложенным электрическим силам. Это — молекулярная картина максвеллова смещения. Электроны связаны с материей, а электрическими силами — с электрическим полем, с эфиром.

Таким образом легко разрешается задача о механизме связи материи с эфиром, столь трудная для прежних теорий, и в том числе для тех ортодоксальных максвелловских, которые отрицают реальность электрических зарядов. Заряд мыслится теперь как наибольшая реальность. Все тела оказываются составленными из более мелких частей — электронов.

Колоссальное число работ как теоретических, так и экспериментальных, связанных с электронной теорией, составляет основное содержание работ начала XX в. Их практическим следствием оказывается теперешняя электроника.

Весьма любопытно, что электронная теория, вернувшая реальность заряду и даже поднявшая его реальность на высшую ступень едва ли не единой субстанции, и эта же электронная теория создала наибольшее количество широких обобщений едва ли не противоположного свойства. Исходя из преобразований, аналогичных теореме Пойнтинга, она строит последовательно представления

об электромагнитном количестве движения, распределенного в поле, и с моменте этого количества движения. Дальнейший шаг — понятие об инертной массе, присущей электромагнитной энергии, а затем и всякой энергии вообще. Хотя иногда встречаются противоположные указания, необходимо отметить, что этот шаг во всей полноте сделан не теорией относительности, а классической электронной теорией. Это она трудами Абрагама [42] и Лоренца [43], а еще ранее — Томсона [44] и Вина [45] дала понятие об электромагнитной массе заряда вообще и электрона в частности. А материальность лучистой энергии была доказана Хагенарлем и Мозентгейлем [47].

Мы видим, что «материализация» заряда не помешала электронной теории обращаться и к явлениям в поле и здесь находить такие широкие возможности, каких не знала феноменологическая теория Максвелла — Герца — Хевисайда.

В начале XX в. теория Максвелла с видоизменениями, введенными в нее теорией электронов, безраздельно властвовала над умами нескольких поколений ученых, из которых наиболее молодое уже со студенческой скамьи вошло в науку под знаменем победоносной теории поля. Но уже в начале века произошло несколько событий, поколебавших если не созданный ею метод, то в значительной степени ее самые основные представления.

Система Максвелла вполне верно и точно представляла все электромагнитные явления в неподвижных телах. Относительно движущихся тел сам Максвелл не успел развить никаких представлений, и это дело выпало на долю его ближайших преемников.

Здесь сразу наметилось два направления. Первое в лице Герца [48] сделало попытку решить вопрос, исходя из основного представления, что в движущихся средах явления протекают так же, как в неподвижных, как если бы электромагнитный эфир, пронизывающий все тела, приходил в движение вместе с последними, увлекался ими в их движении. Второе направление, создателем которого был Лоренц [49], исходило из противоположного представления об эфире. Он представлялся творцу электронной теории как абсолютно неподвижная среда, остающаяся в покое при движении через нее материальных тел и передающая через пространство электромагнитные действия независимо от движения последних.

Известно, что теория Герца потерпела неудачу при опытной проверке. В частности, она неправильно предсказывала протекание явлений при так называемом опыте Физо — распространение света через движущиеся по направлению лучей или против этого направления жидкости. Теория Г. А. Лоренца, напротив, предсказывала все явления совершенно правильно, кроме известного опыта Майкельсона.

Неудача при объяснении опыта Майкельсона была ближайшим поводом к созданию Эйнштейном теории относительности: в дей-

жущейся равномерно системе расположенный в ней наблюдатель не может обнаружить никакими опытами, в том числе и оптическими или электромагнитными, движения своей системы. Нет абсолютного движения, абсолютного покоя. Нет неподвижного эфира, служащего как бы той единственной системой твердых координатных осей, относительно которых можно ориентироваться в вопросах абсолютного движения.

Система уравнений Максвелла не затрагивается принципом относительности непосредственно. Но физические представления, лежащие в основе системы Максвелла, терпят от принципа относительности жестокий урон. Если эфир не увлекался движущимися телами, по Герцу, и не остается неподвижным, по Лоренцу, то как вообще можно примирить с действительностью, с результатами опыта гипотезу об эфире. Она становится весьма шаткой, скорее вредной для теории, чем полезной для нее, и от нее спешат избавиться.

К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ [1]

Прошло 100 лет со дня рождения Вильгельма Конрада Рентгена и 50 лет со дня его великого открытия. Эти две знаменательные даты совпали, и весь мир отмечает их одновременно.

Мы ставим перед собой задачу рассказать историю открытия рентгеновых лучей не так, как ее изображают в учебниках, курсах и справочниках, а так, как ее переживал ученый-современник.

Это не был гладкий путь непрерывного приближения к истине. Сначала было бесформенное нагромождение фактов, которые сбивали современников своей противоречивостью. Только будущее должно было разрешить противоречия, отменить все неверное и привести к тому стройному зданию, которое являет собой глава о рентгеновых лучах в современной физике.

Вспоминается одна из последних лекций второго курса физико-математического факультета Московского университета. Читалась оптика (А. П. Соколов). Во время опытов было получено подтверждение того, что лучи света представляют собой поперечные волны. Когда я пришел на лекцию, кто-то из товарищей сказал мне:

— Беги к Ивану Филипповичу,¹ у него какие-то интересные снимки, открыты новые лучи.

— Ну?

Бежим к Ивану Филипповичу. Он демонстрирует только что полученные Александром Григорьевичем Столетовым из-за границы снимки руки, через которую просвечивает скелет.

— Иван Филиппович, что такое??

¹ И. Ф. Углич — знаменитый демонстратор физических опытов в Московском университете. Мы считаем его одним из изобретателей трансформаторов [2].

А он отвечает своим хриповатым голосом:

— Вот, теоретики утверждают, что нет продольных волн, а вот они, должно быть, самые и есть.

Мы слушаем с некоторым недоверием. Так началось наше знакомство с этой новой главой в физике.

В настоящее время трудно дать представление о том, какую сенсацию произвело открытие Рентгена. Следующее за нашим поколением может получить только слабое представление о ней по тому возбуждению, которое воцарилось в физике при открытии Рамана—Мандельштама—Ландсберга. За первое полугодие 1896 г. в одном только французском журнале «Comptes Rendus» было помещено 134 статьи, посвященные новому открытию. Среди них имеется несколько статей русских авторов—И. И. Боргмана, А. Л. Гершуна, Н. Д. Пильчикова (из Харькова), Б. Б. Голицына и А. Н. Кариожицкого.

Прежде чем перейти к открытию Рентгена, остановимся на его эпохе и на его личности. Предшествовавший открытию Рентгена 1894 год был годом крупных потерь: сошли в могилу в январе Генрих Герц, в июле Август Кундт, в сентябре Герман Гельмгольц.

После той революции, которую Герц произвел своими опытами в конце 80-х годов, положение в физике как-то стабилизировалось и приняло спокойное течение в классических тонах. Главнейшие направления работ пошли по линии выведения все новых и новых следствий из теории Максвелла и проверки этих выводов опытом. И опыт давал все новые и новые подтверждения его теории. Казалось, что достигнуто едва ли не последнее умиротворяющее объединение всех отделов физики. Был упразднен упругий эфир для оптических явлений. Электричество, магнетизм, оптика, теплота—все это стало различными разделами одной и той же главы об электромагнетизме. Один электромагнитный эфир стал на месте тех разнообразных сред, которые до того времени были нужны в различных отделах физики.

В частности, в начале 1895 г. появилась известная статья П. Н. Лебедева о весьма коротких электромагнитных колебаниях—в 4—6 мм длины волны.

Тот же Герц одной своей работой дал толчок для исследований, занимавших тогда физический мир. Герц проделал опыт, который, по мнению многих ученых, окончательно доказал, что катодные лучи не имеют корпускулярного характера и не состоят из потока частиц, несущих на себе электрический заряд. Теперь, когда мы более чем когда-либо уверены в корпускулярном характере катодных лучей, когда мы доподлинно знакомы с электронами, из которых они состоят, это утверждение кажется странным, но тогда делались первые шаги по исследованию катодных лучей. Ведь только в 1895 г. вышла знаменитая книга Лоренца

«Versuch einer Theorie...» [3], намечавшая основные контуры электронной теории.

Опыт Герца состоял в том, что он пропускал пучок катодных лучей через тончайшую металлическую фольгу. Листок этой фольги был отведен в землю. Казалось несомненным, что всякий заряд, попавший на металлическую пластинку, должен уйти в землю. А между тем Герц видел за своей фольгой тот же пучок, правда ослабленный и диффузный. Повторяем, многие ученые видели в этом опыте окончательное торжество другой теории катодных лучей, считавшей их каким-то неисследованным явлением в эфире.

Среди различных высказываний о природе катодных лучей того времени следует отметить теорию Румана (Прага), который полагал, что катодные лучи представляют собой продольные волны в эфире. Теория его была основана на многих ошибочных представлениях и заключениях и не встретила сочувствия большинства. В частности, ее резко критиковал Пуанкаре, бывший в то время в расцвете своего таланта и авторитета не только в области теории, но и в области физического эксперимента. Пуанкаре обладал несомненно большим научным чутьем. Так, он один правильно истолковал открытое швейцарскими учеными Саразеном и де ла Ривом [4] явление множественного резонанса как отклик менее затухающего резонатора на колебания сильно затухающего вибратора.

Дальнейшим исследованием этого вопроса, естественно, занялся один из учеников Герца — Филипп Ленард (впоследствии весьма реакционная фигура), проделавший в ту пору ряд блестящих исследований по фотоэффекту, люминесценции и др. Ленард поставил алюминиевую фольгу в крошечное окошечко, сделанное в наружной стенке катодной трубки, выпустил катодный пучок в свободную атмосферу и, проследив его существование на очень небольшом расстоянии от отверстия, обнаружил, что пучок производил ионизацию, конденсировал в капельки пересыщенный пар и т. п. Этому опыту [5] суждено было стать поводом для открытия Рентгена.

Рентген — 50-летний профессор провинциального Вюрцбургского университета (Бавария), известный физикам многими точными измерительными работами, которые он умел проводить с самыми скромными экспериментальными средствами (да и лучи были открыты им в весьма скудной лабораторной обстановке), — повторил заинтересовавшие его опыты Ленарда и, как говорят, «случайно» открыл явления, ускользавшие от внимания Ленарда. Он заметил действие катодного пучка на расстоянии не в доли сантиметра, а в целые метры от отверстия, через которое были выпущены катодные лучи. Последние действительно задерживались атмосферой, как мутной средой. Внимательно изучая обстоятельства опыта, Рентген пришел к необходимому заключению о том, что он открыл новый род лучей.

Лучи эти распространялись от того места, где катодные лучи ударялись о стекло трубки или другие препятствия внутри трубки. Они не отражались и не преломлялись никакими веществами. Поэтому Рентген не мог получить с ними ни явлений интерференции, ни явлений дифракции, и природа лучей оставалась на первых порах невыясненной. Но Рентген заметил их избирательное поглощение и вообще более легкое проникновение через материю по сравнению с обычными световыми лучами. С этим и связано сенсационное приложение лучей к рассмотрению внутреннего строения человеческого тела, к медицинской диагностике и т. п. Эти лучи Рентген назвал и называл всю жизнь X-лучами. Мы же называем их по имени самого ученого.

Из работ Рентгена, проведенных им до открытия лучей, следует назвать одну, которую неизменно связывают с его именем, — это доказательство магнитного действия диэлектрика, вращающегося между заряженными обкладками конденсатора. Рентген доказал, что возникающие на диэлектрике «фиктивные» заряды производят несомненно магнитные действия. Этим он дополнил опыт Роуланда, доказавшего магнитное действие вращения заряженных обкладок конденсатора. Значительно позднее опыты Роуланда и Рентгена были с большей точностью повторены нашим соотечественником А. А. Эйхенвальдом, который, в свою очередь, дополнил их еще одним опытом — вращением конденсатора вместе с диэлектриком (так называемый «опыт Эйхенвальда», имеющий большое теоретическое значение, но это прямо не касается нашего предмета [6]).

Рентген продолжал работать над своими лучами до 1898 г., когда опубликовал свое окончательное исследование по X-лучам, после чего уже не возвращался к ним [7]. Все дальнейшие успехи в исследовании X-лучей связаны с другими именами.

Выше мы сказали, что первые работы по исследованию X-лучей часто сбивали многих ученых с правильного пути. Расскажем об одном замечательном по своим огромным последствиям для физики случае. В самом начале открытия X-лучей Пуанкаре выступил в печати со своим объяснением их образования [8]. Он высказал предположение, что происхождение X-лучей могло не быть связано с катодными лучами, что они просто сопровождают в качестве отдельного явления люминесценцию стекла под действием катодных лучей. По его мнению, следовало бы попробовать, не наблюдаются ли X-лучи в тех случаях, когда люминесценция возникает не под действием катодных лучей, а под действием, скажем, солнечного света.

Ряд ученых (Шарль Анри, Невенгловский, Анри Беккерель) поспешили по этим следам. Особенно интересны опыты Анри Беккереля [9]. Он взял соли урана, флуоресцирующие под действием освещения, положил их на закрытую и заряженную фотографическую кассету и все это выставил на яркий солнечный свет. Опыт

дал вполне положительный результат: фотопластинка, находившаяся в кассете, оказалась сильно засвеченной. Беккерель поспешил сообщить читателям «Comptes Rendus» о подтверждении гипотезы Пуанкаре.

При последующей проверке опыта Беккерель долго не мог дожидаться солнечной погоды (в феврале 1896 г.) и проявил пластинку, не дождавшись флуоресценции солей урана. К его величайшему удивлению, пластинка и теперь оказалась засвеченной. Пришлось допустить, что из солей урана действительно исходят какие-то лучи, но что лучи эти ничего общего с люминесценцией не имеют. Беккерель подверг их подробному исследованию, в котором, однако, допустил ряд ошибок: он ошибочно открыл отражение и преломление этих лучей и т. п. Тем не менее он действительно открыл новые лучи и новую главу в физике — главу о радиоактивности [10].

Мы не пойдем далее по следам этого открытия, которое было подхвачено такими учеными, как Склодовская-Кюри, Содди, Резерфорд и др., но тут же отметим, что открытие Беккереля носило чуть ли не еще более сенсационный характер, чем открытие лучей Рентгена, и побудило многих ученых с меньшей удачей, но с большими дерзаниями искать своих новых лучей. Гюстав Лебон — несомненно шарлатан — открыл какой-то ему одному известный «черный свет» [11]. Рене Блондло [12], профессор Нахсийского университета, открыл N-лучи (названные им так в честь родного университета); это псевдооткрытие следует признать вполне добросовестным заблуждением, связанным с некоторыми физиологическими свойствами глаза. Лео Греу [13] в Мюнхене также открыл лучи, которые потом были объяснены как действие вещества смолистого характера, выделяющегося из дерева фотокассеты. Приват-доцент Московского университета П. В. Преображенский открыл Р-лучи, оказавшиеся таким же печальным недоразумением. И т. д. и т. д.

Трудно было вначале ученым разобраться в различных фактах, сыпавшихся со страниц журналов в хаотическом беспорядке и в невероятном изобилии. Они сбивали с толку даже лиц, очень проникательных и разбирающихся в степени доверия, которым можно подарить то или иное выступление. Так, например, П. Н. Лебедев в Москве в своей публичной лекции, читанной в конце января 1896 г. [14], говорил: «Названные ученые (Ш. Анри, Невендовский, А. Беккерель) так поставили исследование: может ли флуоресцирующее тело, возбужденное помимо электрических разрядов, например действием солнечных лучей, сделаться источником X-лучей? Опыты, предпринятые ими, показали, что ряд флуоресцирующих тел обладает этим свойством и, флуоресцируя, испускает еще лучи, которые проходят через металлы и действуют на фотографическую пластинку. Эти опыты блистательно показывают нам, что X-лучи не связаны с электрическими разрядами (катодными лучами)» и т. д.

Отсюда мы видим, что авторитет Пуанкаре и неправильное истолкование опытов Беккереля им самим оказали на физиков скорее отрицательное действие.

Еще большее впечатление путаницы создается, когда знакомишься с различными воззрениями на природу рентгеновых лучей. Сам Рентген в статье 1898 г. говорил о том, что они представляют собой продольные волны. Идея продольных волн к этому времени была в достаточной мере скомпрометирована Яуманом, о котором мы упоминали выше. За отсутствием опыта с интерференцией и дифракцией никаких доказательств волновой природы X-лучей в первое время не существовало. Тем не менее даже тогда были высказаны совершенно правильные суждения об их природе. Так, в вышеупомянутой лекции П. Н. Лебедева указывается, что если рассматривать теоретические свойства весьма коротких, т. е. ультраультрафиолетовых волн, то они должны иметь показатели преломления, весьма мало отличающиеся от единицы, в связи с чем они не должны ни отражаться, ни преломляться. И если полоса поглощения данного вещества лежит хотя бы в очень далеком ультрафиолете, то еще далее, в сторону коротких волн, должно быть сравнительно мало и поглощение, т. е. должны наблюдаться как раз такие свойства, какие действительно наблюдаются для X-лучей. В таком же смысле в феврале 1896 г. высказывается Шустер [15].

Другие ученые полагали, что в X-лучах имеет место корпускулярное явление — поток частиц, подобный катодным лучам. Курьезно, что на этой точке зрения вплоть до 1912 г., т. е. до кануна открытия Лауэ, Фридриха и Книппинга, стоял В. Г. Брэгг — тот самый В. Г. Брэгг, который вместе со своим сыном В. Л. Брэггом сейчас же после этого открытия дал новое истолкование явлений, наблюдавшихся мюнхенскими учеными.

Г. Стокс теоретически разобрал вопрос о тех кратких импульсах электромагнитного характера, которые должны возникать на антикатоде в результате торможения падающих на него частиц катодного пучка [16], и многие физики того времени привыкли думать об X-лучах как о таких импульсах непериодического характера.

В 1902 г. был достигнут крупный с точки зрения тогдашних физиков успех по выяснению природы X-лучей.

Блондло (тот самый, о котором мы говорили выше) рядом остроумных опытов показал, что скорость распространения X-лучей равняется скорости распространения света [17]. Это создает серьезный аргумент в пользу теории, рассматривающей X-лучи как некоторый частный случай электромагнитного излучения. Блондло посылал по некоторой проволоке электромагнитную волну и в том же направлении пучок X-лучей. Было известно, что X-лучи облегчают проскакивание искры между заряженными про-

водниками. Конечно, X-лучи могут это сделать в искровом промежутке в том случае, если они распространяются с такой же скоростью, как электромагнитные волны; иначе X-лучи придут либо слишком поздно, либо слишком рано для того, чтобы помочь искре.

Блондло несомненно доказал, что X-лучи распространяются с той же скоростью, как электромагнитные излучения по проволокe, т. е. со скоростью света. К сожалению, худая слава, оставшаяся за Блондло после его N-лучей, помешала отнестись с должной серьезностью к его опытам. Между тем это был серьезный ученый, и его работы по определению скорости распространения электромагнитных волн считались одно время наиболее точными. Пуанкаре ставил их очень высоко и подробно излагал в своих курсах. Несколько позже немецкий ученый Эрих Маркс повторил вышеуказанный опыт Блондло и получал тот же результат² [18].

Менее убедительны опыты Блондло, которыми он доказывал существование поляризации X-лучей.

На ранних стадиях исследования X-лучей первые опыты по изучению их дифракции были поставлены голландскими учеными Хага и Виндом [19]. Они брали щель в виде узкого клинообразного отверстия, вырезанного в толстом свинцовом листе. Если X-лучи действительно имеют волновую природу, то, пройдя через такую щель, они должны оставить след, отличающийся от геометрической формы щели, а именно расшириться там, где щель особенно сужена.³ Фотографии Хага и Винда действительно показывают слабое расширение изображения у узкого конца щели. Из вычислений этих ученых следует, что длина волны X-лучей — порядка десятых долей ангстрема. Опыт Хага и Винда вызвал в свое время возражения, особенно со стороны Вальтера, который полагал, что дело может объясняться фотографическими эффектами [20]. Во всяком случае, Хага и Винд дали верхний предел для длины волны X-лучей — предел совершенно правильный, как показала последующая история.

Мы не останавливаемся на длительных и превосходных работах Баркла [21]: они попадают во все учебники и курсы.

Знаменитую работу Лауэ, Фридриха и Книппинга в Мюнхене (1912) можно расценивать, как удар грома [22]. После нее уже не остается никаких сомнений в волновом характере X-лучей, стали возможны точнейшие измерения длины их волны, систематизация рентгеновских спектров. Интересны некоторые обстоятельства, сопровождавшие это открытие. Лауэ, как известно, рассматривал

² Э. Маркс позволил себе в своей статье ни разу не упомянуть имени Блондло, схемой которого он воспользовался.

³ В видимых лучах этот опыт, правда значительно проще, чрезвычайно красиво проделан В. К. Аркадьевым с сотрудниками.

получающееся дифракционное изображение как совокупность действия отдельных молекул или ионов, правильно расположенных в кристаллическую решетку.

Иначе подошел к этому делу наш соотечественник Ю. В. Вульф. В ряде докладов [23], прочитанных в физическом семинаре в Москве в 1912—1913 гг., он рассматривал получающуюся картину как результат интерференции лучей, отраженных от последовательных плоскостей, проходящих через элементы решетки. Он доказал также, что и та и другая манера рассуждения приводят к одним и тем же результатам. Вульф, к сожалению, опоздал с опубликованием своих выводов, хотя и был предупрежден нами о появлении в журнале «Nature» предварительного сообщения Брэгга-отца и Брэгга-сына [24], явно базировавшегося на тех же рассуждениях, что и выводы Вульфа. Брэгги опубликовали раньше Вульфа свои известные статьи, и соответственный метод стал носить в иностранной литературе только их имя, хотя по справедливости мог быть назван и именем нашего соотечественника.

Открытие X-лучей несомненно было одним из самых революционных событий в истории современной физики. Чтобы не быть голословным, укажем на нити, которые тянутся в разных направлениях от рождения X-лучей. Мы уже говорили, что открытие радиоактивности самым непосредственным образом связано с открытием X-лучей. С ними же связаны все те огромные по результатам следствия, которые наука извлекла из радиоактивности. Спинтарископ Крукса, камера Уилсона, счетчик Мюллера—Гейгера принадлежат в настоящее время к числу тех приборов, которые показывают студентам в начале изложения курса молекулярной физики, чтобы сразу ввести их в вопросы дискретного строения вещества.

Нам же, современникам создания этих приборов, они говорят другим языком. Спинтарископ — невинный спинтарископ Крукса — заставил нас пережить событие, можно сказать, философской важности. Посмотрев в него, мы воочию увидели — впервые для себя и одними из первых в истории человечества — если не отдельные атомы, то действия отдельных атомов. Наблюдая отклонения гальванометра в счетчиках Мюллера—Гейгера, мы могли, как А. А. Эйхенвальд в одном из своих популярных докладов, приговаривать: «Вот пролетел один атом, вот пролетел другой атом, вот сразу два атома появились в поле прибора».

Космические лучи, наше знакомство с элементарными частицами современной физики (нейтронами, позитронами, протонами, нейтрино, мезонами) и др. — все это было бы невозможно без того сдвига, который последовал в физике в результате открытия X-лучей. Невозможен был бы и последний шаг — открытие и использование атомной энергии.

X-лучи долго представляли собой самые короткие волны, которыми располагали физики. В этом отношении они сыграли двой-

ную роль. Прежде всего они оказались наиболее глубоко проникающей в глубь атома радиацией — вплоть до самого внутреннего слоя электронной оболочки — туда, где действие сил ядра не экранировано другими электронами; поэтому с их помощью были получены точные сведения о самом ядре, вернее о его заряде. И первые же работы по изучению рентгеновских спектров атомов (их связывают с именем Мозли [25], погибшего в Дарданельской экспедиции 1915 г.) дали чрезвычайно ценный материал, позволивший, можно сказать, пронумеровать все атомы периодической системы Менделеева, поставить каждый атом в его собственную клеточку, не оставляя сомнений относительно пустых мест и других трудностей.

Когда на смену классической колебательной теории пришла квантовая теория света, то и здесь роль X-лучей оказалась выдающейся. Они обладали квантами наибольшей величины, были более доступны непосредственному физическому исследованию и изучению. Классические опыты Комптона над энергией и отдачей квантов и электронов были сделаны именно с X-лучами [26].

Неоценимы услуги рентгентехники в исследовании кристаллической структуры вещества. Можно без преувеличения сказать, что до их применения и самое понятие «кристаллическая решетка» носило отвлеченный, математический, характер. Живую душу, физическое содержание вдохнуло в это учение применение рентгеновской методики, и мы теперь знаем кристаллические решетки наиболее сложных систем в таких подробностях, о каких нельзя было и мечтать до открытия мюнхенских ученых. Дело не ограничивается кристаллами. Те же X-лучи дают указание и о каких-то первых намеках на кристаллизацию в жидкостях, в стеклах, вообще в тех телах, где кристаллизация может существовать только в зародышевом состоянии. И здесь услуги этой методики совершенно неоценимы.

В 1927 г. американским ученым Девисону и Гермеру удалось с помощью тончайших опытов подтвердить теорию дебройлевских волн, сопровождающих каждое корпускулярное явление [27]: электрон есть волна, и длина этой волны определяется скоростью электрона, его импульсом. Электронный пучок отражается от кристалла, как отражается система волн. Каких волн? Оказывается, по длине они должны соответствовать рентгеновскому спектру. И действительно, Девисону и Гермеру удалось показать, что при отражении электронного пучка от кристалла получается распределение максимумов, поразительно напоминающее картину, которая физикам так хорошо известна по трудам Лауэ, Брэггов, Вульфа и др. Таким образом, и в этом новом повороте — в утверждении волновой теории материи — дело не обошлось без участия рентгеновской техники.

Приведем еще один пример приложения X-лучей. В самое недавнее время, после трудов Милликена, возникли сомнения

в точности того числа, которым выражается число молекул в одном грамм-эквиваленте вещества. Это число принималось равным 6.06×10^{23} . Рентгеновы лучи дали возможность подойти к этому вопросу с новыми средствами. В самом деле, кристаллы дают прекрасный способ определять отношение между длиной волны X-лучей и размерами элемента решетки. Если бы нам удалось независимым опытом определить одну из этих величин (скажем, длину волны X-лучей), мы имели бы с такой же точностью и вторую из них, т. е. размеры элемента решетки. А зная элемент решетки, можно определить, сколько таких элементов содержится в одном грамм-эквиваленте вещества. Такие опыты были проделаны шведским физиком Беккином и привели к новой величине вышеуказанного числа, а именно 6.025×10^{23} . Таким образом, и эта фундаментальная величина, так называемое число Авогадро, стала известна с большой точностью благодаря применению методов рентгенотехники.

Отметим некоторые исследования X-лучей советских ученых.⁴ Академик А. Ф. Иоффе и Н. И. Добронравов искали и нашли доказательство фотоэффекта, вызываемого отдельными фотонами [28]. Вопрос этот — весьма фундаментальный для самого понятия квантов лучистой энергии.

А. И. Алиханов и другие [29] занимались вопросами полного внутреннего отражения X-лучей.

Академику В. П. Линнику [30] также принадлежат работы по полному внутреннему отражению X-лучей и, кроме того, работа по повторению опыта Ллойда с X-лучами. Он же искал картины отражения X-лучей от поверхностной решетки кристаллов. Впрочем, академик Линник впоследствии объяснил полученные им результаты другим способом (одновременно с японским исследователем Кикучи).

Мы хотели бы вернуться к вопросу, возникшему в начале статьи: правда ли, что открытие Рентгена случайно? Позволим себе высказать наше убеждение, что случайных открытий не бывает. Находит тот, кто ищет. Видеть найденное умеет тот, кто не только смотрит, но и видит. И великое открытие X-лучей могло быть сделано только физиком, обладавшим и физической зоркостью и физической пронизательностью. Этими качествами Рентген обладал в неизмеримо большей степени, чем вся та плеяда исследователей, которая бросилась по стопам его открытия и, как мы видели, больше сбивала серьезных ученых, чем помогала им своими сомнительными открытиями [31].

В нашу задачу не входит изложение многообразного практического приложения рентгеновых лучей. В арсенале орудий борьбы с болезнями X-лучи являются могучим средством «глубокой раз-

⁴ Из советских ученых А. Ф. Иоффе вместе с М. М. Глаголевым являются непосредственными учениками Рентгена.

нездки». Наличие инородного тела, заболевание костей, поражение пищеварительного тракта, потемнение пола от внутренней опухоли, наличие каверн — все это почти не ускользает от их указаний в руках опытного медицинского работника. Рентгенодиагностике посвящены тысячи статей и целые журналы. Она сделалась предметом преподавания медицинских институтов и факультетов. Рентгентехника вошла и в заводскую практику для просмотра ответственных металлических изделий.

В небосторожном применении X-лучей таятся большие опасности. Весьма невинное поражение нанесли они П. Н. Лебедеву, создателю московской физической школы, а тогда молодому ассистенту физической лаборатории Московского университета. Он знал о вредном действии лучей и закрывал от них лицо — кроме подбородка. Однажды он погладил свою бороду, и она целиком осталась в его руках. Имели место и трагические случаи.

Прошло 50 лет со дня великого открытия Рентгена. Из брошенного им в то время семени выросло огромное дерево. Много славных дел и много славных имен привязано к его широко разросшимся ветвям. Все это произошло за жизнь одной научной смены, наполнив эту жизнь волнующим и богатым содержанием. Мы благодарно связываем его с именем Вильгельма Конрада Рентгена.

ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ФИЗИКИ В XIX—XX ВВ.

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ XI СЪЕЗДЕ ЕСТЕСТВО- ИСПЫТАТЕЛЕЙ И ВРАЧЕЙ И О ВЫСТУПЛЕНИИ НА НЕМ А. С. ПОПОВА [1]

В конце декабря 1901 г. компания ученых Москвы собралась по взаимному уговору в Петербург на XI съезд естествоиспытателей и врачей [2]. Всех тянуло туда прежде всего научные интересы, но была и другая цель: москвичи выдвигали проект организации чего-то вроде союза младших преподавателей высшей школы и отправлялись в Петербург с определенными планами действия в этом направлении.

Из московских физиков постарше на съезд ехали Н. А. Умов, А. А. Эйхенвальд, А. П. Соколов, В. А. Михельсон; ¹ сюда же надо присоединить знаменитого препаратора МГУ И. Ф. Усагина; более молодая часть была представлена Н. П. Кастерным, А. Р. Колли, А. В. Цингером, пишущим эти строки и еще кое-кем, кого не упомяну.

Мне, еще никогда не бывавшему ни на одном подобном всероссийском собрании, было чрезвычайно любопытно посмотреть на представителей нашей науки на других «градах и весей». Наибольшее впечатление, несомненно, производил киевлянин Н. Н. Шиллер; за смертью в 1896 г. А. Г. Столетова он, как это невольно чувствовалось, играл роль признанного старейшины русской физики; его авторитетного и острого суждения побаивались и наши учителя... Интересен был Д. А. Гольдгаммер (Казань). «Хозяева поля» — О. Д. Хвольсон, И. И. Боргман, Н. А. Булгаков и «молодежь» — В. К. Лебединский, В. Ф. Миткевич, А. А. Добнаш, К. К. Баумгарт (студент-распорядитель) и другие сделали все возможное, чтобы как следует принять при-

¹ П. Н. Лебедев был болен и не явился за границу.

ехавших физиков. Гости могли с завистью посмотреть только что открытый Физический институт — первый в России, безукоризненно чистый, построенный просто, но изящно, и далеко еще не наполненный научными работами.

Работы секции протекали очень оживленно и интересно. Только два доклада были очень слабы (Н. П. Мышкина и Н. А. Демчинского) и производили на общем серьезном фоне впечатление скандала.

И вот мы, москвичи, со справедливой гордостью сразу увидели, какую выдающуюся роль играют в отечественной физике представители Москвы. Уже на вступительном заседании съезда (20 декабря) произошел как бы поединок между петербуржцем С. М. Лукьяновым, с его виталистическим выступлением, и «нашим» Н. А. Умовым, прочитавшим свою великолепную речь «Физико-механическая модель живой материи» [3].

Гвоздем физической секции был доклад о только что напечатанной работе П. Н. Лебедева о световом давлении на твердые тела.² Замечателен был «Обзор новейших исследований по термодинамике лучистой энергии», прочитанный одним из зачинателей этих исследований профессором В. А. Михельсоном. Художественный доклад «О поющей вольтовой дуге» с исключительно удачными демонстрациями сделал А. А. Эйхенвальд. Научные выступления и других москвичей были отмечены особой серьезностью и интересом: Н. П. Кастерин доложил две работы лебедевской школы — работу студента В. Я. Альтберга о звуковом давлении и работу студента Н. Н. Златовратского (она потом была допущена тем же В. Я. Альтбергом) о получении и измерении ультразвуковых волн.³ Кроме того, Н. П. Кастерин доложил свой вывод формулы звукового давления; к сожалению, приоритет в этом вопросе достался не ему, а лорду Рэлею, упреждавшему Н. П. Кастерина в публикации. Наконец, очень важное сообщение об аномальной дисперсии в области дециметровых волн по своим работам сделал А. Р. Колли, любимый и талантливый ученик П. Н. Лебедева. Метод, которым он пользовался — своеобразное видоизменение «ударного» возбуждения, — впоследствии был в значительной степени дисквалифицирован в приложении к данной задаче, но сам А. Р. Колли остался в нашей памяти как выдающийся специалист в области электрических колебаний и волн.

Мы двое с А. Р. Колли, товарищи по лаборатории, по теме и по интересам, на съезде были почти неразлучны; наши впечатления, конечно, вполне совпадали. Мы оба обратили внимание на

² За отсутствовавшего по болезни П. Н. Лебедева она была доложена (нужно сознаться, довольно-таки плохо) профессором А. П. Соколовым.

³ Это была вообще первая в мире работа по ультразвукам. Впоследствии эта тема получила в школе П. Н. Лебедева дальнейшее развитие (работы самого П. Н. Лебедева и Н. П. Неклепаева).

сравнительно слабую постановку демонстрационного дела, — где петербуржцам было тягаться с И. Ф. Усагиным! Затемнение производилось вручную из четырех мест (в Москве это делалось нажатием одного рубильника); фонарь, плохо отрегулированный, гудел так, что бедному В. А. Михельсону, докладывая свой «Обзор», пришлось кричать во всю силу голоса и т. д. и т. д.¹ Конечно, и сами демонстрации далеко не достигали того изящества, в каком их преподносили в московской (старой) физической аудитории.

И вот единственным исключением из этого, к сожалению, правила было выступление 27 декабря А. С. Попова в большой физической аудитории университета. Доклад был заранее подготовлен — приборы стояли на месте, были налажены в действие, порядок демонстрации был явно обдуман и согласован со средствами аудитории. По-видимому, цель, которую ставил себе докладчик, заключалась в том, чтобы изложить физические основы явлений при «телеграфии без проводов». Почти все время, отведенное для доклада, было отдано демонстрациям — их было очень много, и все были на редкость удачны и красивы, хотя ничего нового, по сравнению с Москвой, мы не увидели.

Помнится, особенно эффектно А. С. Поповым были показаны опыты Н. Теслы: кисти, вырывающиеся из конца вторичного проводника, достигали почти метровой длины; электрическое поле токов высокого напряжения наполнило всю громадную аудиторию; розданные слушателям пустотные трубки двухметровой длины светились в самых ее отдаленных углах, в особенности если им придавалось надлежащее направление (вдоль силовых линий). Все это привело присутствующих в совершенный восторг, выразившийся к концу шумными и долгими рукоплесканиями.

Я не помню, чтобы на этом заседании производились опыты с телеграфированием на более или менее значительном расстоянии. Таковое производилось на другом выступлении А. С. Попова — 22 декабря, в старом здании Электротехнического института, на Исаакиевской площади, но на этом заседании ни А. Р. Колли, ни я не были, так как, по-видимому, полагали, что этот доклад не будет отличаться от университетского.

Я корреспондировал со съезда в «Русские ведомости» — московскую «профессорскую» газету, — хотя своей корреспонденции об университетском докладе А. С. Попова в ней я не нашел. Там было опубликовано сообщение о другом его докладе, принадлежащее не мне.

Помню свои разговоры о докладе с А. Р. Колли. А. С. Попов как-то подчеркнул необходимость иметь в виду особенность морской обстановки: я шепотом выразил недоумение: «Чем особенным

¹ См. письмо А. Р. Колли ж П. Н. Лебедеву от 28 января 1902 г., напечатанное в I-м томе «Научного наследия» [4].

отличается эта обстановка?». А. Р. Колли также шепотом ответил: «Близость больших масс металла — корпус, мачты, орудия; сильная электропроводность воды».

Манера чтения у А. С. Попова была необыкновенно проста — без всякой аффектации, без ораторских ухищрений и украшений; ее красота была в простоте и убедительности содержания. Лицо оставалось спокойным и даже неподвижным; лекторское волнение, естественное при выступлении перед большой аудиторией, было глубоко скрыто, как у человека, явно привыкшего владеть собой и своими чувствами. Таким и должен быть человек больших возможностей и малого честолюбия...

На съезде А. С. Попов проявил интерес к А. Р. Колли. Последний в своем письме к П. Н. Лебедеву писал: «Попов, между прочим, был на моем докладе, познакомился со мной и, узнав, что я собираюсь делать опыты с длинными волнами, очень любезно предлагал мне предоставить все средства, если бы мне понадобилось испытывать мою систему на дальние расстояния. Я бы, в свою очередь, с удовольствием летом где-либо поплавал» [5].

К сожалению, это предполагавшееся содружество двух талантливых людей не состоялось, и пути их пересеклись только один раз.

ФИЗИКА В РОССИИ XIX в. [2]

Введение

Почет и глубокое уважение, которые С.-Петербургская академия снискала с самого своего возникновения во всем научном мире, в значительной степени были связаны с работами петербургских академиков в области точных наук, и в частности по физике.

Здесь Даниил Бернулли создал свою по существу физическую гидродинамику; здесь он же наметил основы современной кинетической теории газов. К петербургскому периоду жизни относится творчество и другого швейцарского ученого, нашедшего в России, по его собственным словам, свою вторую родину, — великого Леонарда Эйлера. Здесь впервые по его расчетам был осуществлен ахроматический микроскоп; здесь его антиньютоновская физическая оптика нашла сочувственный отклик.

К этим академикам-иностранцам по времени непосредственно примыкает и наш первый национальный ученый, гениальный М. В. Ломоносов. А далее, уже на рубеже XVIII и XIX вв., протекает выдающаяся исследовательская работа другого русского самородка — академика В. В. Петрова [2], который с помощью «наипаче огромной батареек» на 10 лет раньше Г. Дэви наблюдал и описал «вольтаическую дугу».

Таким образом, и на поприще физического исследования русский народ выдвинул свои мощные силы и дал образцы работ, вошедших в сокровищницу физических знаний на долгие годы вперед. При всем том бросается в глаза разрозненность этих усилий и отсутствие преемственности в работе. Это и немудрено: почти единственным центром научной работы в XVIII в. была Академия, а она, как мы знаем, долго и с малым успехом искала путей для обеспечения смен. Исторически роль воспитания научных кадров принадлежит высшей школе; между тем до начала XIX в. в России насчитывалось всего четыре высших учебных

заведения, в которых должна была преподаваться физика [3]. Тем более показательно, что академик В. В. Петров пришел в Академию из одной такой школы — Медико-хирургической академии.

В первой половине XIX в. началась деятельность Э. Х. Ленца [4] и В. С. Якоби [5], которая продолжалась также и во второй его половине. Оба они в русской науке играли особую роль, безусловно, возглавляя российскую физику, — можно сказать, почти поглощая последнюю. Научно оба работали исключительно в Академии; педагогическая работа Ленца была тесно связана с Петербургским университетом.

Для того чтобы правильно понять и оценить научную деятельность как Ленца и Якоби, так и других русских физиков второй половины XIX в., нам придется дать весьма краткий очерк развития физики в интересующий нас период на Западе. Ход этого развития не мог не отразиться на характере того же процесса на нашей родине.

Развитие физики во второй половине XIX в. на Западе

Последние годы первой половины XIX в. отмечены утверждением закона сохранения и превращения энергии — этого великого «бухгалтерского» принципа, который навел «порядок» во всем естествознании и установил ряд точных количественных соотношений, управляющих решительно всеми переходами энергии из одного вида в другой. В частности, был чрезвычайно уточнен переход механической энергии в теплоту, что позволило уже во второй половине XIX в. весьма далеко провести отождествление теплоты с молекулярным движением — задача, столь занимавшая еще Гюйгенса, Ньютона, Лейбница, Даниила Бернулли, Ломоносова. Теперь кинетическая теория вещества — и в особенности газов — получила пышный расцвет. Особый успех принесла ей систематическое приложение строгих статистических методов; благодаря ему физике XIX в. удалось довольно верно указать основные количественные характеристики молекулярного мира: размер молекул, длину их свободного пути, приблизительное число молекул в единице объема газа при нормальных условиях и т. п.

С 50-х годов постепенно твердо устанавливается и второй принцип термодинамики, провозглашающий невозможность регресса *mobile* второго рода — двигателя, почерпнувшего энергию из теплоты, развитой в окружающем мире, без перехода этой теплоты от более теплого тела к более холодному: теплота сама собою переходит от теплого тела к холодному и при этом может производить работу. Обратный переход может совершаться только при затрате работы со стороны.

В связи с этим законом, получившим громадное значение в теории тепловых двигателей, возникла и теоретическая проблема — объяснить такую односторонность тепловых переходов с молекулярно-кинетической точки зрения. Этими исканиями наполнены последние десятилетия прошлого века, а продолжение их захватывает и наше столетие.

Особое место в теории газов занимает открытие так называемого критического состояния и связанное с ним учение о непрерывности перехода из жидкого состояния в газообразное и обратно.

Учение о свете развивалось исключительно с точки зрения волновых представлений: молекулы и атомы суть источники колебаний; эти колебания распространяются по пространству при посредстве некоторой гипотетической среды — мирового эфира. Эфир — подобие (по его оптическим свойствам) твердого тела с огромной упругостью и малой плотностью.

Период собственного колебания — характерная черта испускающей колебание системы; на основе этого представления создается спектральный анализ. Он немедленно прилагается к химическому анализу отдаленных тел — солнца, звезд, комет. Опровергается агностицистическое утверждение Огюста Конта, что мы никогда не будем знать химического состава небесных тел. Кладется основание быстро растущей астрофизике.

Кладется начало изучению электрических колебаний. Сначала теоретически доказывается их существование и определяется величина периода ожидаемого колебания системы, а затем на опыте констатируется существование этого явления, — измышляется метод для определения периода.

Безусловно, важнейшим событием в физике второй половины XIX в. следует считать появление, а затем и подтверждение электромагнитной теории Максвелла. Максвелл математически выразил и обработал представления Фарадея, создал «теорию поля» и приложил к учению об электромагнитных процессах эту теорию, вместо изжившей себя «теории дальнего действия». Он предсказал при этом ряд новых явлений и числовых отношений. Так, оказалось, что электромагнитное возмущение распространяется от места своего возникновения волнообразно с конечной скоростью. Величина этой скорости предсказывается на основе известных в науке данных. Она оказывается равной скорости света. Отсюда делается вывод, что свет представляет собой электромагнитное явление. Устанавливается ряд поразительных соотношений между световыми характеристиками вещества и его электромагнитными свойствами. Предсказывается, что свет должен производить давление на поверхность, на которую он падает; дается теоретическая величина этого давления в различных случаях.

Теория Максвелла с ее непривычным и громоздким математическим аппаратом с самого начала находила весьма мало сторонников. Конечно, главным ее недостатком была полная оторванность от опыта, так как именно для тех ее частей, которые предсказывали результаты, отличные от старых теорий (быстропеременные процессы), не существовало методов наблюдения и измерения. Их надо было создавать заново, а это было под силу только совершенно исключительному физическому, одинаково владеющему теорией и экспериментом, и притом и тем и другим — в выходящем из ряда размахе. Такой нашёлся в лице Генриха Герца.

Опыты, поставленные Герцем в конце 80-х годов, произвели в физике неслыханный и молниеносный переворот: к середине 90-х годов у теории Максвелла не осталось противников и весь прогресс физики был направлен по линии проверки теории во всех ее следствиях. Падение теории упругого эфира в значительной степени лишало основы механистическую натурфилософию, весьма распространенную среди крупнейших физиков конца XIX в.: она смирлась более широкими воззрениями, которые один наш соотечественник (В. А. Михельсон) назвал «электрологистическими». Философия огромного, подавляющего большинства физиков оставалась материалистической: молекулярная гипотеза была одной из предпосылок этого мировоззрения. В начале 90-х годов сильную поддержку молекулярной гипотезе оказала возникавшая главным образом усилиями Г. А. Лоренца теория электронов, предполагавшая атомарное раздробление не только весового вещества, но и электричества. Впервые была высказана также мысль о «кажущейся массе» электрического заряда, что впоследствии вылилось в представление об инертной массе энергии.

Большие успехи были достигнуты в теории теплового излучения: была предложена и осуществлена модель «абсолютно черного тела», свободного от избирательных свойств реальных твердых тел. На нем оказалось возможным проверить ряд теоретических выводов, полученных путем приложения к явлениям излучения законов термодинамики: удалось вывести математические выражения для общего количества энергии, излучаемой накалившимся телом, для длины волны, при которой эта энергия переходит через максимум, удалось получить довольно правильное выражение и для распределения энергии в спектре при различных температурах и т. д. В дальнейшем работа по излучению привела физику к крушению классических представлений о свете и к созданию теории квантов, т. е. к распространению атомарных представлений и на область учения о лучистой энергии. Но это произошло уже на самом рубеже XIX и XX вв.

В заключение — несколько слов об организации физики на Западе. Ведущее положение во второй половине XIX в., безусловно, принадлежало германской физике: второе занимала Анг-

лия; затем приблизительно на равных правах шли Франция, Америка и наша родина. Ведущими журналами были немецкий «Annalen der Physik» и английский «Philosophical Magazine». Реферативная работа также лучше всего осуществлялась в Германии, где было два реферативных журнала: «Beiblätter zu den Annalen» и «Fortschritte der Physik». Выдающимися собраниями были ежегодные немецкие съезды физиков и английские, устраиваемые «Британской ассоциацией для содействия науке». Только во второй половине века возникли практические занятия для студентов по физике. Лишь в немногих университетских центрах возникли специальные физические институты (наиболее известные — в Берлине во главе с Гельмгольцем, в Гейдельберге с Кирхгоффом, в Страсбурге во главе с Кундтом и в Кембридже, где последовательно были руководителями «сам» Максвелл, Рэлей и Дж. Дж. Томсон). Мало было центров, которые можно было бы назвать школами.

Малое внимание к физике со стороны государственных органов объясняется тем, что она к описываемому периоду почти не нашла себе технических приложений. Исключениями являются теплотехника и электротехника, но они уже успели отойти от физики и развивались почти независимо от нее.

Общее положение физики в России во второй половине XIX в.

Прежде всего скажем несколько слов о производстве на нашей родине в описываемый период научных, в частности физических, приборов. Как известно, физика наравне с астрономией нуждается для своих опытов в ряде сложных приборов, в особенности измерительных (оптических, электрических и др.). Но в нашей стране их почти совершенно не производилось. Было несколько полукустарных предприятий, производивших нужные стране геодезические приборы; но оптика для них выписывалась из-за границы. При университетах и других вузах и учреждениях часто бывали свои мастерские, но они производили только уникальные приборы по особым каждый раз заказам, что обходилось чрезвычайно дорого.

Таким образом, основным источником, удовлетворявшим потребности научного рынка, была выписка из-за границы. В особенности трудно было положение с оптикой: ни одного оптического предприятия в России не было. Не было и стеклодувов; так, во всей Москве было не больше двух стеклодувов.

Нечего и говорить, как пагубно такое положение отзывалось на развитии науки в стране. Дело усугублялось тем, что не было и потребителей физики: отсутствие промышленности не вызывало потребности в научных руководителях предприятий, консульта-

Мы видели, что к началу интересующего нас периода русская физика почти исчерпывалась двумя именами — Ленца и Якоби.¹ Если бы положение оставалось таким же в дальнейшем, то нашей науке прозило бы неминуемое отставание (мы видели, как разнообразно и широко мировая физика за этот период развилась в разных странах). К счастью, этого не случилось: возросшее к 50-м годам число высших учебных заведений постепенно выдвинуло на научную арену ряд новых работников по физике. Если к 1859 г. в России было семь университетов и шесть других вузов с преподаванием физики, то за отчетный период число их возросло: университетов до десяти,² а вузов до тринадцати.³ Даже самые молодые учреждения заняли свое место в общей работе: в Новороссийском (Одесском) университете вскоре после его открытия стал сначала доцентом, а потом профессором молодой Н. А. Умов [5], в Варшаве — П. А. Зилев; в Петровской земледельческой академии последовательно были Р. А. Колли [7] и в самом конце рассматриваемого периода — В. А. Михельсон [8] и т. д. и т. д. — все физики с солидными работами и научным авторитетом. Число профессоров физики достигло 30; сюда нужно присоединить не менее 70—80 доцентов и ассистентов, оставшихся при университете. Общее число лиц, так или иначе прикосновенных к научной работе по физике, можно определить в 150—200 человек. Конечно, эти цифры совершенно ничтожны по сравнению с современными, но в свое время они знаменовали крупный прогресс в росте отечественной науки и обеспечили качественный подъем научного уровня.

Большинство учреждений, развивавших физику (11, считая сюда Университет, Академию наук, Главную физическую обсерваторию и Палату мер и весов), было сосредоточено в тогдашней столице — в Петербурге; 3 — в Москве, 2 — в Харькове; по одному было в прочих упоминавшихся центрах. Это создавало для Петербурга особо благоприятное положение и налагало на его деятелей большую ответственность за положение физики во всей стране.

Преподавание физики в начале второй половины XIX в. переживало «Меловой» период — практические занятия возникли значительно позднее; впервые их организовал Ф. Ф. Петрушевский [9] в Петербургском университете (1867), а затем А. Г. Столетов [10] в Московском (1872). После этого они быстро распространились по всем университетам и вузам, что привлекло

¹ Следует упомянуть еще А. Я. Купфера, но он замечателен не физическими, а метеорологическими и магнитологическими работами.

² Вновь учреждены университеты в Одессе (1865), Варшаве (русский, 1869) и в Томске (1885).

³ Открыты Рижский политехникум (1862), Тимирязевская с.-х. академия (1865), Моск. высшее лесническое училище (1868), Ново-Александровский с.-х. институт (1869), Институт гражданских инженеров в Петербурге (1882), Харьковский технологический (1885), Электротехнический (1891).

и преподаванию физики большое число новых кадров из молодежи.

Понадобились также организационные мероприятия для объединения физиков. Первое физическое общество было учреждено, как и следовало ожидать, в Петербурге (1872). Но вскоре оно объединилось с Химическим обществом в Русское физико-химическое общество. Соответствующее предложение было сделано Д. И. Менделеевым и проведено в жизнь в 1878 г. [11]. Общество работало в виде двух отделений — физического и химического; оно просуществовало до 1930 г. и явилось ядром для образования Химического общества им. Д. И. Менделеева.

В Москве подобную роль играло отделение физических наук Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Оно работало под председательством сначала А. Г. Столетова, а потом Н. Е. Жуковского.

За тот же период возникали и первые физические журналы: сначала «Физический журнал», издававшийся с 1873 г. Физическим обществом в Петербурге [12], а затем, по слиянии Физического общества с Химическим, — «Журнал Русского физико-химического общества. Часть физическая» (с 1879). При нем некоторое время существовал и реферативный отдел. В Москве отделение физических наук издавало свои «Труды», но не строго периодически. Существовавший в Одессе журнал «Вестник опытной физики и элементарной математики» имел популярный характер и отдавал свои страницы преимущественно математическим вопросам.

Необходимо сказать еще несколько слов о съездах, на которых разбросанные по всей России физики могли собираться для обсуждения общих вопросов своей науки и своих личных работ. Такая возможность возникла в 1867 г., когда впервые собрался Всероссийский съезд естествоиспытателей и врачей, принявший постановление о периодическом созыве таких съездов и наметивший организационные мероприятия для такого созыва [13].

В составе съездов неизменно фигурировала физическая секция. С постепенным ростом отечественной науки росло и значение этой секции. Особым блеском отличались работы секции на IX съезде в Москве (декабрь 1893—январь 1894). Здесь А. Г. Столетов демонстрировал новую тогда большую физическую аудиторию с разнообразными удобствами и приспособлениями для физических опытов. Собралось невиданное прежде количество физиков. Молодой П. Н. Лебедев (ему тогда не было 28 лет) блестяще демонстрировал опыты Герца и тем самым ознакомил с их техникой обширнейший круг ученых и других интересующихся лиц. Было сделано много самостоятельных научных докладов. Можно сказать, что это был настоящий смотр научных сил, которым достойно закончился рассматриваемый нами период развития физики в России.

Кроме отдельных физических работ, произведенных русскими физиками в 1854—1894 гг., большое значение имеет появление в стране нескольких центров, откуда физика пополнила и расширяла свои кадры.

Как мы видели, в начале интересующего нас периода в России существовала всего одна такая школа — школа Э. Х. Ленца. Ее выученики и ученики этих учеников прежде всего обеспечили преподавание физики в самом Петербурге — заслуга не малая: как показано выше, здесь было сосредоточено большинство «потребляющих физику» школ и других учреждений.

К сожалению, среди всех этих весьма почтенных деятелей было немного настоящих талантов. Сын Э. Х. Ленца, Р. Э. Ленц, не оставил после себя трудов, хотя бы подобных трудам своего знаменитого отца. Ф. Ф. Петрушевский написал первый на русском языке курс наблюдательной физики. Он в наше время поражает элементарностью изложения; чрезмерно большое внимание уделено измерительным приборам и операциям.

Составлением учебников физики продолжают заниматься преемники Ф. Ф. Петрушевского — И. И. Боргман и О. Д. Хвольсон. И. И. Боргман известен своим первым на русском языке курсом, посвященным изложению основ теории Максвелла [14]. О. Д. Хвольсон — автор всемирно известного курса физики [15], переведенного на многие иностранные языки; это, по всей вероятности, последняя попытка написать общий курс физики силами одного человека — при нынешнем развитии физики задача уже невозможная.

Из других петербургских физиков школы Ленца необходимо назвать еще Н. А. Гезелуса и Н. Г. Егорова. Первый, сам незаурядный физик, к сожалению, преподавал исключительно в технических вузах, где физика является второстепенным предметом, а потому не оставил по себе учеников. Второй преподавал в университете в качестве приват-доцента оптику. У него делал студенческую работу крупнейший деятель последующей эпохи, выдающийся оптик Д. С. Рождественский [16].

За пределы Петербурга школа Ленца распространилась на два центра — Казань и Киев. В Казань поехал один из лучших учеников Ленца — А. С. Савельев, он умер молодым, не успев сделать того, что от него ожидалось. В Киеве стал профессором М. П. Авенариус,¹ который проявил блестящую деятельность и основал там свою школу физиков-экспериментаторов. Школа Авенариуса работала по единой тематике и добилась заметных ре-

¹ М. П. Авенариус известен своими трудами по теории термоэлектричества («закон Авенариуса», иногда приписываемый Тэту).

аудитатор — факт тем более замечательный, что материальная обстановка работы в Киевском университете была весьма неудовлетворительна.

С 60-х годов расцветает новая школа физиков, на этот раз в Москве. Ее руководителем оказывается А. Г. Столетов. Мы в последующем будем много говорить о его собственных работах и о работах его учеников; здесь мы только назовем самых крупных из последних: А. П. Соколов, впоследствии профессор сначала в Варшаве, а затем в Москве (в университете), Н. А. Умов (Одесса и Москва), А. П. Зилев (Москва, Варшава, Киев), Н. Н. Шиллер (Киев, Харьков), Р. А. Колли (Казань, Москва), Д. А. Гольдгаммер (Казань), В. А. Михельсон (Москва). Таким образом, только Дерпт-Юрьев и Петербург не испытали влияния столетовской школы. Столетов в течение долгих лет по справедливости считался старейшиной русских физиков.

В заключение назовем важнейших физиков, воспитавшихся независимо от указанных школ, вошедших в строй работающих ученых в самом конце занимающего нас периода и в дальнейшем проявивших крупную деятельность. Это: П. Н. Лебедев — не закончивший курса МВТУ, в последующем основатель и глава крупнейшей школы русских физиков [17]; Б. Б. Голицын — в дальнейшем основатель школы русских сейсмологов и сам сейсмолог мирового значения [18]; А. Н. Крылов — математик, физик, создатель теории корабля [19]. Последние двое пришли из военно-морской среды.

Главнейшие направления работы по физике в России во второй половине XIX в.

Работа русских физиков в описываемый период шла по тем же направлениям, как мировая научная мысль. Мы уже отмечали работы Якоби и Ленца,⁵ как предшественников количественной формулировки закона сохранения и превращения энергии. Этим русская физика (и физическая химия) вписала свое имя в историю самого великого открытия XIX в.

В описываемый период произошло другое открытие мирового значения. Правда, оно по праву принадлежит химии. Мы говорим об открытии периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева. В свое время оно имело исключительно химическое значение. Но уже в первой четверти XX в. определилась та выдающаяся роль, которую ему было суждено сыграть в физике атома. Теория Дж. Дж. Томсона, Э. Резерфорда, Нильса Бора, законность Г. Мозли, понятие об атомном номере, открытие изотопов Ф. У. Астеном —

⁵ Сюда, конечно, необходимо присоединить термохимика Г. И. Гесса.

все, вплоть до использования ядерной энергии, было бы невозможно без этого краеугольного камня атомной физики.

В области молекулярной физики работы русских ученых сосредоточились на изучении критического состояния. Первое по времени слово сказал по этому вопросу Д. И. Менделеев, который подошел к нему с новой и оригинальной точки зрения. При критической температуре внезапно исчезает мениск, разделяющий жидкость от пара; при этом он становится плоским, т. е. пропадает поверхностное натяжение на грани пара и жидкости. Д. И. Менделеев исследует температурную зависимость поверхностного натяжения и вычисляет экстраполяцией, когда последнее делается равным нулю. Соответствующую температуру он называет точкой абсолютного кипения. К вопросу этому он возвращается неоднократно.

Систематическое экспериментальное исследование критического состояния предпринял М. П. Авенариус в основанной им киевской школе. Его ученики В. И. Зайончевский, К. Н. Жук, О. Э. Страус и А. И. Надеждин произвели огромное количество измерений критических величин. В свое время они были единственными, но и до сих пор в справочниках занимают большое место. Рано умерший Надеждин оригинальным приемом решил не поддававшуюся усилиям других ученых задачу — определил критическую температуру воды.

Все эти работы исходили из классических представлений о тождественности пара и жидкости при критическом состоянии. Наметила и другая точка зрения, полагавшая, что при критическом состоянии достигается только полная взаимная растворимость пара и жидкости, которые по существу остаются при этом различными. Одним из самых крупных представителей этого воззрения был Б. Б. Голицын, который измыслил ряд интересных приемов и опытов для доказательства различия двух фаз вещества и при критическом состоянии. [20] Ему, в свою очередь, возражал с точки зрения обычных представлений А. Г. Столетов; его критические статьи по этому вопросу также являются классическими.⁸

Самыми основами теории Максвелла занимался ряд русских ученых [21]. Прежде всего Столетов поставил на очередь точное измерение так называемой «критической скорости», т. е. отношения между электромагнитными и электростатическими единицами. Как известно, Максвелл вывел, что скорость распростра-

⁸ Мы не будем говорить о других работах по теплоте; упомянем только о тончайших калориметрических измерениях В. Ф. Лутинина (Москва), результаты которых также фигурируют во всех справочниках. Упомянем еще про исследование И. М. Сеченовым растворимости газов в растворах. Наш великий физиолог при исследовании процессов дыхания искал нужные себе величины и обогащал наши знания остающимися до сих пор актуальными точными данными.

нения электромагнитных возмущений должна равняться именно этому отношению. Первые измерения Вебера и Кольрауша показали, что оно имеет тот же порядок величин, как скорость света. А. Г. Столетов предложил способ точного измерения этой величины.⁷

Теория Максвелла полагает, что энергия зарядов, токов и магнитов локализована в пространстве между ними (в электромагнитном поле). Развивая это представление, Н. А. Умов в Одессе (1873) создал теорию движения энергии в пространстве и понятие о потоке энергии [22]. Этим он опередил Пойнтинга, автора знаменитой теоремы о потоке электромагнитной энергии, на 15 лет. Мы по справедливости называем эту теорему «теоремой Умова—Пойнтинга».

Теория Максвелла потребовала дополнения рассмотрением явлений в движущихся телах. Первая попытка такой теории сделана Герцем, предположившим, что эфир увлекается материей при ее движении. Михельсон, исходя из явления Допплера—Физо, решал ряд задач, принимая эфир неподвижным.⁸ Несколько позже Лоренц развил ту же гипотезу в своей теории электронов. Михельсон показал также, что последовательное проведение вычислений на вышеуказанной основе приводит к явлению светового трения и к невозможности сверхсветовых скоростей движения материальных тел. Последний вывод впоследствии и значительно позже (1905) был дан теорией относительности.

Теория Максвелла связывает диэлектрическую постоянную с показателем преломления вещества. Это утверждение сделало чрезвычайно важным точное измерение диэлектрической постоянной паров и газов. Одна из наиболее ранних и точных работ в этом направлении также принадлежит П. Н. Лебедеву.⁹

Наконец, следует указать первую точную проверку выводов теории Максвелла относительно тел, обладающих и проводимостью, и диэлектрическими свойствами (электролитов). Это — работа А. А. Эйхенвальда, выполненная в самом конце XIX в.¹⁰

Но этим не кончается тот вклад, который русская наука внесла в дело утверждения электромагнитной теории света. Необходимо указать в этой связи цикл работ по электрическим колебаниям. Часть их — еще домаксвелловская; сюда относятся доселе цитируемые работы Н. Н. Шиллера, Р. А. Колли и П. А. Зилова; они, конечно, немало способствовали утверждению самого понятия об электрических колебаниях.

⁷ Вследствие плохого оборудования лаборатории его измерения были упреждены работой Айртона и Перри.

⁸ Михельсон не опубликовал своей теории, но изложил ее следствия в тезисах к своей магистерской диссертации (1894).

⁹ Это — его немецкая докторская работа (1891) [23].

¹⁰ Тоже немецкая диссертация (1897) [24].

Когда же Герц дал технике получения и обнаружения этих колебаний новый, могучий толчок, русские ученые сумели сделать два решающих шага для дальнейшего развития максвелловского учения: один — П. Н. Лебедев — сумел (1895) получить и изучить такие короткие электромагнитные волны (6 мм), которые оказались ближе к оптическим (0,3 мм), чем к волнам Герца (6 м и 60 см);¹¹ второй — А. С. Попов — сумел дать герцевым волнам практическое приложение, сделав грандиозное открытие беспроволочного телеграфа и положив таким образом начало новой промышленности, новому виду связи и культурного общения человечества (1895).

По разделу оптики участие русских физиков в мировой работе было, конечно, несколько слабее, вследствие слабого развития оптической промышленности. Однако и здесь можно указать несколько выдающихся работ. Так, Д. А. Гольдгаммер в свое время много цитировался как автор одной из теорий аномальной дисперсии, — вопрос не маловажный: приходилось дополнять теорию Максвелла, которая вообще никакой дисперсии света не предвидела.

Совсем замечательные работы были произведены на нашей родине в области промежуточной между оптикой и электричеством — по так называемому фотоэлектрическому эффекту, т. е. по явлению электрического разряда под действием на поверхность электрода световых лучей. Эти работы принадлежат А. Г. Столетову; он назвал само явление «актиновым электричеством». Исследования Столетова были начаты им уже через год после того, как наличие явления было установлено Герцем (1887). Очень трудно в коротких словах охарактеризовать их содержание и значение. Столетов создал классическую установку для изучения явления — конденсатор с сетчатым анодом, через который происходит освещение другого электрода; установил энергетические отношения в явлении; установил участие, которое принимает в последнем газ, наполняющий конденсатор; тщательно и количественно проследил и сформулировал законы, которыми управляется это участие газа в процессе. Короче, он создал классическую работу, которая только позже, лет через 10—12, была оценена по достоинству и послужила материалом для проверки новых представлений, созданных на основе электронной теории и теории удара ионов.¹²

Мы укажем еще одну оптическую работу, хотя и сделанную неоптиком и нефизиком; мы говорим о классическом исследова-

¹¹ П. Н. Лебедев мечтал, что выработанный им метод получения коротких волн немедленно поведет к ряду исследований, к созданию некоторого «спектрального анализа в электрическом спектре». Но трудности эксперимента были настолько велики, что свое осуществление эти мечты получили лишь в наши дни, после изобретения метода получения мезатухающих волн.

¹² Нам приходится только упомянуть замечательную работу Столетова «О функции намагничивания мягкого железа» [93].

ний хлорофилла К. А. Тимирязевым (1871). Оно настолько насыщено физикой и сделано столь точными физическими методами, что не упомянуть его здесь было бы несправедливо.

Весьма велико участие русских ученых и в обосновании учения о тепловом излучении. Их работы тесно переплетаются с одновременными работами крупнейших западных ученых. Хронология вопроса такова. В 1884 г. Л. Больцман впервые прилагает второй закон термодинамики к лучистой теплоте и теоретически выводит так называемый «закон Стефана» об общем количестве теплоты, излучаемой черным телом. В 1887 г. Михельсон ставит задачу о распределении излучения по спектру. Он впервые предлагает решать эту задачу статистическим методом и получает некоторую формулу, имеющую ныне только историческое значение. В 1893 г. В. Вин устанавливает «закон смещения» и повторяет (во всех подробностях!) вывод Михельсона, вводя только этот вновь открытый закон. Получается «формула Вина». Дальнейшая история вопроса (уже за пределами нашего периода) такова: Планк также статистическими методами получает сначала формулу Вина, а потом, введя гипотезу квантов, — свою, до сих пор принятую в физике формулу. Уже в 1917 г. Эйнштейн дает новый упрощенный вывод формулы Планка, также целиком основанный на статистических приемах. Таким образом, метод, впервые предложенный нашим соотечественником, оказался единственным во всем дальнейшем развитии наших знаний, а соответственная работа Михельсона — несомненно пророческой.

На определенном этапе — в начале 90-х годов — сама идея о применении термодинамики к пространству, лишенному вещества (вакууму, или, как тогда говорили, к «свободному эфиру»), многим представлялась чересчур смелой и недостаточно обоснованной. Весьма рано, однако, на этот путь встал Голицын — в своей диссертации, представленной в 1893 г. Московскому университету. Последующее развитие науки показало, что путь этот был правильным и прогрессивным [2^а].

Заключение

Мы видели, что тот огромный подъем, который переживало в 60-х и 70-х годах русское общество, явственно сказался и на интересующем нас участке науки: русская физика в эти годы обнаружила сильный количественный и качественный рост и была вполне готова к решению тех задач, которые достались в удел следующему поколению ученых.

Материалистическая философия, усвоенная в эту эпоху передовыми деятелями русского общества, отразилась и на работниках физики: все они, за немногими исключениями, стояли тогда на материалистической позиции. Следует признать, что это был наивный, часто стилизованный и всегда грубо механистический материа-

лизм. Диалектический материализм прошел мимо того поколения ученых и не оказал влияния на их мировоззрение.¹³ Но и такой материализм в то время играл положительную роль, так как главным врагом были мистические и подобные им пережитки. Блестящим проповедником механистической доктрины был А. Г. Столетов; много таких же философских мыслей, производивших в то время огромное впечатление, вкладывал в свои публичные выступления и Н. А. Умов. Кризис в физике еще не наступил; она и за границей, и у нас переживала бодрые дни бурных успехов по пути создания новой, единой физической картины мира. С этим настроением она и переходит в годы, лежащие на рубеже XIX и XX вв.

¹³ Напомним, что первая широко популяризующая в России идеи марксизма книга «К вопросу о развитии монистического взгляда на историю» Плеханова (Бельтова) вышла в свет в самом конце интересующего нас периода (1895).

РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТОВ И ДРУГИХ ВЫСШИХ ШКОЛ В РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ [1]

1

Из названия моего доклада, казалось бы, вытекает обязанность ответить на такой вопрос: в деле развития нашей науки какая доля заслуги принадлежит высшей школе и какая — нашей Академии? Но я с самого начала позволю себе ответить этот вопрос, как явно неразрешимый; что он таков, покажут взятые наудачу два-три примера.

Наш знаменитый зоолог А. Н. Северцов. Сын не менее знаменитого Н. А. Северцова, он — ученик академика (тогда еще профессора) М. А. Мензбира в Московском университете. Там же, в родном университете, он проходит первые этапы своей научно-педагогической работы: профессию получает сначала в Юрьевском университете, откуда переходит в Киев. Его деятельность в Киеве — едва ли не кульминационный пункт его творчества. Затем он опять в Москве, и здесь его застает избрание в Академию. Какому из названных нами учреждений он по существу принадлежит? Трудность возрастает, когда мы убедимся, что многие из его замечательных работ исполнены им (или материалы для них собраны) во время его многочисленных и длительных командировок за границу.

Другой пример из совершенно другой области: знаменитый славист И. В. Ягич. Он был профессором последовательно в Одессе, Берлине, Петербурге, Вене; везде он оставил по себе крупный след в виде научных трудов, учеников, организации журналов и т. п. Одновременно он был академиком. Кому по праву принадлежат его заслуги?

Тяжба по нашему вопросу между Академией и высшей школой неуместна. Только в самые первые годы Академия она была единственным научным центром России. Тогда она довела сама

себе. Она даже делала попытку сама организовать университет, своими силами. Всем памятно, что ей пришлось для этого выписать из-за границы и студентов... Но как только возникли в России университеты, началось естественное взаимодействие. Впоследствии же университеты (и другие высшие школы) стали почти исключительными поставщиками академических кадров.

В качестве убедительного примера мы приведем результаты анализа, которому мы подвергли состав Академии наук 1914 г. Оказывается, что из 38 наличных ее членов 33 (почти 87%) пришли в нее из высшей школы. Любопытны пять исключений. Среди них находим: 1) Б. Б. Голицына; он в виде редкого случая почти всю научную карьеру сделал внутри Академии — последовательно был адъюнктом, экстраординарным и ординарным академиком; 2) А. А. Белопольский и 3) М. А. Рыкачев пришли из научно-исследовательских учреждений — в то время считавшихся немногими единицами: первый — из Пулковской, второй — из Главной физической обсерватории.¹ Собственно, к Пулковской обсерватории относится почти вся деятельность еще одного академика — О. А. Баклунда, но он все же имел перед этим и некоторый университетский стаж (в Дерпте). Наконец вне этих возможностей прошли два академика: 4) В. В. Радлов — скорее, как *privat-gelehrter* и 5) В. В. Латышев — крупный ученый, но более известный как важный чиновник царского министерства народного просвещения.

Если признать, что Академия наук того времени правильно передавала своим составом верхний слой научных работников, то эти цифры могут служить некоторым ориентировочным указанием по вопросу о том, где формировались и росли в те годы руководящие кадры отечественной науки. И мы видим, что ответ недвусмыслен: главную, подавляющую часть их давала высшая школа.

Было бы чрезвычайно интересно подвергнуть такому же анализу нынешний состав академиков. Можно сказать а priori, что теперь участие высшей школы в формировании старых научных кадров нашей страны должно было ослабеть: с одной стороны, в эту работу включилось громадное количество научно-исследовательских учреждений, возникших после Октября. С другой стороны, приток сил в Академию ныне направляется не только из «науки» в более узком смысле этого слова, но и из «жизни».

К сожалению, мы еще не обладаем справочным материалом, необходимым для указанного подсчета. Кстати, последний был бы затруднен еще одним обстоятельством: как мы видели, прежде затруднение заключалось главным образом в сравнительной легкости перехода научных работников из одной высшей школы в другую. Ныне громадное развитее научной работы повлекло

¹ Кроме них, мы должны учесть еще Палату мер и весов, Географическое общество и Институт экспериментальной медицины.

за собой недостаток кадров и, как одно из его следствий, гораздо более частое, чем прежде, совместительство. К какому учреждению отнести работу члена-корреспондента Академии (имя рек), если он, кроме работы в Академии, читает курс в университете и заведует лабораторией в некотором неакадемическом научно-исследовательском институте?

2

Прежде чем переходить к оценке достижений каждого отдельного университета, дадим краткую историческую справку о возникновении университетов в нашем отечестве.

Известно, что старейшим нашим университетом является Московский, открытый в 1755 г. трудами М. В. Ломоносова и И. И. Шувалова. Это случилось через 30 лет после открытия в Петербурге Академии (1725). После этого в течение почти 50 лет Московский университет оставался единственным.

Только в начале XIX в. университеты стали открываться целыми сериями: 1802 г. — Дерптский [2], 1803 г. — Виленский [3], 1805 г. — Казанский, 1805 г. — Харьковский, 1809 г. — Або́ский, 1817 г. — Варшавский, 1819 г. — С.-Петербургский. Впрочем, открыто в собственном смысле слова было только шесть, так как седьмой (Або́ский) достался России вместе с Финляндией по Фридрихсгамскому миру 1809 г.

Достойно замечания, что из семи этих университетов четыре иноязычных, а именно: два польских (в Варшаве и Вильне), один шведский (в Або) и один немецкий (в Дерпте). Отсюда видно, что Россия того времени была еще далека от последующей политики великодержавного национализма и русификации. Судьба этих четырех университетов была такова. После ужасного пожара в Або (1827) университет был навсегда переведен в Гельсингфорс, где он по-прежнему оставался изолированным от жизни российских университетов: никакого обмена научным персоналом и научным творчеством между ним и прочими университетами и Академией не было. Такую же линию поведения наметили и два польских университета; но их судьба была более печальна, так как в 1830 г. они оба в связи с польским восстанием подверглись закрытию. Дерптский университет, наоборот, принял весьма деятельное участие как в научной, так и в общекультурной жизни страны — дал много ученых, профессоров и академиков, обменивался учеными силами с другими высшими школами и т. п. Но ввиду его особого характера и возникающих отсюда вопросов он будет рассмотрен в конце нашего обзора.

Конец царствования Александра I отмечен мрачной реакцией, которая едва не погубила еще не окрепшие университеты в Казани, Харькове и Петербурге. Конечно, она продолжалась и в сле-

дующее царствование. Подразумевая Николая I. Щедрин писал, что «он въехал в город на белом коне, разрушил гимназию и упразднил науки». При нем, как указано выше, закрыто два польских университета. Взамен открылся один — Киевский (1834).

Дальнейшая хронология возникновения наших дореволюционных университетов такова: 1865 г. — Одесса (Новороссийский), 1869 г. — Варшава, 1885 г. — Томск, 1909 г. — Саратов, 1915 г. — Пермь.

В том же 1915 г. пришлось эвакуировать два западных университета — Варшавский и Юрьевский; на их базе возникли и существуют донные университеты в Ростове-на-Дону и в Воронеже.

Учитывая упомянутые выше потери, можно видеть, что царская Россия к концу своего существования имела 12 университетов, открыв их 16 и потеряв 4. Если считать с года открытия Московского университета, то за 162 года царская власть открывала по одному университету за каждые 13 с половиной лет.

Совсем другими темпами идет строительство университетов после 1917 г. За три десятилетия Советской власти количество университетов у нас увеличивается на 15.

Советские университеты еще очень молоды — не старше 30 лет. Из этого «срока службы» надо по справедливости вычесть годы гражданской и Великой Отечественной войны, когда университеты, оказавшиеся на оккупированной территории, были почти полностью разрушены. Сводных данных по этим новым центрам нашей науки и культуры пока не имеется. Поэтому в дальнейшем о них, к сожалению, придется говорить гораздо менее того, что они, несомненно, заслуживают.

3

Казанский университет [1]. История Казанского университета за первые 100 лет его существования превосходно освещена трудами Н. Н. Булича [5], Н. П. Загоскина [6] и др. Первые годы Казанского университета художественно описаны самым уютным крепостником в нашей литературе — С. Т. Аксаковым [7].

Картина рождающегося Университета ни в какой степени не соответствует нашим привычным представлениям о высшей школе: два звёзжих профессора, в роли третьего — директор местной гимназии; 4 адъюнкта (доцента) из гимназических учителей; студентов — 41, большинство мальчишки моложе 15 лет.

Правда, уже в ближайшие годы дело меняется к лучшему: приезжают новые профессора: Бартельс, Реннер, Броннер, Литтров, Фукс, Браун. Студенчество работает с увлечением, доходящим до самозабвения. И вот, несмотря на бедность Университета, на смешение факультетов и уродливое положение, сделавшее уни-

верситет частью гимназии, мы видим совершенно исключительные плоды его работы. Достаточно посмотреть список товарищей Аксакова по курсу: среди них мы узнаем двух академиков (бр. Перовошиковых — словесника Василия Матвеевича и астронома Дмитрия Матвеевича; первый впоследствии заведовал профессорским институтом Дерптского университета), несколько будущих профессоров, двух писателей, нескольких крупных государственных деятелей. А в числе студентов 3-го приема (1807) значится имя Н. И. Лобачевского.

Не возникает спора о том, кому принадлежит слава Н. И. Лобачевского: он учился в Казанском университете, получил все академические степени и звания здесь же, здесь же был профессором, бессменным ректором, а потом помощником попечителя. Академия его в свой состав не избирала, а, наоборот, отравила многие часы его жизни своим непризнанием. Он пережил тяжелую трагедию ученого, опередившего свой век, — трагедию одиночества. Во всем мире при нем был один — и только один — математик, который понял и оценил его творчество: это был некоронованный король тогдашней математики, не менее Лобачевского гениальный Гаусс.

Итак, Казанский университет в первые десятилетия своего существования подарил нашей науке и всему миру великое творение неевклидовой геометрии.

По случаю юбилеев Лобачевского написано немало посвященных ему очерков и сочинений. Весьма обстоятельная монография — конечно, далеко оставляющая за собой все, написанное ранее, — дана после 150-летия со дня рождения Лобачевского В. Ф. Каганом [8]. Л. Б. Модзалевский тщательно собрал воспоминания современников о Лобачевском [9]. Все же нам кажется, что мы еще не исполнили всего долга перед памятью нашего великого соотечественника и перед историей. Дальнейшая работа в этом направлении необходима.

В 1833 г. кончил курс философского факультета по математическому отделению один молодой человек, представивший сочинение, удостоенное золотой медали, на тему «О пертурбациях эллиптического движения планет». С того же 1833 г. он состоял репетитором при кафедре физики, а со следующего года ему было поручено преподавание аналитической механики, гидростатики и гидравлики.

Этот молодой астроном, физик и механик по образованию, в будущем великий химик, создатель казанской школы химиков-органиков — Н. Н. Зинин. После трехлетнего пребывания за границей он снова в Казани (1840—1847), где в 1842 г. публикует знаменитый синтез бензидама действием сернистого аммония на нитробензол (пахучее вещество «казанского» мыла). Этот синтетический бензидам оказался тождественным добываемому

из естественного индиго анилину. Таким образом, одной из бессмертных заслуг Зинина является реакция, лежащая в основе всего мирового производства анилино-красочных материалов.

За короткое время пребывания Зинина в Казани он сумел образовать целый ряд учеников, из которых мы сейчас упомянем только об А. М. Бутлерове. Последний в Казани работает с 1858 по 1868 г. Он — один из тончайших органиков своего времени и первый подходил к вопросу о синтезе сахарообразных веществ. В то же время он является всемирно признанным творцом учения о структуре. Его весьма разнообразное творчество, богатство идей и личное обаяние не могли не привлечь к нему ряд учеников. Здесь мы упомянем об А. М. Зайцеве, который наследовал после перехода А. М. Бутлерова в С.-Петербург заведование химической лабораторией Казанского университета. Он работает над новыми синтезами алифатических соединений, дает метод циклоорганических соединений и является прямым родоначальником метода магнийорганических соединений, предложенного уже позже В. Гриньяром. А. М. Зайцев оставил также ряд выдающихся учеников. Здесь мы назовем одного из поздних учеников А. М. Зайцева — ныне здравствующего А. Е. Арбузова, с достоинством продолжающего научную традицию казанской химии, а из учеников последнего — Б. А. Арбузова.

Значение казанской школы для развития химии в нашем отечестве будет яснее, если представить себе «родословное древо», которое разрастается и покрывает своей тенью всю высшую школу России — и теоретическую и прикладную: университеты С.-Петербургский, Московский, Харьковский, Киевский, Варшавский; Медико-хирургическую, впоследствии — Военно-медицинскую академию; Петербургский технологический институт; Варшавский политехникум — все они обслуживаются питомцами казанской школы — небольшого, скромного по средствам, глубоко провинциального Казанского университета.

Казанская университетская лаборатория представляет собой единственный пример непрерывной преемственной работы одной школы на протяжении уже 108 лет — единственный не только в нашей, но и в мировой практике. Научные центры вспыхивают и погасают, как поплавок на небесном своде, — это, к сожалению, общал законность. Где школа Ньютона, Ломоносова, Менделеева, Аверариуса, Гельмгольца, Лебедева и других не менее славных? Преемственность казанской школы — чудесное исключение, и представляет глубокий интерес проследить, в чем заложены основы этой преемственности. Уже П. И. Вальден с уважением — можно сказать, с преклонением — отметил эту «положительную аномалию». Мы считаем, что для ее изучения и освещения сделано пока еще слишком и слишком мало, и выражаем пожелание, чтобы славная деятельность казанской химической школы была

описана в полной и обширной монографии пером большого специалиста.²

Харьковский университет. Самая большая заслуга Харьковского университета — это работа его математиков. Ему посчастливилось в том, что в числе его первых руководителей был прекрасный математик Т. Ф. Осиповский. Конечно, не случайно он подметил в одном из своих учеников выдающийся талант — это был М. В. Остроградский. Но он свою окончательную выучку получил в Париже, где в то время было сосредоточено невероятное по концентрации талантов созвездие: Пуассон, Коши, Фурье, Лиувиль, Ампер, Араго, Френель и др. С ними Остроградский был на одном уровне мышления и творчества и поддерживал в дальнейшем личные связи.

Славный период для математики (прикладной, собственно — для механики) вновь начинается с 80-х годов XIX в., когда там сначала в качестве приват-доцента, а потом и профессора появляется ученик П. А. Чебышева (по С.-Петербургскому университету) А. М. Ляпунов, харьковская работа которого относится к 1885—1901 гг. В свой харьковский период Ляпунов занимался теорией вероятности, в которой оригинальным путем доказал важную предельную теорему — предмет соревнования между ним и академиком А. А. Марковым (С.-Петербург), шедшим по путям их общего учителя П. А. Чебышева. Остальные работы того же периода — столь же выдающиеся и оригинальные, доставившие А. М. Ляпунову звание академика, — относятся к теории обыкновенных дифференциальных уравнений (теория устойчивости) и к некоторым вопросам математической физики. В 1902 г. он был избран академиком, переселился в Петербург и вся прочая деятельность Ляпунова, принесшая ему огромную славу, протекала исключительно в стенах Академии, и нам не придется о ней больше говорить. В Харькове ему удалось создать условия для научной работы учеников, из которых мы назовем В. А. Стеклова. Последний был выдающимся мастером классических методов решения задач математической физики — тех методов, которые предшествовали появлению интегральных уравнений. Он наследовал в Харькове кафедру своего учителя, которой и ведал до избрания в Академию (1912 г.).

В то же время в Харькове начинает работать один из самых крупных математиков современности — тогда доцент, а ныне академик С. Н. Бернштейн. Мы можем считать его счастливым завершителем множества принципиальных вопросов теории вероятностей, в том числе и вопроса об ее аксиоматическом обосновании. Он продвинул дальше вопрос о наилучшем изображении функции многочленами (задач Чебышева) и создал целую школу

² Мы имеем возможность отметить только наиболее выдающиеся моменты работы университетов; но это далеко не означает отсутствия других важных и почетных работ их.

математиков, разрабатывающих эту исконно русскую задачу. Ему принадлежат также глубокие исследования в области задачи Дирихле.

Творчество А. М. Липунова уже освещается изданием полного собрания его сочинений и отдельно — части его работ в серии «Классики науки». Работы В. А. Стеклова еще ждут своего издания. Деятельность С. Н. Бернштейна, к счастью, еще далека от своего завершения.

Необходимо отметить еще два имени, связанных с Харьковским университетом. Первое принадлежит ему исключительно. Мы говорим об А. А. Потебне, вдохновителем и талантливым исследователе русского языка. Хотя по своим философским установкам он стоит на позициях, далеких от современных, но печать глубокой оригинальности и самобытности его творчества, собранные им материалы властно диктуют гораздо большую популяризацию, чем та, которой удостоился до сих пор этот замечательный ученый. Второе имя — это ботаник, микробиолог и протистолог А. С. Ценковский. Он последовательно был (довольно необычный порядок!) профессором в Петербурге, Одессе и Харькове. Во всех перечисленных областях им сказано новое слово; а главное, тот творческий энтузиазм, которым он горел, он сумел влиять во все свое окружение. Всюду у него были ученики, которые, по стопам своего учителя, имели много учеников. В прямой «генетической» связи с ним стоят почти все позднейшие ботаники-академики; «внуками» его же школы были гордость нашей науки К. А. Тимирязев, один из родоначальников русской микробиологии С. Н. Виноградский, почти гениальный создатель хроматографии М. С. Цвет.

Киевский университет [10]. Нужно отметить прежде всего в высшей степени нездоровую политическую атмосферу, создавшуюся с самого начала вокруг молодого Киевского университета. Он, несомненно, мыслился правительством как центр для утверждения в правобережной Украине русского влияния. Это русское влияние должно было быть противопоставлено влиянию польскому, проводниками которого были закрытые незадолго до того Варшавский и Виленский университеты. Станным образом исполнение этой задачи было возложено поначалу на деятелей польской Кременецкой гимназии — почти сплошь поляков и католиков. За ними потянулось польское юношество: статистика показывает, что большинство учащихся в первые годы Киевского университета были католики и притом в отличие от прочих университетов — дворяне. Напомним, что на правом берегу Днепра дворянско-землевладельческий класс был почти целиком польский или полонизированный. В борьбе за «русское начало» обострились отношения внутри университета и университета с дворянским классом. Конечно, о народе, который мог бы сказать в этой борьбе свое решающее слово, никто не вспомнил, и никто к нему не об-

ратился — вплоть до октября 1917 г. и даже позже, уже после ликвидации Центральной рады, гетманщины, директории многочисленных атаманов и польских интервентов. В старом же Киевском университете, несомненно, задавали тон покровительствуемые свыше националистические элементы.

На этом фоне особо светлыми исключениями являются примеры настоящего научного творчества. Здесь на первом месте справедливо будет поставить первую в России школу физиков-экспериментаторов, созданную профессором М. П. Авенариусом. Поражаешься и теперь, в пору развития коллективного творчества наших институтов, той целеустремленностью, тем единством, которые отличают работу этой лаборатории. Наше уважение к последней возрастет, когда мы убедимся, с какими ничтожными средствами предприняты и осуществлены ее работы. Результаты же таковы, что в сводке цифровых данных о критическом состоянии и поныне, через 60 с лишком лет, данные киевской школы³ занимают крупное место — не менее одной четверти.

Работы, посвященные критическому состоянию и непрерывному переходу вещества из жидкого в газообразное состояние, были предприняты под влиянием того огромного впечатления, которое произвели на современников исследования Т. Эндрюса и развиваемые им (а позже Ван-дер-Ваальсом) воззрения. У нас еще ранее касался этого вопроса Д. И. Менделеев, у которого позднее возникла полемика с М. П. Авенариусом. На других точках зрения стояли другие ученые, в том числе из наших соотечественников — Б. Б. Голицын. Ему блестяще возражал сам А. Г. Столетов. Как мы видим, русские ученые заняли почетное место среди работников по вопросам критического состояния. Нам представляется, что полное освещение этой работы было бы одной из насущных задач истории нашей науки. В частности, необходимо восстановить во весь рост значение работ киевской школы М. П. Авенариуса.

Почти каждая высшая школа знает моменты своего высшего расцвета. Такой расцвет для отделения естественных наук физико-математического факультета Киевского университета наблюдался в начале нашего века, когда здесь собралась целая плеяда блестящих работников. Достаточно назвать их имена. По химии работает выученик казанской школы С. Н. Реформатский; он по славной казанской традиции ведет энергичную научную работу и вытягивает в нее целую группу молодежи. На кафедре геологии состоит Н. И. Андрусов — знаменитый исследователь геологии Черного моря, третичных и четвертичных отложений его бассейна. Кафедру зоологии занимает А. Н. Северцов. Здесь он проводит свое классическое исследование о развитии конечностей рептилий

³ Назовем Павловского, Страуса и в особенности Надеждина.

и создает группу учеников, имена которых и ныне находятся среди действующих ученых. Рядом с ним протекает работа С. Г. Навашина. Здесь он делает свой знаменитый цикл работ о двойном оплодотворении у покрытосемянных растений — работ, производящих переворот и воззрения по этому вопросу: к нему приезжают из-за границы учиться смотреть и видеть, чего не увидел никто из мастеров физиологии растений раньше С. Г. Навашина. Любой столичный университет любого государства мира может позавидовать такому рабочему коллективу ученых.

Мы имеем прекрасное описание этого периода жизни отделения естественных наук, но на украинском языке.¹ Настоятельно необходимо если не написать заново, то хотя бы перевести это описание на русский язык.

Вырастает к тому же времени и работа математического отделения. Д. А. Граве основывает здесь замечательную школу русских алгебраистов; ее питомцы — О. Ю. Шмидт и только что скончавшийся Н. Г. Чеботарев, Н. М. Крылов и его талантливый ученик Н. Н. Боголюбов избирают собственные отделы анализа и теории функций. Популяризация математических работ, конечно, дело нелегкое; но нельзя ли все-таки рассказать хотя бы в полупопулярной форме, что сделано хотя бы киевской школой алгебраистов — для студенчества, преподавателей и других лиц, имеющих общую математическую подготовку?

Одесский (Новороссийский) университет. В то время, когда создавался университет в Одессе, русские правительственные круги были увлечены панславистскими идеями; и одной из целей, которые были поставлены новому университету, было высшее образование для балканских славян. Как известно, из повторных движений России на Балканы реального результата не получилось, а освобожденные при этом сначала сербы, а потом болгары поистине обзавелись собственными высшими учебными заведениями. От этих всеславянских заданий мало осталось и в Новороссийском университете. Можно только отметить работу в нем двух славистов мирового значения: В. И. Григоровича и И. В. Ягича.

В последние годы перед революцией Новороссийский университет стяжал себе печальную славу самого черносотенного центра.⁵ Но он знал и времена блестящего расцвета. Достаточно упомянуть 70-е годы, когда там одновременно действовали: И. И. Мечников, конечно, всем известный автор теории фагоцитоза; А. О. Ковалевский, великий создатель эволюционной эмбриологии; И. М. Сеченов, в то время уже прославленный автор «Ре-

¹ Розвиток науки [11].

⁵ Справедливость требует отметить и среди самых правых элементов Новороссийского университета наличие крупных ученых, например окулиста С. С. Головина.

флексов головного мозга», а в Одессе делавший свои знаменитые работы, уважаемые не только физиологами, но и физиками и химиками, о растворении газов в соляных растворах; молодой Н. А. Умов, там написавший свою превосходную работу о движении энергии в упругой среде, на много лет предупредил так называемую теорему Пойнтинга. Правда, там же был провален на магистерском экзамене по своей специальности брат А. О. Ковалевского, Владимир, основоположник эволюционной палеонтологии.

В это время там начинал свою научную жизнь Н. И. Андрусов. И только что ушел оттуда А. С. Ценковский. Это — такой набор почти гениальных людей, что завидуешь их согражданам и современникам, которые вряд ли понимали тогда, какая невероятная сумма научных возможностей находилась тут, около них, в их скромном университете. Во всяком случае, ничего и никем не было сделано, чтобы сохранить эту группу целиком для Одессы. А в дальнейшем столь же мало сделано для того, чтобы дать полную картину этого расцвета, и мы находим ее черты только в ультраскромном изображении одного из участников, И. М. Сеченова, в его автобиографических записках [12].

Варшавский университет. Открытый в 1817 г. Варшавский университет, как уже говорилось, в 1830 г. был закрыт. Его второе открытие, состоявшееся в 1869 г., официально мотивировалось необходимостью создания высшей школы для детей русской администрации Привислянского края, а на самом деле было предпринято с безумной целью русификации польского народа на польской земле. Поляки бойкотировали русский университет и предпочитали учить детей в Дерпте или в столичных других высших учебных заведениях. Правительство для привлечения студенчества разрешило поступать в Варшавский университет воспитанникам духовных семинарий.⁶ Профессоров, тяготевших своим положением среди чуждавшегося их населения, удерживали разными льготами (например, сокращением срока выслуги певсии с 25 лет до 15).

Во время первого революционного движения 1905 г. «академический союз» (объединение более левой части профессуры) принял постановление, объявившее право польского народа на польский университет и предлагавшее своим сочленам покинуть профессию в Варшавском университете. Широкого размаха это движение не получило, однако из Варшавы уехал, например, большой в своей области ученый-кристаллограф Ю. В. Вульф.⁷

⁶ Впоследствии такая же мера была проведена в отношении Томского университета.

⁷ Ю. В. Вульф имел капитальные труды по теории роста кристаллов. Ему же (уже в московский период его жизни) принадлежит наравне с английскими учеными Брэггами (отцом и сыном) оригинальное толкование явления отражения X-лучей в кристаллах (формула Вульфа—Брэггов).

На ученых, принимавших после этого назначение в Варшаву, смотрели косо и даже подвергали их иногда чувствительному бойкоту... Все это способствовало подбору в университет лиц с ясно выраженной русификаторской физиономией. И, наконец, в 1915 г. университет был эвакуирован; с тех пор он предстает нам как Ростовский-на-Дону, переживает там гражданскую войну, двукратное владычество немцев, страшное разрушение и т. д. [13].

Все эти обстоятельства согласно указывают, что было бы неправильно предъявлять б. Варшавскому университету слишком большие вехи. Однако мы можем указать целый ряд ученых, которые делали ему честь. Кроме уже названного Ю. В. Вульфа, следует вспомнить крупного математика Н. Я. Сони́на, впоследствии академика; Д. Д. Мордухай-Болтовского, одного из немногих у нас специалистов по истории и философии математики, переводчика Ньютона; нескольких выдающихся химиков (Е. Е. Вагнера и И. И. Канонникова — оба из казанской школы); выдающегося ботаника В. И. Палладина, проходившего там часть своей научно-педагогической карьеры; физика П. А. Зилова, создавшего и издававшего в Варшаве прекрасное «Физическое обозрение»; физика же А. Р. Колли и многих др. Варшавский геолог В. П. Амалицкий прославился своими знаменитыми палеонтологическими раскопками на севере России.

Из филологов нам приходит на память академик Е. Ф. Карский, один из лучших и авторитетнейших знатоков белорусского народа.

По Варшавскому-Ростовскому университету сделано чрезвычайно мало в смысле биографических словарей, исторических сводок и т. п. Считаем это насущной потребностью.

Томский университет. Томский университет был организован сначала в неполном составе — без физико-математического и филологического факультетов, что, конечно, очень затрудняло его научную работу. По-видимому, последняя и не входила в предметы заботы правительства, которое было заинтересовано в создании для Сибири чиновничьих кадров, а также в обеспечении Сибири медицинским персоналом; нужда в том и другом становилась особенно насущной в связи с продвигавшейся постройкой Сибирского железнодорожного пути. В старом, дореволюционном Томском университете мы должны с уважением вспомнить имя ботаника В. В. Сапожникова, знаменитого исследователя Алтая. В послереволюционный период в Томске получила особое развитие физика. Здесь некоторое время работал известный специалист по физике твердого тела Б. П. Вейнберг. После него ту же область развивал В. Д. Кузнецов. Он же основал в Томске Физико-технический институт, и нам трудно провести точную грань между университетом и институтом, разделить весьма солидные плоды их деятельности. Университет сделался крупным центром и дру-

гих работ по физике (спектроскопия, фотоэффект, вообще оптика и т. д.).

Никаких сводных материалов по работе Томского университета не имеется. Только В. Д. Кузнецов собрал в одну монографию работы своей школы по физике твердого тела [14].

Дерптский (Юрьевский) университет [15]. Обзор провинциальных университетов мы закончим университетом, называвшимся сначала Дерптским (1802—1888), а потом Юрьевским (1888—1915). Университет основан как немецкий, чтобы дать возможность получать образование внутри России детям «благородного дворянства прибалтийского». Последнее было действительно немецким, но, конечно, не могло заполнить университетских аудиторий и лабораторий; ведь, оно составляло в «своем» краю ничтожное меньшинство в три процента. Поэтому университет был открыт für alle Stände — для всех сословий. Создалось странное положение: университет, живший на русские деньги, помогал прибалтийским немцам в антирусской политике германизации прочего населения — главным образом эстонцев и латышей, ненавидевших посетителей своего двойного угнетения — феодального и национального. Но дворянское правительство смотрело на этот вопрос глазами своих братьев по классу прибалтийских дворян, а «прочий народ» в расчет не принимался. Немецкая профессура перенесла из Германии и весь уклад немецких университетов; она имела очень высокое мнение о своих культурных задачах, видя свою цель в приобщении к немецкой культуре «невежественных москвитов».

Оценивая научную производительность Дерптского университета первого периода, до 1888 г., нельзя не отметить, что она чрезвычайно высока. В самом деле, университет дал нам:

1) по астрономии — В. Я. Струве, впоследствии основателя и директора созданной им Пулковской обсерватории, справедливо считающейся «астрономической столицей мира»; его сын, внук и правнук — также крупные астрономы;

2) по физике — Э. Х. Ленца, впоследствии профессора, декана и ректора С.-Петербургского университета и академика, автора всемирно известных работ по тепловому действию тока (закон Джоуля—Ленца) и электромагнитной индукции (правило Ленца); Б. С. Якоби, в будущем изобретателя гальванопластики, электромагнитного телеграфа и электродвигателя;

3) по химии — В. Оствальда, одного из творцов современной физической химии; Г. А. Таммана, впоследствии профессора в Дерпте, а потом в Геттингене; П. И. Вальдена, прославившегося изысканиями в области неводных растворов и открывшего химикам крупное значение для явления электропроводности диэлектрической постоянной растворителя, он же — историк русской химии;

4) по медицине — профессора Ф. И. Иноземцева, терапевта в Московском университете [13], и нашего славного хирурга Н. И. Пирогова;⁸

5) по естествознанию — знаменитого К. Э. Бэра, одного из создателей эмбриологии, прославленного трудами в самых разнообразных отраслях естествознания (вспомним, например, закон Бэра о подмывании в северном полушарии правого берега рек);

6) по геологии — знаменитого исследователя Кавказа Г. В. Абиха;

7) по филологии и этнографии — знаменитого составителя русского словаря, собирателя пословиц и т. п. В. И. Даля.

Ограничимся этими примерами. Немудрено, что Дерптский университет гордился своими успехами и аргументировал ими, когда подымался вопрос о его русификации. Как известно, последняя всё же была произведена в 1888 г. После этого производительность Юрьевского университета резко упала. Ушедшие из университета немецкие профессора с злободневностью указывали на этот факт как на явное доказательство превосходства немецкой науки и культуры вообще. Посмотрим, так ли это.

Подробная история и историко-биографический словарь Дерптского университета Е. В. Петухова [14] отнюдь не свидетельствуют о какой-нибудь исключительно сильной преподавательской коллегии и об особо широкой постановке университетского преподавания в Дерпте. Учитель Лобачевского, Бартельс, перешедший сюда из Казани, нашёл здесь положение ниже того, которое он знал на своей прежней кафедре. Университетские отчеты показывают, что высшая математика здесь вообще читалась далеко не каждый год. Впервые ее поставил на серьезную ногу Струве, которого не удовлетворяла математическая подготовка его слушателей-астрономов. Один из предшественников Струве, Пфафф, скомпрометировал и себя и университет, оказавшись (в XIX в.) астрологом. С моральной стороны Дерптские профессора тоже не слишком выделялись среди своих российских коллег. А в 1816 г. Дерптский университет оскандалился на весь мир, будучи уличен в торговле докторскими дипломами... Культивируя в Дерпте немецкоуниверситетские традиции, немцы здесь насаждали и смешные неисторические студенческие корпорации с их средневековым строем, дуэлями, фривольными песнями и пр. На русскую молодежь, попадавшую в Дерпт, корпоративный пример действовал, безусловно, отрицательно.

Посмотрим еще, какими русскими силами удалось заменить ушедших немецких ученых.

По математике вместо ушедшего Шура был назначен А. К. Лахтин, впоследствии профессор Московского университета.

⁸ Он оставил весьма ценные записки о Московском и Дерптском университетах. О строе последнего он отзывался с большим сочувствием [15].

По физике вместо Эттингена появляются сначала (на весьма короткое время) Б. Б. Голицын, а потом А. И. Садовский. Здесь, безусловно, перемена произошла к лучшему: Эттинген — вполне приличная посредственность; Б. Б. Голицын — выдающийся оптик (упомянем про его опыт проверки принципа Допплера — Физо) и один из создателей сейсмометрии; А. И. Садовский известен тем, что первый указал на вращательное действие световых лучей («эффект Садовского»).

По кафедре химии был и остался Г. А. Тамман — величина первого порядка, талантливый исследователь перехода из жидкого в кристаллическое состояние.

По метеорологии Вейрауха сменил Б. И. Срезневский — не к худшему.

По астрономии поменялись местами Л. О. Струве, ушедший в Харьков, впоследствии многолетний декан тамошнего физико-математического факультета, и Г. В. Левицкий — величины равные.

По зоологии среднего ученого Кеннели сменил блестящий А. Н. Северцов.

По геологии и минералогии на месте Лемберга побывала отчасти последовательно, отчасти одновременно блестящая плеяда: А. Е. Лагорио, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и Н. И. Андругов.

На кафедру ботаники пришли Н. И. Кузнецов и Н. А. Буш. И т. д. и т. д.

Ни о каком падении научного престижа в 1888 г. говорить не приходится: Юрьевский, глубоко провинциальный, университет получил кадры, каких не имел при немецком режиме...

Но факт падения производительности Юрьевского университета в смысле воспитания научных кадров — налицо, и его нужно объяснить, не обращая к оскорбительным для русского самосознания ссылкам на немецкое превосходство. И для всякого лица, работавшего в русских университетах в 90-е годы, причина ясна: Юрьевский университет, вместе с русскими руководителями, получил общероссийский университетский устав 1884 г. А этот устав не предусматривал студенческой научной работы и заменял ее усваиванием регламентированной программы. Студенты — и даже профессора! — постепенно смирились с этой системой высшего образования. Только у немногих хватало силы на борьбу с этой мертвящей схемой, и еще меньше было число проводивших борьбу успешно; таковы П. Н. Лебедев, С. Г. Навашин, А. Н. Северцов, И. П. Павлов и еще несколько исключений, считаемых в царское время единицами.

Московский университет [19]. Н. И. Пирогов, учившийся в Московском университете в 20-х годах XIX столетия, описывает его как чрезвычайно слабый и отсталый. Расцвет его относится к позднейшим временам, начиная в особенности с 60-х годов. Нам не хватило бы места, если бы мы захотели изобразить

работу Московского университета в тех же масштабах, как работу предыдущих. Рассмотрим эту работу по отдельным кафедрам.

Математика здесь не была представлена особо крупными величинами, но преподавание стояло на должной высоте. Москвичи связывают создание сильной математической школы с именами Д. Ф. Егорова и Н. Н. Лузина, соединявших сильное математическое творческое устремление с исключительным умением организовать работу учеников. Теория функций на новой основе, теория множеств, теория чисел, геометрия и в особенности топология объединяют ряд талантливейших исследователей. Мы назовем лишь имена П. С. Александрова, А. Н. Колмогорова, Л. С. Понтрягина, И. Г. Петровского, а других, хотя и первоклассных работников, не называем, как работающих вне МГУ.

По механике упомянем имя Н. Д. Брашмана, перешедшего сюда из Казани. Он — основатель Московского математического общества; его «задачи» часто упоминаются еще в курсах Н. Е. Жуковского. Конец XIX и начало XX в. ярко озарены именем последнего, а также его ученика С. А. Чаплыгина. Известно, что эти же имена осмысливают первые теоретические успехи Советского государства по авиации.

По физике после важных успехов, достигнутых в организации преподавания, первые выдающиеся экспериментальные работы сделаны в Москве А. Г. Столетовым. В особенности ценны его «Актиноэлектрические исследования», т. е. исследования так называемого ныне фотоэффекта. Совершенно исключительное значение имели великолепные работы П. Н. Лебедева над давлением световых лучей и организация им же первой экспериментальной школы физиков; с ее возникновением москвичи перестали ездить «в немцы» учиться экспериментальной работе. После революции наиболее знаменитым достижением московских физиков следует назвать открытие Л. И. Мандельштамом и Г. С. Ландсбергом явления так называемого комбинационного рассеяния. Здесь же начался цикл работ С. И. Вавилова по люминесценции. На границе между физикой и математикой стояли работы учеников Л. И. Мандельштама — А. А. Андропова, С. Э. Хайкина и др. по так называемым нелинейным колебаниям, открывающие новую главу учения о периодических явлениях.

Астрономия имела своего блестящего представителя в лице Ф. А. Бредихина, создателя теории кометных хвостов.

Химия в Москве имела главными представителями В. В. Марковникова и Н. Д. Зелинского. Огромный объем работ последнего с трудом мог бы быть представлен в наших узких рамках.

Ботаника блещет именем К. А. Тимирязева. Зоология — именами М. А. Мензбира, А. Н. Северцова. В Москве завершал свой научный подвиг М. И. Сеченов, имевший и здесь учеников (М. Н. Шатерников).

Геология не забудет имени А. П. Павлова и его супруги, М. В. Павловой. Минералогия в последние годы XIX в. и до кассовского разлома (1912) [20] направлялась В. И. Вернадским, одним из создателей советской геохимии. Отсюда же вышел А. Е. Ферсман, деятель огромного научного и практического размаха.

География, этнография, антропология были представлены перед самой революцией Д. Н. Анучиным. Возглавлявшееся им Московское общество любителей естествознания, антропологии и этнографии было одним из самых важных организационных научных центров в Москве — Географическим обществом уменьшенного масштаба.

В Москве создались и крупные филологические школы. Назовем только наиболее выдающиеся — Ф. Ф. Фортунатова и Ф. Е. Корша. Диалектология русского языка имела здесь выдающегося Д. Н. Ушакова.

Особенно сильна была московская историческая школа. Начиная с М. П. Погодина и С. М. Соловьева она считала в своих рядах В. О. Ключевского, Р. Ю. Виппера, Д. М. Петрушевского. Иностранная история знает имена В. И. Герье, П. Г. Виноградова (сэра Поля) и др.

Мы назвали не более десятой части тех имен, которые надлежало бы упомянуть. Успехи МГУ по разным отраслям науки неплохо представлены в тех исторических очерках, которые были приурочены к 185-летию университета [21]. В 1955 г. у нас будет огромный культурный праздник в связи с 200-летием его. Выразим пожелания, чтобы к этому знаменательному дню университет дал советскому читателю еще более полный исторический очерк своего существования и описал свои великие дела со всей возможной полнотой; в частности, желательно издание тех выдающихся работ, на которых покоится слава Московского университета.

С.-Петербургский—Петроградский—Ленинградский университет [22]. В старые времена столичный университет имел особую притягательную силу; легкость перехода обеспечивала возможность сосредоточивать здесь все лучшее, что выращивала провинция. Поэтому в истории С.-Петербургского университета мы увидим часто те же имена, которые упоминались в связи с провинциальными центрами. Сюда переходит и математик В. А. Стеклов из Харькова, химик А. М. Бутлеров из Казани, физик Э. Х. Ленц из Дерпта и т. д. Но, конечно, главные свои кадры университет растил на месте, усилиями своих выдающихся руководителей.

Краткий перечень только самых выдающихся имен и достижений следует начать с гениального математика П. Л. Чебышева: москвича по воспитанию, но петербуржца по зрению действия. Он оставил огромное и разнообразное по содержанию науч-

ное наследие, которое до сих пор разрабатывают как советские, так и иностранные ученые. Чебышевым был создан новый раздел математики, который был широко развит С. Н. Бернштейном и называется теперь конструктивной теорией функций. Ему принадлежат также основополагающие работы по теории чисел и теории вероятностей. По последней области он имел выдающегося продолжателя в лице своего ученика А. А. Маркова; другому своему ученику гениальному математику А. М. Ляпунову он подсказал задачу по теории фигур небесных тел. И другие выдающиеся ученики П. Л. Чебышева — А. Н. Коркин и Е. И. Золотарев — профессора Петербургского университета. Из петербургской математической школы вышли также Д. А. Граве, о котором мы упоминали выше как о родоначальнике алгебраистов в Киеве, и Г. Ф. Вороной — профессор Варшавского университета. Традиции чебышевской школы тянутся и в современным выдающимся математикам ленинградской школы — И. М. Виноградову, Ю. В. Линнику и др.

В Петербургском университете В. А. Стекловым создана школа математической физики (В. И. Смирнов, А. А. Фридман, Я. Д. Тамаркин).

Механика в Петербурге была представлена членом-корреспондентом Академии Д. К. Бобылевым и его учениками. По механике же мы должны вновь назвать имя В. А. Стеклова, который, будучи академиком, состоял также профессором университета.

Физика после Э. Х. Ленца пришла в некоторый упадок; до революции большое имя, но скорее педагогическое, чем ученое, získал О. Д. Хвольсон со своим знаменитым курсом, переведенным на многие иностранные языки. В самые последние дореволюционные годы здесь начал свои исследования Д. С. Рождественский, первый русский оптик большого практического размаха, одним из первых русских ученых поставивший науку на службу практике. Им же основан Оптический институт, где наравне с университетом протекала его организационная и научная работа. В университете ее плодом является организация мощного физического факультета. В числе его теперешних руководителей значатся академики В. А. Фок и А. Н. Теренин, члены-корреспонденты С. Э. Фриш и Е. Ф. Гросс, профессор В. М. Чулановский и другие непосредственные ученики Д. С. Рождественского.

По физической географии (собственно климатологии) университет вспоминает имя А. И. Воейкова.

По химии достаточно было бы назвать всего два имени: уже ранее неоднократно упоминавшегося А. М. Бутлерова как органика и Д. И. Менделеева как творца периодической системы и «Основ химии». Но нельзя умолчать об исключительно талантливым Д. П. Коновалове, о Л. А. Чугаеве и А. Е. Фаворском, каждый из которых успел здесь создать плеяду учеников; в числе

учеников последнего — С. В. Лебедев, творец технического получения советского синтетического каучука.

По геологии мы, минуя все другие знаменитые имена, назовем только В. В. Докучаева, бессмертного творца новой чисто русской науки — почвоведения.

По физиологии здесь работал некоторое время (после Одессы) И. М. Сеченов. Здесь же по физиологии создавалась школа Н. Е. Введенского.

Славянская филология имела здесь блестящих представителей И. В. Ягича, А. А. Шахматова, И. А. Бодуэна де Куртене.

Классическая филология также представлена именами, из которых мы вспомним Зелинского, М. И. Ростовцева, С. А. Жебелова.

История, как русская, так и всеобщая, также имела в Петербургском университете ряд знаменитых работников, но работа многих в университете почти неотделима от их работы в Академии наук.

Ленинградским университетом сделано очень мало для популяризации своих достижений. Ближайшая юбилейная дата, 150-летие, отстоит от нас еще на два десятилетия. Может быть, было бы уместно уже теперь начать приготовление к историческому освещению протекшего срока жизни университета. Его 150-летний юбилей по времени будет близко совпадать с 50-летием Советской власти.

4

Русское правительство ощущало нужду в специалистах разного рода еще ранее, чем занялось организацией общего образования; поэтому специальные высшие школы возникали ранее университетов. Но судьба их вообще очень сложна: часть их была устроена на базе ранее существовавших среднеучебных заведений (например, Главный педагогический институт); впоследствии они испытывали на себе самые разнообразные преобразовательные эксперименты, например при Николае I — военизацию, с обучением студентов строю и т. п. (Институт инженеров путей сообщения); некоторые то открывались, то закрывались (Лесной и Главный педагогический институты). Вследствие этого и дату основания данного института не всегда можно указать вполне точно.

Мы перечислим здесь 25 специальных высших учебных заведений, которыми Россия обладала до Советской власти (в скобках — год основания): 1 медицинское учебное заведение — Медико-хирургическая, или Военно-медицинская Академия, СПб. (1799); 1 педагогическое — Главный педагогический институт, СПб. (1802); 1 юридическое — Демидовский лицей,

Ярославль (1805); 3 филологических — Лазаревский институт восточных языков, Москва (1815); Историко-филологический институт, СПб. (1867); Филологический институт ки. Безбородко, Нежия (1875); 3 сельскохозяйственных — Лесной институт, СПб. (1848); Петровская земледельческая академия, Москва (1865); Институт сельского хозяйства и лесоводства, Ново-Александрия (1869); 16 технических — Горный институт, СПб. (1773); Институт инженеров путей сообщения, СПб. (1810); Технико-экономический институт, СПб. (1828); Рижский политехнический институт (1862); Московское техническое училище (1868); Институт гражданских инженеров, СПб. (1882); Харьковский технологический институт (1885); Электротехнический институт, СПб. (1891); Московское инженерное училище ведомства путей сообщения (1896); Варшавский политехнический институт (1898); Екатеринославское горное училище (1899); Томский технологический институт (1900); Киевский политехнический институт (1898); Политехнический институт, СПб. (1901); Новочеркасский политехнический институт (1907); Уральский политехнический институт (1917). Следует заметить, что часть политехнических институтов, например Рижский, Киевский, имели в своем составе сельскохозяйственные отделения, вследствие чего их можно было бы отнести и к предшествующей рубрике.

Разбивши время на пятидесятилетия, получим следующие темпы открытия новых высших учебных заведений:

Всего было открыто школ		В среднем приходится на год
1751—1800 гг.	1	0.02
1801—1850 гг.	2	0.04
1851—1900 гг.	3	0.18
1901—1917 гг.	4	0.25

Приведенные сведения показывают рост числа учебных заведений с развитием капитализма в России перед Октябрем.

Было бы интересно продолжить эту таблицу и на советское время. К сожалению, никакими нужными для этого материалами мы не располагаем, и позволяем себе высказывать пожелание об опубликовании таковых.

Переходим к работе некоторых отдельных институтов, придерживаясь принятого нами и, как мы видели, несколько условного хронологического порядка.

Горному институту мы обязаны разработкой, а часто и открытием и исследованием большинства наших рудных, угольных и нефтяных месторождений; эти труды его питомцев создали сырьевую базу для нашей тяжелой промышленности и этого одного достаточно, чтобы закрепить за ним немеркнущую славу. Но среди славных деятелей, вышедших из Горного института и работавших в нем, мы можем назвать только славнейших. Здесь учился и работал А. П. Карпинский, преобразовавший наши

взгляды на строение южной части Русской равнины. Здесь учился металлург огромного проникновения М. А. Павлов. Здесь создавал геометрическое учение о непрерывно распределенном веществе наш знаменитый кристаллограф Е. С. Федоров, гениально предсказавший на основании своей теории все возможные кристаллические формы.

Медико-хирургическая академия с первых и до последних дней своего существования (уже как военно-медицинская) дала в своих стенах приют замечательным работникам и работам. Здесь в самом начале XIX в. работал самобытный русский физик, впоследствии академик, В. В. Петров, который первый в науке — гораздо раньше Г. Дэви — наблюдал и описал явление вольтовой дуги. Здесь преподавали химию «сам» Н. Н. Зинин и его ученики А. П. Бородин и А. П. Дианин. Здесь физиологи читали И. М. Сеченов и И. П. Павлов. Последний здесь создавал свое учение об условных рефлексах и подходил к изучению высшей нервной деятельности. А в сфере чистой медицины здесь создавался центр, втягивавший в себя все лучшее, что проявлялось в других медицинских учреждениях.

Главный педагогический институт мы упомянем потому, что он был создан как предварительная ступень для открытия С.-Петербургского университета и был временно закрыт при открытии последнего. Вспомним о словах княгини из «Горя от ума», посвященных этому институту. Тут классовое чутье недалекой княгини правильно угадало явление громадной социальной значимости — революционизирующую роль высшей школы. Из института вышел Д. И. Менделеев.

Институт инженеров путей сообщения с самого начала своего существования привлек выдающихся преподавателей. Кому из физиков неизвестны формула Клапейрона, теорема Клапейрона—Клаузиуса, кто из специалистов по теории упругости и сопротивления материалов не слышал о константах Ламе? Клапейрон и Ламе были профессорами молодого Института, пока Николаю I не пришлось в голову переделывать последний на солдатско-казарменный манер, для чего выдающиеся ученые были не нужны. Питомцы Института покрыли Россию железнодорожной сетью, превосходящей по длине пути любого государства мира. Они перекинули мосты через Волгу и Енисей! — где в Европе подобные по длине? Они создали и выдающиеся теоретические труды. На все иностранные языки переведен курс прикладной механики С. П. Тимошенко.

С.-Петербургский технологический институт, основанный в 1828 г., долгое время был единственным в стране учреждением, готовившим химиков-технологов и механиков. Первые обеспечили обслуживание сахароваренного производства (которое к этому времени приняло крупные размеры) и других видов химической промышленности. Вторые работали в службах тяги железных

дорог, в механических цехах заводов. Среди работ института, и ныне еще цитируемых и вспоминаемых, следует назвать труд И. А. Вышнеградского о регуляторах [23]; это — первая динамическая теория регулирующих механизмов. Из химиков надо назвать прежде всего Ф. Ф. Бейльштейна, автора всемирно известного справочника по органической химии [24].

Рижский политехнический институт давал инженеров и агрономов более узкого профиля, но в практике весьма ценящихся. Отсюда вышли многие «немцы — управляющие» старых времен. До его русификации здесь работал знаменитый В. Оствальд. Еще живя здесь, он основал «*Zeitschrift für physikalische Chemie*» — журнал, столь много сделавший для успехов физической химии. После русификации здесь же работал и был директором П. И. Вальден, впоследствии академик. О его работах мы говорили выше, в разделе о Дерптском университете, к которому он был питомцем.

Петровская земледельческая академия прославлена работой К. А. Тимирязева, С. Г. Навашина и Д. Н. Прянишникова. О первых двух мы говорили ранее. Только что скончавшийся Д. Н. Прянишников — учитель многих поколений наших агрономов, патриарх русского почвоведения и агрономии. Может быть, ему больше чем какому-нибудь другому русскому ученому мы обязаны громадным подъемом производительности советских полей.

Названные имена крупнее всех других, работавших в Академии, но и многие другие вспоминаются деятелями советского сельского хозяйства с уважением и признательностью.

Варшавский политехнический институт. На его базе ныне работает Горьковский университет. О его замечательном химике Е. Е. Вагнере мы говорили в другой связи. Здесь же работал М. С. Цвет, к сожалению, слишком поздно признанный творец ныне во всем мире пожинającego крупные успехи метода хроматографического анализа.

Электротехнический институт. Достаточно назвать имя А. С. Попова, изобретателя радио, который здесь работал до конца своей жизни. Институт вначале готовил только телеграфных инженеров. Потребности в электрификации далеко расширили его профиль, в особенности в советское время.

Петербургский — Ленинградский политехнический институт — одно из редких средоточий научного и научно-технического творчества. Здесь по физике начинающий ученый А. Ф. Иоффе сделал свои две классические работы: об электропроводности кварца и об элементарном фотоэффекте. По химии тут создавал свою школу Н. С. Курнаков; металлургию двигал вперед и преподавал М. А. Павлов; здесь же работал наш знаменитый «печник» В. Е. Грум-Гржимайло. Здесь молодой В. Ф. Миткевич делал вместе с молодым А. И. Горбовым блестящую работу по получению азотной кислоты из воздуха с помощью дуги в 100 000 вольт.

Здесь он же и М. А. Шателен воспитывали ту плеяду высокообразованных и высокоталантливых электротехников, которые с молодым энтузиазмом и во всеоружии знания в первых рядах штурмовали те трудности, которые возникали на путях плана ГОЭЛРО. Здесь нашел временный приют Н. Д. Зелинский, когда разгром Кассо закрыл перед ним двери Московского университета.

Политехнический институт скоро справляет свое первое пятидесятилетие. Он не должен упустить тех возможностей, которые предоставляются ему этим событием, и должен использовать их полностью для освещения славной истории своих дел.

5

Наши военные Академии дали немало примеров высокого научного творчества как в своей прямой специальности, так и в смежных областях.

Уместно вспомнить здесь раньше других академика А. В. Гадолкина, профессора Михайловской артиллерийской академии. Он первый обратил внимание на неравномерность упругих напряжений, создаваемых при выстреле по толще орудийного ствола, и указал путь борьбы с этим явлением, а именно предложил устройство ствола из нескольких отдельных слоев, надвигаемых друг на друга. Он дал и метод расчета напряжений в этих слоях и таким образом указал весь технологический процесс производства орудий. Наша современная артиллерия имеет здесь свое почетное начало.

Второй артиллерист, которого нужно назвать как исключительно крупного и самобытного ученого, это В. Н. Ипатьев, профессор той же академии. Созданный им метод катализа при высоких давлениях вырастает в целое учение, с одной стороны, и в целое практическое направление, с другой.

Инженерная академия также воспитала ряд научно работавших специалистов. В особенности высоко нужно поставить генерала Н. П. Петрова с его поистине классическим трудом по гидродинамической теории смазки.

Военно-морская академия считает в числе своих питомцев, а потом и в числе своих работников А. Н. Крылова, столь недавно еще украшавшего своим присутствием и сочленством нашу Академию. Эта в высокой степени своеобразная и самобытная личность представляет огромный интерес для историка науки. Он — выдающийся математик, физик-теоретик, магнитолог, артиллерист, оптик-изобретатель; и в каждой из этих отраслей проявил себя как деятель первого класса. Но в основе своей он моряк, и все его упомянутые выше работы имеют своим главным стержнем морское дело. Теория корабля — его жизненное дело, и для нее он вооружил себя всеми видами теоретических и практических знаний.

Ограничимся этими немногими примерами.

Мы закончили наш, к сожалению, слишком краткий и беглый обзор того, чем наша отечественная наука обязана отдельным университетам и другим высшим школам. Мы видели свою главную цель в указании объектов для будущего углубленного исторического изучения.

Из вышесказанного поневоле напрашивается ряд выводов. Прежде всего, мы видим, что талант и достижения рассыпаны по всем высшим учебным заведениям нашей родины, и каждое знает периоды своего расцвета и блеска. Горько сознание, что в прошлом только очень редко вовремя оценивались труды наших лучших ученых и наших лучших научно-педагогических коллективов.

Обращает на себя внимание тот факт, что часто знаменитые впоследствии ученые работали в начале своей карьеры в провинциальных центрах, и здесь-то именно и заслужили свою — часто мировую — славу. В этой провинции они находили достаточную обстановку для своей работы. Учитывая все то, что наша родина и весь мир получили от нашей глухой провинции, мы должны сделать все возможное для сохранения и развития провинциальных научных центров.

На разных примерах, в том числе — Дерптского университета, нам пришлось видеть, как сильно научная производительность и воспитание кадров зависят от строя высшего учебного заведения, от целей, которые оно себе ставит. Недоброй памяти устав 84-го года, забывший или не хотевший знать, что главной целью высшей школы является научная работа профессоров, а также приобщение к этой работе студентов, надолго затормозил дело науки в нашей высшей школе и затруднил работу самых талантливых и преданных науке преподавателей.

Там, где первенствующее значение науки не так ясно (в технической школе), и там наиболее выдающиеся руководители кафедр ведут энергичную научную работу и достигают в ней выдающихся успехов.

И в военной высшей школе, где вопросам чисто военного воспитания поневоле должно отдавать главное внимание, некоторые выдающиеся работники сумели достичь, оставаясь военными, крупных научных успехов. Вспомним, чем русское и советское судостроение обязано А. Н. Крылову, — и нам не жаль будет усилий, направленных к тому, чтобы не помешать появлению таких же, как он, научно мыслящих и научно творящих деятелей техники — гражданской и военной.

Даже беглый очерк дает представление о сумме достижений нашей родины. Он убедительно показывает, что мы далеко не исчерпали наших потенциальных возможностей.

Соображения, которыми мы хотели бы закончить наш доклад, относятся к будущему нашей высшей школы — к той роли, кото-

рую она будет исполнять в научной работе, по сравнению с ролью сети наших научно-исследовательских учреждений. Не будет ли наука и в дальнейшем все в большей степени переселяться в последние? И не предстоит ли полное оставление ею тех вузовских лабораторий и кабинетов, где она зародилась и жила до наших дней? Те, кто так думает, находятся во власти пагубного заблуждения. Вне научной работы вообще нет высшего образования: приобщение к самостоятельной научной работе студента, пришедшего из средней школы с элементарными общими знаниями, может быть вообще единственной целью высшей школы, единственным оправданием ее преподавания. И научно-исследовательским институтам нужен работник, уже умеющий самостоятельно работать, а не подлежащий обучению или переучиванию заново — дорогая работа за счет государства и народа.

Высшая школа должна и впредь жить интенсивной и доброй научной жизнью, приобщая все новые и новые отряды молодежи к научной работе; эта работа, нужная нашему народу в его героических усилиях по пути к его высоким целям, по-прежнему должна давать молодежи высокое счастье одухотворений, целеустремленной работы, а их руководителям — не менее высокое счастье видеть превращение их жизненного пути — единственный доступный для них вид бессмертия.

30 ЛЕТ СОВЕТСКОЙ ОПТИКИ [1]

1. Оптика в дореволюционной России

Интерес к оптике, практической и научной, отмечается уже на самых ранних стадиях развития русской науки. В Физико-математическом институте Академии наук еще недавно можно было видеть огромные вогнутые зеркала, шлифованные руками сподвижника Петра — известного Якова Брюса. Член С.-Петербургской Академии Леонард Эйлер разработал здесь один из первых опытов волновой теории света, а другой ее член — первый действительно русский академик — Михаил Ломоносов запальчиво полемизировал с «Ньютоновой теорией проходного движения эфира» — с эмиссионной теорией света. На рубеже XVIII и XIX вв. русский академик Е. И. Паррот предлагал новую разновидность корпускулярной теории света, наделяя «световую материю» рядом химических свойств.

Ближе к нашему времени московский профессор А. Г. Столетов производит ряд замечательных исследований «актиноэлектрических явлений», т. е. фотоэффекта. В самом начале 90-х годов молодой П. Н. Лебедев выступает со статьей, в которой указывает на световое давление как на причину отступления от ньютонова закона тяготения для малых космических тел. Он же позже прокладывает и свое имя и русскую науку двумя знаменитыми работами, доказавшими существование светового давления на твердые тела и на газы.

В связи с этими работами другой наш соотечественник — казанский профессор Д. А. Гольдгаммер публикует замечательное теоретическое исследование сил светового давления. Юрьевский профессор А. И. Садовский предсказывает разные интересные случаи вращательного действия световых лучей. Позднее этими же вопросами с электронной точки зрения занимается К. Н. Шапошников. А. А. Эйхенвальд дает замечательную физическую интерпретацию явлений при так называемом полном внутреннем отра-

жений. Теоретические исследования по дисперсии света и по магнито-электрическим явлениям публикует тот же Д. А. Гольдгаммер.

Из немногих оптотехников того времени упомянем В. Н. Чикова с его классическим методом контроля качества прожекторного зеркала. По разделу источников света необходимо напомнить талантливейшее изобретение «свечи Яблочкова».

До сих пор сохраняют свое значение замечательные опыты А. А. Белопольского и Б. Б. Голицына, которыми они доказали существование эффекта Дошлера—Физо. Н. П. Кастерин дает теорию распространения света в среде, наполненной шарами-резонаторами, а также в среде слоистого строения. Е. А. Кириллов (Одесса) проверяет эту теорию непосредственным опытом.

Следует упомянуть относящиеся к тому же времени начало замечательных работ по рассеянию света А. И. Мандельштама — его знаменитую полемику с М. Планком, в которой он раскрыл принципиальную ошибку, допущенную знаменитым физиком; необходимо также назвать его столь же замечательную экспериментальную работу о рассеянии света на границе двух сред.

Назовем далее работы П. П. Лазарева по выцветанию красителей; работу Т. П. Крайца по природе широких полос поглощения и его же работу по электронной теории светового давления; несколько исследований С. И. Покровского по интерференции; работу В. И. Эсмарха (Варшава) по сущности явлений при отражении света.

Наконец, к этому же периоду относятся две классические работы того времени: работа А. Ф. Иоффе по элементарному фотоэффекту и работа Д. С. Рождественского по аномальной дисперсии в парах натрия.

Этот список, не претендующий на полноту, показывает, что работа по оптике стояла в российской дореволюционной физике на хорошем уровне и была представлена рядом ученых, которые могли создать — и действительно создали в дальнейшем — свою школу и свое собственное направление. Наряду с этим бросается в глаза распыленность этих усилий, отсутствие объединяющего центра, недостаточная направленность всей работы. Это и не мудрено: в дореволюционной России отсутствовала главная предпосылка такой работы — развитая и предъявляющая к науке свои запросы оптическая промышленность и сопредельные с ней отрасли производства. Всю свою потребность в оптических изделиях страна почти целиком покрывала импортом. Внутри страны было только несколько сравнительно небольших отделений иностранных фирм: Цейса, Герца, Краусса, Шнейдера (Крезо). Кроме этих предприятий полукустарного типа, можно указать только оптический цех Обуховского завода (впоследствии самостоятельный завод — ЛОМЗ) да только что открывшиеся в Москве мастерские Таубера и Цветкова, ставившие себе, между

прочим, и научные задачи под руководством Б. С. Шведова. Уже почти перед самой первой мировой войной царское правительство, желая стимулировать землемерные работы, в связи с пресловутой земельной политикой Столыпина, с помощью правительственных субсидий создало ряд небольших предприятий для производства геодезических приборов (Трындина, Громова, Швабе и др.).

Не было кадров, необходимых для оптической промышленности, — инженеров, мастеров, рабочих. Не было вычислителей оптических систем. Единственным специалистом этого дела был до войны 1914 г. профессор А. А. Гершун (он скончался в 1915 г.). Не было учебных заведений для подготовки специалистов-оптиков всех квалификаций. Как исключение, можно назвать Ремесленное училище цесаревича Николая в Петербурге под руководством Н. Б. Завадского. В нем преподавались также элементы оптического производства. Но так как требований на специалистов-оптиков не поступало, эту специальность выбирали только единицы. (Уже после войны оно было преобразовано сначала в техникум, а потом — в Институт точной механики и оптики).

Во всей стране не было ни одного завода оптического стекла, и этот необходимый материал целиком выписывался нами из Германии от фирмы Шотта в Иене. Только перед самой революцией было принято постановление о создании одновременно двух заводов оптического стекла — в Петрограде и в Изюме.

Если страна не была обеспечена военной оптикой, то это выражалось еще гораздо острее для всех видов гражданских оптических приборов: не было ни своих проекционных фонарей, ни фотоаппаратов, ни микроскопов, ни спектральных приборов, ни поляризметрической аппаратуры. Вся киноаппаратура тоже была заграничная. Примеры такого рода можно было бы множить до бесконечности.

По фотоматериалам было несколько кустарных фабрик пластинок, работавших на импортном сырье.

Лампы для освещения были большей частью импортные, и изготовление их в небольшом количестве в нашем отечестве также производилось на импортном сырье и аппаратуре (вакуумные установки, вольфрамовая проволока и пр.).

2. Оптика последних десятилетий

Как известно, перед самой войной 1914 г. началась энергичная работа по перестройке здания теоретической оптики — классической электромагнитной оптики начала XX в. — на новый лад. Старая оптика — оптика волн и колебаний квазиупругосвязанного электрона и электромагнитного эфира — после еще недавно громких побед и успехов внезапно оказалась изжившей все свои возможности и не способной указать пути к решению

дальнейших задач и вопросов. Теория относительности выбила почву под «зданием» светового эфира. Теория квантов, или фотонов, заострила внимание на всех неудачах, на всех узких местах старой теории: на явлениях фотоэффекта, теплового излучения и, наконец, работами Нильса Бора — на спектральных закономерностях. Во всех этих областях квантовая теория давала легкое и правильное решение, чем заслоняла свое неумение справиться с такими основными задачами, как объяснение интерференции, дифракции и поляризации. Блестящий успех модели атома, предложенной Бором и получившей ближайшее развитие в трудах А. Зоммерфельда, был завершен новой систематикой сначала атомных, а потом и молекулярных спектров. Углубленное понимание механизма возбуждения отдельных линий повлекло за собой усиленное внимание к новым, газосветным источникам света. Явились новые подтверждения квантовой природы света — явления Комптона и Рамаца; квантовой стала фотохимия, квантовым стало учение о люминесценции.

Потерпели радикальные изменения и все отрасли промышленности, так или иначе связанные с оптикой. Прежде всего автоматизация проникла в изготовление большинства массовых объектов производства и тем изменяла во многих случаях привычный вид оптического инструмента. Появились объективные фотометры разных назначений, основанные на применении фотозлементов. Фотозлементы завоевали громадное поле приложения для сигнализации и измерительной техники. Колоссально возросло значение оптических методов проверки и контроля во многих отраслях промышленности.

Сильно изменилась световая техника. Постепенно в начале послевоенного периода исчезли прежние пустотные лампы накаливания, вытесненные газонаполненными лампами. Последние заставили исчезнуть и старую уличную дуговую лампу. Она осталась только в физических кабинетах и в мощных прожекторных установках. А в самое последнее время мы наблюдаем в зарубежных специальных журналах громадный «бум» по поводу новых люминесцентных ламп.

Из фотографии исчезли старые несенсибилизированные материалы. Пластика явно уступает свое первенствующее место пленке. Сенсibilизация проникает в близкую инфракрасную часть спектра и практически разрешает задачу о фотографировании через «дымку» атмосферы на расстоянии в сотни километров. Чувствительность слоев в практической фотографии увеличилась в десятки раз. Сказаны новые слова в цветном фото и цветном кино — сначала в так называемом гидротипном методе, а потом в трехслойном поливе. За тридцать лет немое кино отжило свой век и заменилось озвученными фильмами.

На международном рынке ощущается острый голод в сырье для поляризационной аппаратуры — естественных кристаллах.

Несомненно, в связи с этим стоит изобретение новых поляризующих фильтров — так называемых поляроидов.

Старая задача об измерении и числовой характеристике цвета привлекает внимание таких корифеев науки, как Вильгельм Оствальд и Эрвин Шрёдингер.

Оптика одерживает огромные победы в сфере астрофизики. Она помогает разделить звезды по классам, сообразно их истории и развитию. Она устанавливает капитальный факт зависимости между расстоянием и радиальной скоростью удаленных астрономических объектов. Она поднимает на уровень первенствующего фактора действие сил светового давления как вне звезд, так в особенности в тайниках их внутреннего строения.

Все развитие советской оптики прошло под действием прежде всего вышеуказанных факторов: наличие квалифицированных, хотя вначале разрозненных, кадров, способных руководить научным исследованием в этой области; интенсивная работа по перестройке теоретической оптики и наряду с этим индустриализация страны, ставшая важнейшей задачей новой власти с первого дня ее прихода, и творческий энтузиазм, проявленный советскими учеными в осуществлении этого великого лозунга, который в данном случае был усвоен их лучшими представителями даже ранее, чем, по военно-политическим обстоятельствам, удалось его поставить на практическую почву.

3. Участие советских ученых в перестройке: основ оптики

Блокада и интервенция начала 20-х годов нашего века совершенно закрыли для советских ученых общение с Западом, и нам остались надолго неизвестными те работы по квантовой перестройке оптики, связанные преимущественно с именем А. Зоммерфельда, которые за это время были там произведены.

Но в это время ту же задачу на нашей родине взял на себя Д. С. Рождественский и провел ее с большой широтой и блеском. Ряд его работ того периода («Спектральный анализ и строение атомов», «Значение спектральных серий», «Термы высокого порядка», «Сходство между спектрами одноэлектронных и сложных атомов», «Серия спектра ионизованного магния из сравнения со спектром ионизованного телура») не только дает решение тех же задач, какие ставила себе западноевропейская мысль, но в отдельных случаях решает их лучше и правильней. Неважно, что эти работы Д. С. Рождественского остались малоизвестными за границей. Для нас они являются источником гордости, так как показывают, что наша молодая наука в тяжелых условиях гражданской войны, отрывая от зарубежных центров сумела поставить и разрешить основные вопросы того времени и собрать вокруг них

целую школу молодых ученых — будущую советскую школу спектроскопистов, о которой речь далее.

После основополагающих работ по квантовой оптике, о которых мы сказали, крупнейшим событием было открытие в 1928 г. явления так называемого комбинационного рассеяния. Сущность этого открытия глубоко связана с квантовыми представлениями о природе света: если квант света улавливается молекулой, часть его энергии — некоторый меньший квант — может быть потреблена молекулой на ее более медленные колебания; и, наоборот, энергия кванта может быть усилена за счет ранее освоенного молекулой колебательного кванта. И в том, и в другом случаях мы должны иметь изменение длины волны света, излучаемого обратно молекулой. Явление было весьма трудно наблюдаемым при тогдашнем уровне spectroграфической техники — и по слабости новых линий испускания, но и по их близости к основной, неизменной линии, которая должна была их заслонять своим блеском. Открыть его мог только большой специалист по вопросам рассеяния света, привыкший ко всем встречающимся здесь трудностям и не могущий принять новое явление за какие-нибудь вторичные побочные свечения, возникающие в приборе.

Такие специалисты нашлись одновременно в двух далеких друг от друга концах мира. Один был Чендрасекхар Раман в Калькутте, другой — наш соотечественник Л. И. Мандельштам (вместе с Г. С. Ландсбергом) в Москве. Юридические права на приоритет имеет Раман, сообщивший о своем открытии каблограммой, а не обычным почтовым отправлением, как наши советские товарищи. Для нас достаточно сознания, что советские ученые были одновременными и независимыми родоначальниками нового этапа в развитии квантовой теории света. Своей последующей работой на этих путях они показали, сколько творческого начала они вложили в это дело.

Квантовое учение приводит к неминуемому выводу, что при очень слабых освещенностях, когда в глаз попадает в единицу времени весьма небольшое число квантов, должны наблюдаться флуктуации в величине наблюдаемой освещенности. Такой вывод сделан С. И. Вавиловым, и такой опыт осуществлен им с рядом его сотрудников. К сожалению, в дело должен быть вмешан глаз — этот самый чувствительный из всех существующих приемников световой радиации, но приобретающий эту исключительную чувствительность только в условиях долгого выдерживания в полной темноте. Да и то, для того чтобы удовлетворить условию попадания в глаз малого количества квантов, необходимо работать на самом пределе чувствительности глаза («метод гашения»).

Результаты опытов недвусмысленны: флуктуации действительно наблюдаются. Они тем ощутительнее, чем освещенность меньше. Величина отступления всплеск от некоторого среднего зависит, как известно из статистических соображений, от участвующего

в опыте абсолютного числа квантов, и последнее может быть вычислено из величины флуктуаций. Так мы имеем еще экспериментальное подтверждение самого основного положения теории квантов-фотонов и, кстати, новый метод абсолютного измерения таких экстремно-слабых излучений. Опыты были начаты и закончены ранее каких-либо попыток в том же роде за границей.

Нам остается сказать еще об одном весьма фундаментальном открытии, сделанном также в лаборатории С. И. Вавилова. Мы говорим о так называемом «излучении Черенкова». Такое название, по имени его исследователя П. А. Черенкова, получило явление свечения, наблюдаемого при прохождении через разные тела γ -лучей: γ -лучи вырывают из атома вещества электроны, приобретающие при этом громадные скорости, приближающиеся к скорости света в пустоте. Между тем скорость света в веществе («фазовая» скорость) значительно меньше этой скорости. Мы имеем здесь, следовательно, приблизительно такие же условия, как при прохождении по поверхности воды, скажем, парохода, движущегося со скоростью, которая больше скорости распространения волн по поверхности воды. Все знают явление волн, следующих за пароходом при его движении и расходящихся назад от него двумя прямолинейными гребнями под некоторым углом к направлению его движения. Нечто подобное должно наблюдаться и здесь, но как-то необычно говорить в век теории относительности о скоростях, превышающих световую. Может быть, именно поэтому явление не сразу было понято, и потребовалось некоторое время, чтобы убедить всех в правильности его толкования. Опыты были повторены в Америке и дали полное подтверждение тех выводов, которые сделал из своих наблюдений П. А. Черенков, в той теории, которая была создана для явления С. И. Вавиловым, И. Е. Таммом и И. М. Франком [2]. Относительно этого явления не возникает сомнения — оно целиком и полностью советское по своему происхождению.

Мы ограничимся этими четырьмя фактами, считая их открытие и исследование самым капитальным взносом советской оптики на путях перестройки самого здания этой науки. О других работах по разным отраслям оптики мы будем говорить позже в другой связи.

4. Советская оптическая промышленность и другие соприкасающиеся с ней отрасли производства [3]

За тридцать лет неузнаваемо изменился облик советской оптико-механической промышленности. Произошли следующие сдвиги: до 20-х годов — ни одного килограмма сваренного в нашей стране оптического стекла, ныне — полное удовлетворение всех запросов промышленности этим основным материалом

за счет отечественного производства. Импорт оптического стекла закрыт с 1925 г. Все нужды нашей артиллерии, авиации, морского военного флота в оптических приборах разного наименования — биноклях, оптических прицелах, панорамах, стереотрубках, дальнотерах, перископах, аэрофотокамерах и аэрофотообъективах — удовлетворяются изделиями наших заводов. Они сделаны советскими инженерами и рабочими, рассчитаны советскими учеными, спроектированы советскими конструкторами, сделаны из советского материала на советских заводах.

Наша промышленность сумела справиться и с главнейшими задачами в области гражданской продукции. Перед войной она насыщала рынок кинопроекторной аппаратурой — сначала немой, а потом и озвученной. Были созданы свои приборы также и для звукозаписи. Потребитель имел некоторый выбор и для приобретения фотоаппаратов: «Фотокор», «ФЭД», «Спорт» и некоторые другие.

Были созданы крупные заводы киноплёнки. Выпускаемые ими материалы стоят на уровне зарубежных по своей чувствительности и разрешающей способности. Сенсибилизация их также не хуже зарубежных образцов. Вместо кустарных заводиков пищевого желатина, пытавшихся изготовлять также фотожелатин, возник грандиозный и замечательный по оборудованию специализированный завод фотожелатина.

Потребности рынка удовлетворялись также в отношении продукции источников света: ламповая промышленность хорошо справилась с фабрикацией пустотных ламп и безболезненно перешла одновременно с заграницей к лампам газонаполненным.

Эти успехи не могли быть достигнуты без значительной научно-исследовательской работы. Необходимо сказать о разных направлениях, по которым шла эта работа.

а) Оптическое стекло. Этот первейший и необходимейший материал для всякого оптического прибора ставит перед производством ряд серьезных и интересных задач. Стекло должно быть прозрачным, бесцветным, без посторонних включений («камней»), без крупных газовых пузырьков и без мелкой «мошки» того же происхождения. Оно должно быть равномерным по своим оптическим свойствам по всей своей массе — без свилей и более грубых неоднородностей. Оптические свойства (показатель преломления и дисперсия) должны в очень жестких пределах иметь заранее определенную величину. Стекло должно выдерживать без кристаллизации дальнейшую тепловую обработку, а после таковой сохранять свои оптические свойства неизменными. Его поверхность должна быть химически устойчива, не должна с течением времени покрываться пятнами и налетами.

Задачи, выдвигаемые производством такого материала, в своей значительной части являются чисто химическими. Сюда относятся вопросы о составе стекол, о равновесиях в тех сложных системах,

которыми являются эти стекла, и т. п. Но возникает также ряд физических задач. Для получения равномерной массы необходимо перемешивание стекла во время его изготовления, а потому и режим варки должен быть таков, чтобы допускать такое перемешивание. Является задача о зависимости вязкости от температуры, о широте того температурного интервала, который возможен без кристаллизации («загущения») стекла. Далее оказывается, что то самое перемешивание, которое необходимо для придания массе однородности, в свою очередь, является новой причиной возникновения в стекле свилей — за счет растворения в горячей стеклянной массе вещества горшка. Целый ряд работ производственников и лабораторных исследователей посвящен поэтому вопросам мешки. С успехами последней связывается ускорение производства, повышение коэффициента выхода годного оптического стекла и преобразование самого процесса варки.

Ряд контрольных методов и приборов должен быть создан для точного наблюдения за процессом варки: прибор для экспрессного определения показателя преломления стекла («метод Обреимова»), приборы для просматривания образцов на свили, а также многие другие. Далее возникает вопрос об отжиге готового стекла, чтобы уничтожить образующиеся при быстром охлаждении внутренние напряжения, с которыми связаны явления анизотропии. Этим вопросам посвящена основополагающая работа А. А. Лебедева, который на основании ее пришел к представлению о внутренних преобразованиях, которые испытывает при температуре отжига кварц, входящий в состав стекла. Работа А. А. Лебедева и А. И. Стожарова дает также практические указания о необходимом для отжига температурном режиме.

Изучение свойств поверхности стекла также дает повод к чистофизическим работам, так как изучение не заметных невооруженному глазу пленок на этой поверхности ведется физическими — точнее оптическими — методами, основанными на применении теории Друде, которая предсказывает оптические явления (эллиптическую поляризацию), имеющие место при образовании таких пленок. Работы велись в лаборатории И. В. Гребенщикова. Оказывается, что такие пленки могут быть и полезными для некоторых специальных применений. Если, например, повести образование пленки несколько далее, до большей толщины, то она получает особые адсорбционные свойства, родившие ее с силикагелем. Влага в течение долгого времени как бы поглощается такой пленкой, не обнаруживаясь на поверхности обычным запотеванием — важное применение для некоторых специальных приборов (работы Л. Ю. Куртца, О. С. Молчановой и др.).

Вопросы о влиянии тепловой обработки стекла на его оптические свойства, а также о последующих медленных изменениях оптических свойств стекла были предметом тщательных и долговременных исследований В. А. Флоринской, Г. О. Багдыкьянца и др.

Рентгенографическое исследование стекла было предметом работ Н. Н. Валенкова и Е. А. Порай-Кошица в лаборатории А. А. Лебедева.

В последнее время практическая оптика поставила перед исследователями новый вопрос — об уменьшении коэффициента отражения света от стекла. Решение возможно в виде нанесения на поверхность стекла тонкой пленки, которая, создавая условия для интерференции лучей, отраженных на ее передней и задней поверхностях, может значительно ослабить отраженный луч при надлежащем выборе толщины и показателя преломления вещества пленки. Решение у нас предложено И. В. Гребенчиковым ранее, чем за границей. Практическое осуществление такого «просветления» оптики ведется или путем химического осаждения, либо в вакууме напылением вещества пленки. Затем еще приходится думать об упрочнении образования пленки, что также возможно путем либо химических, либо физических операций.

Наше изложение весьма неполно и ограничивается лишь важнейшими случаями удачного вмешательства ученого в производство того сложного и деликатного продукта, каким является оптическое стекло. Уместно сказать, что решив также вопрос о производстве искусственных кристаллов для тех случаев, когда свойства стекла исключают его применение (например, в ультрафиолетовой области). Этот вопрос ставился в лабораторных масштабах М. В. Савостьяновой, А. С. Топордом и А. М. Кублицким. На одном из заводов оптического стекла он разрешен в производственных масштабах (весьма крупные кристаллы хлористого калия и некоторых других веществ).

По вопросу об окрашенности стекла надлежит прежде всего указать работу Л. И. Демкиной, которая установила методами абсорбционного анализа, что часто появляющаяся в советском стекле окрашенность объясняется наличием хрома. Позже работа по окрашенности стекол и по цветным стеклам велась в производственном аспекте ею же и В. В. Варгиным, который ставил ее в очень широких размерах. Можно считать решенным вопрос об оптическом окрашенном стекле для аэросъемочных и других светофильтров, а также о стекле сигнальном, декоративном, теплозащитном (в проекционных установках и др.).

б) Оптехника. Мы понимаем под этим термином обширную область работ по изучению и обмеру оптических систем и приборов, по контролю их оптических свойств, по методам их сборки и т. п. Сюда относится изучение фокусных расстояний, величины и расположения лучей, разрешающей силы, а также многочисленных aberrаций. Изучение готовых образцов часто предшествует проектированию и расчету новых приборов, чтобы составить себе глазомерное представление о том, к чему, к какому компромиссному пределу следует стремиться при осуществлении того или иного задания. С другой стороны, всякий вновь изго-

товленный прибор изучается с точки зрения его соответствия заданию или той цели, для которой он строится, — работа расчетчика, конструктора и оптотехника идут, таким образом, рядом, взаимно проверяя и дополняя друг друга. Ряд оптотехнических установок — необходимая принадлежность лабораторий заводов, изготавливающих оптические приборы; оптотехник — суперарбитр по вопросам применяемых сортов стекла, качеству изготовления и сборки. Он же — составитель технических условий на приборы, инструкций для пользования ими и т. д.

В начале описываемого периода роль оптотехнических лабораторий сводилась к освоению чужеземных методов испытания и контроля. Следует признать эту сторону дела весьма важной, поскольку она соответствует внедрению на заводы той степени культуры, без которой невозможно такое тонкое производство, каким является оптико-механическая промышленность. Однако настоящая творческая работа начинается тогда и только тогда, когда мы преодолеваем рутинное пользование чужими приборами и методами и переходим к созданию своих методов и контрольных приборов. Назовем здесь только главнейшие из осуществленных в Советском Союзе новинок.

В 1928 г. перед оптико-механической промышленностью встал вопрос о постройке больших прожекторных установок. Понадобился метод для измерения аберраций в разных зонах прожекторного зеркала. Такой метод создан В. П. Линником; он представляет собой в некотором роде обращение существующего метода Цейса. Стяжки для шлифовки прожекторных зеркал построены В. Н. Дыньковым.

В той же оптотехнической лаборатории ГОИ К. В. Бутков изучал известное видоизменение интерферометра А. Майкельсона — прибор Тваймана — для наблюдения оптических отступлений от идеальной формы в данной системе (например, фотообъективе). Он дал способы сопоставления наблюдаемой интерференционной картины с находимыми по другим методам аберрациями.

В. П. Линник, придавши прибору Тваймана уменьшенные во много раз размеры, с успехом применял его к изучению микроскопических объективов. Им же построен прибор для визуального наблюдения кривых, характеризующих аберрации оптических систем, вместо кропотливого измерения их по точкам на так называемой скамье Гартмана.

Д. Д. Максудовым построены приборы для контроля точных поверхностей астрономических объективов больших размеров. Он при этом превратил известный теневой метод Фуко в точный измерительный метод.

Б. М. Корякиным построен универсальный прибор для испытания телескопических систем и для измерения всех возможных его аберраций.

В. П. Линником разработан замечательный прибор, состоящий из двух стоящих под прямым углом друг к другу микроскопов, для изучения микростроения полированных поверхностей; он перед войной выпускался фирмой «Цейс» (без особого дозволения автора).

Из случаев вмешательства оптоотделников в само производство упомянем работу опять-таки В. П. Линника, создавшего метод сборки микроскопических объективов, совершенно не требующий участия квалифицированного оптика. Метод оказался чрезвычайно плодотворным при первоначальном освоении производства микроскопов нашей промышленностью.

Наконец, упомянем целый ряд совершенно новых интерферометрических установок, созданных В. П. Линником для проверки шлифованных поверхностей, внутренних каналов и крупных деталях машиностроительной промышленности, в стволах оружия и т. д.

Сказанного будет достаточно, чтобы характеризовать уровень проделанной работы; не мудрено, что в результате этой работы, а также громадных творческих усилий нашей промышленности, создано первоклассное оптическое оснащение наших артиллерийских, авиационных, инженерных и других оборонных объектов. Мы подготовлены и к выпуску гражданской продукции — от микроскопов с ахроматическими и апохроматическими объективами до огромных астрономических объективов; совокупные работы заводов оптического стекла и ГОИ (Д. Д. Максудов) ручаются и за последнюю задачу: мы умеем получать громадные диски стекла и построили мощные агрегаты для их шлифовки и полировки.

в) Вычислительное дело. Его, как было указано выше, пришлось начать на совершенно пустом месте. Соответствующая ячейка была создана при Комиссии по изучению естественных производительных сил страны (КЕПС) в 1916 г., а при основании Государственного оптического института передана ему; возглавлял вычислительное бюро А. И. Тудоровский, наиболее ранними сотрудниками его были Е. Г. Яхонтов и Г. Г. Слюсарев. Независимо от этого вычислением оптических систем занималось бюро на ГОМЗе в ранние его годы [4]; в числе его выучеников нужно назвать М. М. Русинова и В. Н. Чуриловского.

Вначале деятельность вычислителей ГОИ носила подражательный характер и заключалась преимущественно в копировании зарубежных образцов. Не нужно думать, что и эта работа не требовала известных практических приемов и навыков, подобно тому как любое инженерное сооружение, даже и не претендующее на создание нового типа конструкции, все же требует большого количества расчетов, совершаемых по вырабатываемым заранее схемам. К тому же совершенно точное повторение какой угодно оптической системы и невозможно, поскольку для изготовления копии не оказывается в наличии сортов оптического стекла с той-

дественными с образцом постоянными, и здесь неминуемы известные пересчеты.

Вначале советские вычислители рассчитывали лишь простейшие телескопические системы — бинокли, стереотрубы и тому подобные приборы специального назначения. На следующую очередь были поставлены фотографические системы и, наконец, системы микроскопические. Быстрое развитие возможностей вычислительного дела характеризуется следующими данными: в 1918 г. ни одного фотографического объектива, изготовленного внутри страны; в 1930 г. первый советский фотоаппарат выпускается с объективом весьма среднего качества («Ортагоз»); в настоящее время первоклассными объективами удовлетворяются все потребности нашей родины, все они рассчитаны советскими вычислителями и в известной мере самобытны. Особо следует назвать «Руссар» М. М. Русинова — оригинальной конструкции широкоугольный объектив, серию «Уранов» Д. С. Волосова — семилинзовый анастигмат с менисковым исправлением аберрации этого типа, «Телемар» — оригинальный телеобъектив, ряд «Индустаров» для оборонных и гражданских приборов и т. д. По созданию методов расчета фотообъективов большая работа проделана Г. Г. Слюсаревым.

Чрезвычайно интересную новую конструкцию астрономического прибора предложил Д. Д. Максудов. Эта система — катдиоптрическая, зеркально-менисковая; мениск исправляет те аберрации, которые получаются при зеркальном отражении; оптическая сила мениска весьма мала, почему он и не вводит в систему заметного хроматизма. Можно ожидать для этой системы большого будущего.

Микроскопические системы рассчитаны под руководством Е. Г. Яхонтова. Здесь основная трудность заключалась в чрезвычайно большом значении «лучевых» аберраций. По мысли Е. Г. Яхонтова, при расчетах решено было перейти к рассмотрению волновых аберраций. Как уже было указано выше, промышленностью начато было освоение производства микроскопов.

Упомянем еще об оптике для аппаратуры звукозаписывающей и для воспроизведения звука. Она также рассчитана и построена в Советском Союзе.

5. Светотехника и фотометрия

До революции, как ни странно, в России не существовало твердо установленных световых эталонов. С. О. Майзель положил атому начало в ГОИ, откуда дело потом было передано в Главную палату мер и весов (ныне ВНИИМС). Ряд работ по созданию эталона, более связанного с абсолютно черным телом, был проведен А. А. Добининым и др. Большое значение имеют труды А. А. Гершуна по естественному освещению, поставившие

на новую почву экономический подход к решению связанных с естественным освещением вопросов.

Однако наиболее серьезным вкладом в научную светотехнику необходимо признать данную А. А. Гершуном теорию светового поля. К сожалению, она слишком сложна для элементарного изложения. Встреченная вначале даже враждебно, — между прочим, таким авторитетом, как покойный Блондель (впрочем, впоследствии раскаявшийся в своей основанной на недоразумении критике), — она понемногу завоевала себе признание. А теперь видный американский специалист Перри Мун высказывает в своей книге мнение, что светотехника до последнего времени жила представлениями времен Бугера и только в наши дни в ней наметилась свежая современная струя, имел при этом в виду именно теорию А. А. Гершуна.

Весьма интересная работа по освещению темных цехов киноплёночных фабрик проведена А. А. Гершуном, Д. Н. Лазаревым и К. А. Вентманом. При этом в основу положен принцип: максимум действия на глаз при минимуме действия на фотоматериал. Вопрос разрешается путем точного учета спектральной чувствительности материала и подбором соответствующих светофильтров.

Подобный же принцип составляет основание ряда работ оборонного значения по маскировочному освещению, цветомаскировке, дешифровке замаскированных объектов (М. М. Гуревич, Е. К. Пуцыйко, А. А. Гершун, А. А. Волькенштейн и др.).

6. Фотография и фотокинопромышленность

Значение фото и кино было оценено с первых шагов Советской власти, и научным исследованием в этих областях была занят ряд лабораторий и институтов. Главными являются: Институт им. Карпова, где в течение долгого времени фотографическую тематику возглавлял покойный А. И. Рабинович; НИКФИ, где долголетним руководителем был К. В. Чибисов; лаборатория научной фотографии ГОИ (Т. П. Кравец, а затем Г. П. Фаерман); затем ЦНИИГАИК, Харьковский институт прикладной химии (А. И. Киприанов) и некоторые другие. По отдельным темам работа распределялась так:

— Вопросами скрытого изображения занимались М. В. Савостьянова; она рассматривала образование этого изображения как явление окрашивания кристаллов. Эту точку зрения одновременно выдвинули Р. Поль (Гёттинген) и Т. П. Кравец. Но у нас удалось сразу же избежать ошибки германской школы, которая сначала считала скрытое изображение атомарным окрашиванием. М. В. Савостьянова обнаружила появление под действием света мельчайших кристалликов металлического серебра (коллоидное серебро в решетке бромистого серебра). Под влиянием длинноволновой радиации кристаллики рассасываются, можно сказать,

на глазах (эффект Гершеля). Замечательные работы С. В. Чердынцева объяснили более сложные явления, которые наблюдаются, когда рассасывающийся свет является поляризованным (явление Вейгерта). Ю. Н. Гороховский изучал энергетические соотношения при эффекте Гершеля. Е. А. Кириллов (Одесса) изучал явления фототока при освещении бромистого серебра. П. С. Тартаковский дал схему энергетических уровней кристаллов, которая объяснила наблюдаемые явления. А. С. Топорев искал атомарное серебро при окрашивании кристаллов и нашел его в случае подмеси галонидного серебра к чужому кристаллу (например, хлористому калию).

— По вопросам проявления в СССР созданы две теории — А. И. Рабиновичем «адсорбционная» и Г. П. Фаерманом «электрохимически-термодинамическая». Последним установлено (работы Н. Н. Шишкиной) определяющее значение концентрации водородных ионов на ход проявления (так называемый закон Фаермана — Рейндерса). К. В. Чибисов, А. И. Кан-Коган и А. И. Рабинович занимались изучением микрокартины процесса проявления; С. Г. Богданов — потенциалом проявляющей части проявительной системы и т. д.

— Вопросам синтеза эмульсий посвящен фундаментальный ряд работ К. В. Чибисова; К. С. Ляликов с сотрудниками исследовал эмульсии с точки зрения распределения зерен по величинам при их созревании; теоретическая часть работы была сделана С. В. Чердынцевым.

— Сохранность эмульсий была предметом исследований Ю. Н. Гороховского и И. Р. Протас.

— Сенситометрией занимался в особенности ГОИ, где была подготовлена для внедрения новая стандартная сенситометрическая аппаратура [5]; по общей сенситометрии — М. В. Савостьяновой и И. А. Черным; по спектральной сенситометрии — Ю. Н. Гороховским; по резольвометрии — Ф. Л. Бурмистровым; по стандартному проявлению — В. А. Вейденбахом, Ю. Н. Гороховским проведен целый ряд работ по спектральным свойствам фотослоев и издан атлас кривых спектральной чувствительности.

— Фотожелатин был предметом исследований В. А. Бекунова (НИКФИ) и Г. П. Фаермана (ГОИ); несмотря на многочисленные работы, посвященные как теоретическим, так и производственным задачам, этот вопрос в Советском Союзе еще не разрешен в той мере, как это было бы желательным.

7. Организация обслуживания промышленности

В последних разделах мы имели примеры особенно ясно выраженного взаимодействия научного исследования и технических применений. Это — стиль работы, и советские оптики могут с гордостью констатировать, как велик их вклад в дело

обслуживания промышленности. Здесь уместно указать и те организационные формы, которые приняло это обслуживание.

В декабре 1918 г. Д. С. Рождественским был основан Государственный оптический институт. Институт с первых шагов связался с промышленностью, сделав в первые годы своего существования своей главной задачей решение вопроса об оптическом стекле, а затем — расчет оптических систем и изучение оптических приборов. Одновременно в нем же велись глубокие научные работы самого Д. С. Рождественского, росли его ученики — С. Э. Фриш, В. А. Фок, А. Н. Теренин, Е. Ф. Гросс, В. М. Чудановский. Д. С. Рождественский твердо держался взгляда, который он развивал на мартовской сессии Академии наук в 1936 г. [8]. Главной целью института должно быть обслуживание какой-либо отрасли промышленности или нескольких близких отраслей; но промышленность, для которой он работает, должна давать ему возможность производить и работы теоретического значения в той области науки, которая соприкасается с соответствующим производством; не производство должно быть при науке, а наука при производстве.

Мысль Д. С. Рождественского не всем представлялась правильной; сам он охотно допускал, что между промышленностью, главенствующей юридически, и наукой, призванной фактически руководить этой промышленностью, не сразу установятся нормальные отношения; но он верил, что уже недалекое будущее принесет и взаимное понимание сторон и гармоническое сочетание в работе института части научной и части прикладной.

Необходимо с удовлетворением отметить, что оптика в СССР вовсе не ограничена рамками Оптического института: значительный вклад в нее составляют работы Ленинградского университета, Московского университета, Физического института АН СССР; упомянутый Научно-исследовательский институт кино-фото, Ленинградский институт точной механики и оптики, Ленинградский институт машиностроения, Всесоюзный электротехнический институт и многие другие учреждения также принимают значительное участие в этой работе, каждый — в пределах своей специальной задачи.

8. Работа по аномальной дисперсии паров металлов

Переходим к другим циклам работ по оптике, не столь тесно связанным с нуждами производства, хотя и давшим для последнего в отдельных случаях весьма важный материал. Здесь мы поставим на первое место работы Д. С. Рождественского и его школы по аномальной дисперсии паров металлов. Они начались с классической дореволюционной работы самого Д. С. Рождественского по аномальной дисперсии паров натрия и

были главной основой, на которой мастер прецизионной оптической работы воспитал многих из своих учеников.

В эпоху, когда работа была задумана, автор стоял, разумеется, на классических представлениях об электроне — инертном и связанном с атомами квазиупругими силами. Как известно, только эти два предположения об электроне нужны для вывода формулы Зельмейера, и ее проверку Д. С. Рождественский считал проверкой самых основ классической электронной оптики. Он создал свой знаменитый «метод крюков», который сделал возможным быстрое измерение интерферограмм и учет параметров формулы Зельмейера. Его результат таков: формула Зельмейера отступает от данных опыта у самой линии поглощения не более чем на 2%. Впоследствии того же порядка отступления получались и у учеников Д. С. Рождественского — В. К. Прокофьева и А. Н. Филиппова, труды которых создали для лаборатории Рождественского славу наилучшего во всем мире центра, где исследовались эти явления. А. Н. Филиппов построил, по мысли Д. С. Рождественского, первый в мире флуоритовый интерферометр и распространил изучение явлений аномальной дисперсии на ультрафиолетовую область спектра. Наконец, Г. С. Кватуру удалось показать, что отступления, о которых говорилось выше, вряд ли имеют реальное существование: они создаются не вполне правильным применением «метода крюков», а при осторожном пользовании последним сводятся к гораздо меньшим величинам.

К своей первой теме Д. С. Рождественский вернулся в последний год своей жизни. В работе, сделанной совместно с Н. П. Пенкиным, он с необыкновенной виртуозностью показал, какие возможности еще таит в себе его задача и его метод ее решения. Он воспользовался печью Кинга и распространил изучение на тугоплавкие металлы; он сопоставил результаты уже не с классической теорией, а с современными представлениями. В частности, была проверена приложимость формулы Больцмана к интенсивности отдельных линий (она найдена в ряде случаев неприменимой); даны способы определения по «методу крюков» интенсивности линий при более сложном строении их, чем дублетное; дана оценка метода аномальной дисперсии как способа определения интенсивности линий. Он квалифицируется как самый точный из всех существующих, хотя и не самый чувствительный из них. При последующих применениях к задачам количественного спектрального анализа метод аномальной дисперсии еще скажет свое слово.

С современной точки зрения формулы аномальной дисперсии выводятся из других предположений и ее константы уже не связываются столь же непосредственно с числом дисперсионных центров, с зарядом и массой электрона. В формулы входят статистические веса известных состояний, вероятности переходов; вместо величины «затухания колебаний» приходится говорить о длительности пребывания электрона в возбужденном состоянии

и т. п. Две ранние работы М. Л. Вейнгера (лаборатория А. А. Лебедева) подходят к вопросу с этой точки зрения и пользуются еще величиной поглощения в парах и производимым ими магнитным вращением плоскости поляризации (по Р. В. Вуду).

9. Работы по атомной спектроскопии

Работы по атомной спектроскопии производились в большом количестве и с большим успехом, в особенности в начальные годы. Об основополагающих работах Д. С. Рождественского в этой области мы говорили выше. В прямой связи с ними возникли многочисленные работы его учеников. Здесь следует назвать прежде всего работы С. Э. Фриша, начавшиеся с 1926 г. и продолжавшиеся до последних дней; им исследовались: искровой спектр натрия, неона; магнитный момент натрия; сверхтонкое строение спектральных линий; моменты ядер в связи со строением последних; анализ сложных спектров; ядерные моменты калия, ртути, натрия. Подобный же характер имеют работы его учеников, в особенности интересная диссертация В. И. Черняева.

На первых порах своей деятельности этими же вопросами занимались А. Н. Теренин и Е. Ф. Гросс (сложное строение спектральных линий возбужденных паров ртути), а также А. Н. Филиппов (совместно с Е. Ф. Гроссом — тонкая структура в искровом спектре цезия) и В. М. Чулановский (влияние электрического поля на серийный спектр гелия); оживленный интерес к спектроскопическим темам вызвал также ряд теоретических работ В. А. Фока. Им был выработан способ (он называет его обобщенным способом Хартри; за границей он известен как метод Хартри—Фока) для «расчета» атома, например атома натрия, по эмпирическим данным о собственных периодах и отношениях интенсивностей линий.

Но с течением времени отмечается несомненное ослабление работы в этой области как в экспериментальной, так и в теоретической ее части; большинство ее работников занимает ей для другой тематики: Е. Ф. Гросс — для вопросов рассеяния света, А. Н. Филиппов — для аномальной дисперсии и для спектрального анализа, В. М. Чулановский — для молекулярной спектроскопии. Причину этого явления приходится видеть в том, что тема себя до некоторой степени исчерпала, по крайней мере в принципиальном отношении. В работах С. Э. Фриша к концу периода замечается новый уклон — исследование условий возбуждения отдельных линий применительно к вопросам газосветного освещения; в таком же направлении работает В. А. Фабрикант.

Некоторая новая струя вливается в работу по атомной спектроскопии, когда по мысли Д. С. Рождественского основывается Комиссия по редким землям — специально для исследования спектров последних, что было почти незатронутым вопросом. В этой области

успели до войны достигнуть известных успехов А. Н. Филиппов, А. Н. Зайдель и Я. И. Ларионов. К сожалению, троих из названных здесь четырех лиц уже нет в живых, и только А. Н. Зайдель может продолжать свою работу.

10. Молекулярная спектроскопия

По молекулярной спектроскопии должно отметить прежде всего работу В. М. Чулановского, который осуществил замечательную вакуумную спектральную установку для исследования молекулярных спектров в далеком ультрафиолете; здесь были тщательно разработаны и источник света (конденсированная искра), и спектральный аппарат большой разрешающей силы, и фотографическая методика. Все вместе позволило разрешить несколько по-новому вопрос о строении спектров даже таких, казалось бы, хорошо известных газов, как азот, окись углерода и т. д. Из последующих работ назовем теоретические исследования М. А. Ельяшевича и Б. И. Степанова о вращательных частотах сложных молекул и М. В. Волькенштейна о вычислении интенсивности полос инфракрасных и рамановских спектров.

Таким образом, исследования советских ученых охватывают все области молекулярных спектров — от далекой ультрафиолетовой до инфракрасной его частей.

По всей этой области большая работа проделана и для улучшения методики наблюдения, для постройки приборов. Об установке В. М. Чулановского сказано выше. Замечательна установка (С. Э. Фриша) дифракционной решетки на огромной, тяжелой железобетонной ферме, покоящейся на упругих подставках в помещении с постоянной температурой. Интересна попытка Л. Б. Понизовского найти в ближней инфракрасной области линии, более подходящие по простоте своей структуры для цели сравнения метра с длиной их волны. К сожалению, не доведена до конца работа, начатая Д. С. Рождественским с сотрудниками (Г. В. Покровским и А. И. Салищевым), имевшая целью установить новые нормалю для быстрого определения длин волн (линии иода вместо роулендовских линий железа).

Для инфракрасной области М. А. Вейнгером разработан нового типа приемник — оптико-акустический: модулированное инфракрасное излучение попадает на исследуемый газ в специальной камере; если радиация поглощается газом, последний приходит в звуковые колебания, которые либо воспринимаются на слух, либо преобразуются с помощью микрофона в измеряемый гальванометрически ток. Прибор с успехом применяется для целей быстрого газового анализа и контроля таких установок, как ректификационные и т. п. Весьма обещающим является применение прибора и для чисто научных целей.

Наряду с теоретической работой по спектроскопии шла работа по приспособлению ее результатов для практических целей; мы имеем в виду разработку вопросов и внедрение спектрального анализа. Только в последние годы его методы становятся достоянием заводских лабораторий и завоевывают в последних обширное поле применений. Работа начата была в Оптическом институте А. Н. Филипповым и продолжается там же В. К. Прокофьевым. Другой важный центр работы в том же направлении образовался сначала в МГУ (лаборатория Г. С. Ландсберга), а затем в Физическом институте Академии наук (он же, а также С. Л. Мандельштам).

11. Поглощение света в твердых телах и жидкостях

Как известно, в твердых телах и жидкостях условия для оптических явлений значительно сложнее, чем в газах. Отсутствие руководящей теории часто затрудняет попытки разобраться в этих явлениях. Мы можем назвать только отдельные группы работ в указанной области.

Первая принадлежит К. В. Буткову. Он исследовал спектры поглощения солей в растворах и с успехом сопоставил полученные результаты с данными, имеющимися по исследованию атомов тех же солей в других состояниях.

Вторая группа работ связана с именем И. В. Обренмова. Он изучал оптические свойства кристаллов при весьма низких температурах. Весьма важные и интересные явления, которые ему удалось при этом наблюдать, могут впоследствии приобрести и практическое значение; при низких температурах широкие полосы поглощения кристаллов суживаются и кристалл в спектральной области между отдельными полосами становится прозрачен; это обстоятельство открывает в будущем возможность спектральных исследований в очень далеком ультрафиолете, если только трудности техники экстремно-низких температур будут преодолены оптиками-конструкторами.¹

М. В. Савостьянова произвела ряд обширных исследований над коллоидными растворами. Исходя из теории Г. Ми, она могла количественно предсказать цвет и поглощение в таких системах, как окрашенная каменная соль, стекла с содержанием меди и золота, бромистое серебро, в котором фотохимически выделено металлическое серебро, и т. п. С такой же точки зрения А. Т. Ащеулов исследовал тонкие металлические слои. Вопрос приобретает практическую важность, поскольку оптико-механическая промышленность начинает все более применять «толстые» и полупрозрачные слои металлов для своих конструкций.

¹ Эта мысль была высказана в личном разговоре Д. С. Рождественским.

Последняя группа охватывает также вопросы поглощения в твердых и жидких телах, но исключительно с точки зрения его практического приложения для светофильтров. Здесь мы имеем обширные работы К. А. Вентмана, установившего множество рецептов для фильтров разнообразнейшего назначения: для освещения темных цехов киноплочных фабрик (об этом мы говорили выше), для освещения фотокомнат, для выделения отдельных спектральных линий и т. п. Вопросы применения светофильтров [для фотосъемки] интересно разобраны в книге В. А. Фавса «Светофильтры».

Может быть, именно здесь, по поводу поглощения света в твердых и жидких телах, будет уместно сказать об одном замечательном советском изобретении, основывающемся на поглощении (или в другом варианте — отражении) тел в ультрафиолете. Как известно, именно в ближней ультрафиолетовой области огромное количество органических тел, прозрачных в видимой части спектра, имеет характерные полосы поглощения; последние располагаются в различных участках длины волн. Биологические препараты, сфотографированные лучами из этих отдельных спектральных зон, будут на одних снимках давать темные, на других — светлые изображения одного и того же участка препарата, смотря по химическому составу именно этого участка.

Можно рассматривать эти изображения через различные светофильтры, присваивая тем самым каждой спектральной зоне ультрафиолета свой условный цвет, например лучам длины волны $2500 \text{ \AA}$ — фиолетовый, длины волны $3000 \text{ \AA}$ — зеленый, $4000 \text{ \AA}$ — красный. Способами, обычными в трехцветной фотографии, накладывают друг на друга такие три снимка; тогда получается изображение, ярко окрашенное в условные цвета, и с помощью этих цветов превосходно отделяются друг от друга на препарате участки разного химического строения: хитин, липоиды, клетчатка и др. Е. М. Брумбергом (ГОИ) сконструирован «трехцветный» ультрафиолетовый микроскоп, введение которого равносильно новой эпохе в наблюдательной микроскопии в приложении последней к биологии, минералогии и петрографии, металлографии и т. д.

12. Рассеяние света

Рассеяние света изучалось по нескольким линиям и в нескольких центрах.

С одной стороны, это было продолжением основоположной работы Л. И. Мандельштама и Г. С. Ландсберга. Работа велась отчасти в лаборатории МГУ, отчасти в Государственном оптическом институте. Так, Е. Ф. Гроссом и М. Ф. Ромяковой было обнаружено наличие «комбинационных» смещений рассеиваемой

частоты в плавленом кварце, в стеклах, содержащих кварц. В. А. Фабрикант смог вычислить планковскую константу, измеряя отношение интенсивностей смещенных линий. О работе М. В. Волькенштейна мы говорили выше.

С другой стороны, энергично разрабатывались вопросы, связанные с «классическими» случаями рассеяния. Так, Л. И. Мандельштам с Г. С. Ландсбергом и М. А. Леонтовичем (а также Л. Бриллюэн во Франции) предсказали изменение длины рассеиваемой кристаллом волны, исходя из представления, что внутри кристалла распространяются упругие тепловые волны, образующие места сгущений и разрежений. От них должны происходить отражения световых волн, которые испытывают при этом доплеровское смещение. Это явление действительно было обнаружено Е. Ф. Гроссом. Он же вместе с М. Ф. Вуксом исследовал соответствующее явление в жидкостях, в которых дебаевское представление о тепловых волнах прямого отношения, собственно, не имеет. Явление было с некоторыми изменениями обнаружено и в них. Результаты опытов послужили поводом для полемики с некоторыми иностранными учеными, приходившими к другим заключениям. Polemika закончилась успехом для советских исследователей.

Другие интереснейшие явления рассеяния света наблюдаются согласно предсказанию теории в парах вблизи полос их собственного поглощения (Л. И. Мандельштам и Г. С. Ландсберг). Явление объясняется классически на основании дисимметрии кривой аномальной дисперсии у полосы поглощения; на нем когда-то Юлиус основывал свою теорию резкого видимого края газобразного шара (Солнца).

Наконец, имела продолжение и дореволюционная работа Л. И. Мандельштама о рассеянии света флуктуирующей поверхностью раздела двух жидкостей (в особенности вблизи критической точки их взаимной растворимости). Явление получило полную теорию, которая была подвергнута экспериментальной проверке (работы А. А. Андропова, М. А. Леонтовича и Ф. С. Барышанской).

В сущности, явления рассеяния света характерны не столько для самого света, сколько для среды, в которой они разыгрываются, и для тех процессов, которые их обуславливают. Таким образом, они оказываются прекрасным индикатором таких явлений, как распространяющиеся внутри вещества упруго-тепловые волны, другие тепловые движения, ультразвуковые возмущения и т. д. В целом ряде работ советских ученых метод рассеяния света использовался для изучения этих внутренних процессов, создания их теории и практического применения их (Л. И. Мандельштам, Н. Д. Папалекси, Г. С. Ландсберг, М. А. Леонтович, П. А. Бажудин, В. Шимановский, Л. А. Тумерман и др.).

13. Фотоэффект

Когда лучи не слишком большой длины волны падают на поглощающее тело, они могут быть причиной значительных смещений присутствующих в молекулах тел электронов. Эти смещения могут быть весьма различны: электрон может выбираться за поверхность тела (внешний фотоэффект); он может вырываться из молекулы, но оставаться внутри тела (фотоионизация, внутренний фотоэффект); он может переходить, оставаясь внутри молекулы, на более высокий энергетический уровень («возбуждение»). При этом могут происходить разные вторичные явления: выброшенный из молекулы электрон может способствовать осуществлению связи оставшегося положительного иона с новым отрицательным (фотохимическая реакция); переходя обратно на прежний энергетический уровень, он может дать начало разнообразным явлениям люминесценции. Последние мы рассмотрим отдельно.

Из исследований, посвященных внешнему фотоэффекту, справедливо будет выделить работу П. И. Лукирского и С. С. Прилежаева. Она предпринята для решения фундаментальной задачи — строгой проверки формулы Эйнштейна — и достигает своей цели с замечательным успехом. Авторы устранили многие ошибки, связанные с влиянием краев конденсатора, тем, что вели наблюдения в шаровом конденсаторе; работа вообще является классической по изяществу своей методики и эксперимента. Авторы с несомненностью устанавливают правильность закона Эйнштейна и определяют на основании своих опытов величину планковской постоянной с точностью, значительно превосходящей единственные до тех пор измерения Р. Милликена.

Из работ над внутренним эффектом первой по времени является работа Н. К. Щодро, сделанная в период революции (лаборатория П. П. Лазарева). Ею можно считать установленным факт фотоионизации красок в растворе. В то время других возможностей при действии света на краситель, например его возбуждение, себе не представляли. В дальнейшем внутренний фотоэффект не раз служил у советских исследователей методом для установления энергетических уровней в кристаллах. С этой точки зрения работали А. Ф. и А. В. Иоффе, которые установили полное соответствие между поглощенной световой энергией и фототоком в кристалле — факт вполне естественный, но вызывавший разные недоразумения из-за неправильного учета поглощенной энергии. Подобные же мнимые отступления при толстых слоях поглощающего кристалла наблюдаются вследствие того, что неправильно считать поглощение энергии равномерным во всей его толще — это разъяснено теми же авторами. Наконец, не вполне выясненными вопросами о возникновении фотопроводимости при образовании и при разрушении атомарного окрашивания занимался П. С. Тар-

таковский с сотрудниками. Для разъяснения картины образования скрытого изображения исследовал явления фотопроводимости в галонидном серебре Е. А. Кириллов с учениками.

Как известно, фотоэффект послужил основой для многочисленных практических приложений в виде фотоэлементов различного типа, электронно-оптических преобразователей (трубки Хольста) и т. п. Приемники такого рода служат для устройства объективных фотометрических приборов — люксметров, денситометров и т. д. В частности, например, свеленовый фотоэлемент имеет распределение чувствительности по спектру, довольно близкое к тому, которым обладает человеческий глаз. Светофильтром можно без труда устранить все же наблюдаемое между ними различие. Эту задачу разрешила в ГОИ (в лаборатории М. М. Гуревича) Е. К. Пуцейко. Там же С. И. Фрейверт разрабатывал технологический процесс изготовления таких фотоэлементов.

Весьма большая работа по устройству фотоэлементов со вторичной эмиссией проделана в ВЭИ П. В. Тимофеевым. Известностью пользуется также трубка Л. А. Кубецкого. Приборы этого типа как приемники энергии дают в ультрафиолете чувствительность приблизительно на порядок выше всех других.

Делались безуспешные попытки проникнуть с фотоэлементом и в инфракрасную область.

Перед самой войной Физический институт Украинской Академии наук выпустил для этой цели весьма совершенный серно-серебряный фотоэлемент.

14. Фотохимия

В ближайшей родственной связи с фотоэффектом стоят, как мы знаем, явления фотохимии. До революции ими начал заниматься с применением точной физической методики П. П. Лазарев. Свой опыт в этом деле он передал и своей школе в лице Т. К. Молодого и Э. В. Шпольского.

Последние вначале исследовали фотохимическое действие огромных квантов рентгеновых лучей. Впоследствии в работах Э. В. Шпольского и его сотрудников изучено явление фотохимической сенсibilизации и установлены существенные особенности этого явления, когда оно протекает не в газовой фазе, но в растворах. А. И. Рабинович и Я. И. Бокуняк изучали в подобных же условиях явления сенсibilизации — вопрос чрезвычайно важный для фотографии, но до сих пор удовлетворительно не разрешенный.

С другой точки зрения, а именно с точки зрения состояния в растворе красителя-сенсibilизатора, подходил к вопросу перед самой войной Е. А. Никифоров (лаборатория научной фотографии в ГОИ).

Безусловно, более просты и прозрачны условия протекания фотохимических реакций в газовой среде, и наибольшие успехи на первых порах их изучения были одержаны именно здесь. У нас с ними связаны работы А. Н. Теренина, В. Н. Кондратьева и отчасти К. В. Буткова. Мы не будем следить за химической стороной дела; для нас особо интересна физическая методика изучения вопроса.

В газах легко и с огромной (спектроскопической) точностью устанавливаются полосы и их край, и отсюда высчитывается величина кванта, поглощаемого молекулой, и далее — энергия, поступающая в один моль освещаемого вещества. Если далее при образовании новой фазы наблюдается люминесценция, то по ее положению в спектре снова с громадной точностью определяется энергия, идущая на это свечение. В результате получается прекрасная количественная информация и о потреблении, и об остаточной энергии, и об энергии, пошедшей собственно на реакцию. Квантовый закон Эйнштейна «один квант на одну реагирующую молекулу» служит здесь постоянной основой для рассуждения и количественного учета.

Самый характер процессов, промежуточные продукты и кинетика — всё устанавливается соответствующими спектроскопическими аргументами.

Работы А. Н. Теренина начались с 1926 г. с изучения реакции фотодиссоциации галогенных солей металлов — иодистого натрия, иодистого серебра и др. — в парообразном состоянии. Они продолжались как им самим, так им же в сотрудничестве с К. В. Бутковым, отдельно К. В. Бутковым и целым рядом учеников и сотрудников А. Н. Теренина: И. М. Франком, Г. Г. Неуйминым, Н. А. Прилежаевой, Б. В. Поповым, Л. Н. Курбатовым, К. С. Лиликовым. Объекты исследования постепенно усложнялись, задача расширялась; кроме чисто химических целей, исследованию ставились задания проникнуть в глубь вопросов химического строения самых сложных молекул, каковы, например, органические красители. Другой центр подобных работ создан В. Н. Кондратьевым.

На заре фотохимии русский исследователь Т. Гротгус интуитивно сформулировал ее основной закон. В наше время мы можем с полным правом претендовать на одно из первых мест в научной фотохимии, где советские ученые создали самостоятельное, новое и прогрессивное направление и продвинули далеко вперед исследование этой важной области.

15. Фотолюминесценция

Область явлений фотолюминесценций — наиболее близкая к разобранным выше, но исследование ее началось значительно раньше. Нам уже из учебников известно относящееся сюда правило Стокса: длина волны фотолюминесценции всегда больше

длины волны возбуждающего ее света — всегда, кроме тех случаев, когда фотолюминесценция является «антистоксовской». Закон Эйнштейна дает этому и объяснение: один квант возбуждающего излучения дает начало одному кванту фотолюминесценции; лишь сравнительно редко представляется вероятным захват при этом добавочного кванта за счет теплового движения в люминофоре или других источников энергии.

Для газов классические работы Р. Вуда подготовили применение боровских и послеборовских представлений об энергетических уровнях в атомах и молекулах с вероятностями переходов между ними и подсчетом таковых с помощью формулы Больцмана и т. д. Но большинство старых, издавна известных явлений флуоресценции и фосфоресценции разыгрывается в жидких и твердых средах. Здесь рациональную реконструкцию всего здания надо было производить с самого начала; эту задачу взял на себя С. И. Вавилов, а потом — его школа (лаборатории люминесценции ГОИ и ФИАН).

Прежде всего здесь исследуется величина коэффициента выхода вторичной реакции — не всегда легкая задача ввиду трудности измерения возбуждающей коротковолновой энергии. Здесь оказывается действующей неожиданно простая правильность — закон Вавилова: коэффициент выхода, если его считать в квантах на квант, по всему спектру одинаков. Эта закономерность приводит к двум выводам: с одной стороны, она ложится в основу метода измерения ультрафиолетовой радиации по яркости возбуждаемого ею видимого свечения; с другой стороны, она намекает на глубокие причины общего характера, одинаково ограничивающие полезный выход вторичного свечения во всех областях возбуждающего спектра. Для окончательного выяснения вопроса понадобилось знание абсолютного значения выхода фотолюминесценции. Он оказался, вообще говоря, очень высоким и в некоторых случаях отличался от единицы всего на десяток-другой процентов. Это — факт огромного практического значения, лежащий в основе устройства люминесцентного освещения; его роль здесь можно уподобить роли законов черного излучения в устройстве калильного освещения.

Если выход не равен единице, то какие-то причины ограничивают его величину; школа С. И. Вавилова видит эти причины в «ударах второго рода» между частицами люминофора и частицами жидкости. С этой точки зрения понятно, что это «тушение» не зависит от положения в спектре возбуждающей радиации. Очень интересен более сложный случай «концентрационного» тушения при больших концентрациях самого люминофора вследствие особых закономерностей, при этом наблюдаемых.

Наконец, особо интересными представляются явления поляризации флуоресценции и открытые здесь зависимости ее от длины волны.

Сотрудники С. И. Вавилова (А. А. Шнигловский, Б. Я. Свешников, А. Н. Севченко, Э. М. Свердлов, И. А. Хвостиков, П. П. Феофилов в ГОИ; В. Л. Левшин, Л. А. Тумерман в ФИАН, и др.) систематически исследовали спектр люминесценции, ее выход, тушение и поляризацию. Все данные в совокупности и позволили создать ту стройную картину явлений, которую здесь мы могли только набросать.

Упомянем в заключение большие оборонные применения наших знаний о фотолюминесценции, а также многочисленные практические рецепты, явившиеся результатом ее изучения.

16. Глаз и зрение

Советские исследователи работали еще над одной областью оптики — оптикой глазной и очковой. Коррекция зрения — фактор громадного экономического значения, поскольку им достигается повышение работоспособности такого огромного круга лиц и в такой степени для каждого, что общий достигаемый эффект не поддается даже приблизительному учету. Следует отметить большую пропагандистскую работу, проведенную в этом направлении Л. Н. Гассовским (лаборатория физиологической оптики ГОИ).

Глаз изучался в Советском Союзе не только с точки зрения его коррекции, но и во многих других отношениях. Одним из пионеров этого изучения явился П. П. Лазарев, в школе которого с точки зрения развитой им понной теории нервного возбуждения изучались разнообразные вопросы чувствительности глаза, его адаптации и т. д.

В дальнейшем наметились различные направления в изучении глаза: по стереоскопическому зрению, по утомлению глаза, по цветной чувствительности, аномалоскопии и т. п.; по зависимости остроты различения от угловых размеров объекта, его яркости и контраста. Эти работы сосредоточены были в нескольких центрах: в лабораториях Н. Т. Федорова и С. В. Кравкова; в ГОИ — в фотометрической лаборатории (Г. Н. Раутиан), в колориметрической лаборатории (А. И. Демкина), в лаборатории физиологической оптики (Л. Н. Гассовский, В. Г. Самсонова, Н. И. Пинегин). Н. И. Пинегину принадлежит прекрасная работа о чувствительности глаза в областях спектра, пограничных с видимой.

17. Атмосферная оптика и актиометрия

Нам остается коснуться работ по атмосферной оптике и актиометрии. В особенности актиометрии «повезло» уже в дореволюционной России: значительные работы по определению солнечной радиации принадлежат О. Д. Хвольсону; практический актиометр, принятый в международном масштабе, построен

В. А. Михельсоном. Обширные работы по записи прямой и рассеянной радиации и других явлений проведены на Павловской обсерватории С. И. Савиновым. Позднее, вплоть до настоящего времени, они велись в еще более широком масштабе Н. Н. Калитиним.

В последние годы в связи с нуждами различных ведомств, а в особенности флота и авиации, усиленный интерес вызвал вопрос о «видимости». Попытки более точно определить это понятие и установить способы его практического измерения весьма многочисленны. Прежде обходились для этого так называемым «фильтром видимости» по Виганду; у нас он был построен К. А. Вентманом. Ныне имеется ряд приборов, предложенных для этой цели В. А. Фаасом, Н. Э. Ритынем и др. Среди них назовем «дымкомер» В. В. Шаронова.

Разрешение задач, выдвигаемых в этой области практикой, наталкивается на далеко недостаточную теоретическую изученность явлений мутности атмосферы.

Выдающееся значение имеют работы Е. С. Кузнецова и В. А. Амбарцумяна, в которых впервые достаточно строго сформулирована и решена для ряда частных случаев задача о распространении света в мутной среде, а также развита теория негоризонтальной видимости.

Из более ранних работ следует назвать ряд статей Г. И. Покровского и И. И. Тихановского, который, между прочим, интересовался вопросами поляризации и случаем анизотропных молекул. Вопросами рассеяния света в верхних слоях атмосферы (в условиях сумерек) и разработкой оптических методов исследования их строения занимались В. Г. Фесенков и И. А. Хвостиков.

Ряд работ советских ученых посвящен вопросу о роли вторичного рассеяния и о реальной индикатрисе рассеяния (В. Г. Фесенков).

Аналогичные вопросы оптики моря успешно разрабатывал В. В. Шулейкин.

Очень интересные результаты получены С. Ф. Родионовым, который изучал ультрафиолетовую, наиболее рассеиваемую радиацию, а также проблему атмосферного озона.

В. Г. Фесенковым и И. А. Хвостиковым проведен ряд работ по исследованию свечения ночного неба, внесших много существенного в понимание этого сложного и трудно поддающегося изучению явления.

Ныне подобные работы сосредоточены в Геофизическом институте Академии наук СССР (лаборатории И. А. Хвостикова) и Институте астрономии и физики Академии наук Казахской ССР (В. Г. Фесенков).

Укажем еще на ряд практических вопросов и приложений в области солнечной радиации. Б. П. Вейнберг и В. Б. Вейнберг разрабатывали гелиотехнические конструкции; А. М. Титов писал

о наилучших способах улавливания при этом энергии; Д. А. Федоров (Агрофизический институт) указывал известные органические пленки, которые, если ими заменять стекло парников, значительно повышают действие последних.

18. Оптическая литература

В последнем разделе нашего обзора скажем несколько слов о литературе по оптике.

В дореволюционное время мы имели замечательное для своих дней (90-е годы) «Введение в акустику и оптику» А. Г. Столетова. Теперь оно, конечно, безнадежно устарело. Значительный вклад в педагогическую литературу представлял оптический том курса О. Д. Хвольсона, но с кончиной последнего курса не подвергался ни переработке, ни переизданию.

Все, что выходило за рамки этих книг, надо было черпать из заграничных источников. Рынок не предъявлял спроса, а потому даже часть русских физиков печатала свои произведения за границей. Таков, например, краткий, но очень интересный томик «Дисперсии» Д. А. Гольдгаммера.

Дело резко меняется после революции.

За эти годы вышли в русском переводе такие фундаментальные книги, как «Оптика» П. Друде, «Физическая оптика» Р. Вуда, оптический том «Теоретической физики» К. Шефера, курсы оптики М. Борна и А. Шустера. Из русских оригинальных курсов имеются новые книги Д. А. Рожанского [7], переработанный закон оптический том «Физики» В. А. Михельсона [8] и совершенно современный университетский курс Г. С. Ландсберга [9]. Наконец, имеется и теоретический курс — «Электромагнитная теория света» В. К. Фредерикса.

Имеется два фундаментальных курса теории оптических приборов (А. И. Тудоровского) и их расчета (Г. Г. Слюсарева). По спектроскопии имеется курс А. Н. Теренина, по ее технике — С. Э. Фриша, по спектральному анализу — А. Н. Филиппова и С. Л. Мандельштама. По фотографии вышли обширные курсы К. В. Чибисова, Я. М. Катушева и В. И. Шеберстова, а также перевод Е. Ангерера. По фотометрии и пирометрии — переводные книги Ш. Фабри и Г. Рибо. Кроме того, издан ряд отечественных и переводных монографий по различным специальным вопросам.

* * *

Позволим себе ограничиться этими главными указаниями.

Нам кажется, что наш далеко не полный очерк дал некоторое понятие о делах советской оптики. Пожелаем ей иметь возмож-

ность сказать и свое слово. Мы имеем в виду назревшую потребность в специальном журнале для оптики [10].

Нам хотелось бы, чтобы среди разнообразных зарубежных оптических журналов наш советский журнал сказал это свое слово по-новому: нам кажется, что объединение в одном органе вопросов науки и техники, лабораторного и производственного опыта, теории, расчета и «станка» было бы таким новым словом, звучащим по-советски.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЧЕНЫЕ-ФИЗИКИ КОНЦА XIX И ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX В.

ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ П. Н. ЛЕБЕДЕВА [1]

24 февраля (старого стиля) 1866 г. в Москве в семье торгового служащего Николая Всеволодовича Лебедева и его жены Анны Петровны (урожденной Жуковой) произошло радостное событие: у них родился сын и наследник, в будущем знаменитый физик Петр Николаевич Лебедев.

Супруги были еще очень молоды: отцу было 26 лет, а матери — 23 года. У них уже была одна дочь, впоследствии реальная хранительница и собирательница наследия своего знаменитого брата. После Петра родилась еще дочь Вера, умершая в молодом возрасте. В семье было много дядей и теток как с отцовской, так и с материнской стороны. Заслуживает внимания Елизавета Всеволодовна, которая жила в семье и воспитывала детей, учила их грамоте.

Когда пишешь биографию великого человека, жадно ищешь с самых ранних лет всяких подробностей, которые бы объяснили последующий рост этого человека. Однако в семье Лебедевых мы не находим таких черт. Это была типичная семья торгового служащего средней руки. Отец служил доверенным в известной в те годы московской фирме чаепромышленцев Боткиных и, по-видимому, создал себе здесь влиятельное положение уже довольно рано. Он выделялся своей энергией и горячей любовью к делу. Впоследствии 25-летний Лебедев писал о нем своей матери: «Одно, что я знаю и за что я ручаюсь, что если меня пустят работать, так я так буду работать, как ни один каторжник, — это я наследовал от папы, — и страстно, до болезненности, любить свое дело... Там, где ты меньше всего ожидала, ты найдешь сходство между мной и покойным папой».¹

¹ В письме от 24 мая 1891 г. [2].

Торговое дело в глазах Лебедева-отца было окружено некоторым ореолом; в таком же убеждении пребывала вся семья, в том числе и молодой Лебедев. В своем первом письме к отцу восьмилетний мальчик пишет: «Милый мой папа, здоров ли ты и хорошо ли ты торгуешь?». Дело в том, что Лебедев-отец ежегодно уезжал на Нижегородскую ярмарку по делам фирмы, и этому обстоятельству мы обязаны очень многими письмами, освещающими отношения между отцом и сыном в 1874 по 1886 г.

Из наших личных воспоминаний о разговорах с Петром Николаевичем мы знаем, что торговые дела его отца протекали, что называется, с переменным успехом. Чайное дело того времени было связано с большим риском, напоминающим биржевую игру. Отец Лебедева, по-видимому, участвовал в некоторой степени в прибылях фирмы Боткиных, но считал себя обязанным отвечать и за убытки, которые она несла при неудачных оптовых сделках. Вследствие этого родители Лебедева несколько раз на протяжении его юности богатели и разорялись. Но в 1887 г., к моменту смерти отца, у семьи во владении оказались собственный дом на Маросейке и около 100 тысяч рублей наличными деньгами. Такие средства в то время давали возможность безбедного существования.

Если Лебедев унаследовал от своего отца его страстность в работе, то от него же, к сожалению, он унаследовал и сердечную болезнь, которая свела их в могилу — одного в 47, другого в 46 лет.

Что касается матери, то, кроме того, что она сумела внушить своему сыну чувство самой горячей сыновней любви, мы знаем о ней очень мало. Он постоянно писал ей о всех своих переживаниях; в наших руках имеется около 200 писем молодого Лебедева своей горячо любимой матери. В письме от 23 июля 1891 г. он шуточно писал ей: «Если когда-нибудь мне поставят памятник, то твоё имя и бюст будут стоять рядом с моим».

Из переписки с родными мы узнаем, что в раннем детстве Лебедева семья его жила в Петроверигском переулке, на Маросейке, в доме Боткиных, а затем перешла в собственный дом на Маросейке же, на углу того же Петроверигского переулка. Там впоследствии помещалась электротехническая фирма Кольбе. Летом все переезжали на дачу в Сокольниках.

В доме Лебедевых постоянно служила гувернантка. Дети были окружены заботой, им не отказывали в увеселениях. У юности Лебедева была собственная лодка и верховые лошади. По-видимому, отец баловал сына не просто из побуждения отцовской любви, но намеренно приучал его привычки к легкой жизни и довольству. Это было для него способом заставить сына избрать ту же торговую карьеру. По рассказам Петра Николаевича, именно эта аргументация применялась отцом впоследствии, когда у него

возник с сыном конфликт по вопросу о дальнейшей карьере последнего, но это было значительно позже — уже в 1886 г.

Семья Боткиных была далеко незаурядная и дала ряд замечательных деятелей: Василия Петровича Боткина — известного либерального писателя, публициста и критика, сотрудника «Отечественных записок», «Современника» и других популярных литературных журналов того времени, Сергея Петровича — выдающегося врача-терапевта, ученого-материалиста и крупного общественного деятеля, профессора Военно-медицинской академии [1], Михаила Петровича — живописца и гравера, в конце своей жизни академика.

В письмах и дневниках Лебедева в это время часто мелькают имена Володи Шульца, Коли Кочетова и Саши Эйхенвальда.

Володя (Владимир Николаевич) Шульц — впоследствии провинциальный антрепренер, член большой артистической семьи, очевидно, должен был повлиять на своего товарища в смысле приобщения его к артистическим интересам. Но артиста из Петра Николаевича не вышло, а с семьей Шульца он рассорился из-за не совсем счастливого брака его младшей сестры Веры с Владимиром Николаевичем.

Коля (Николай Разумникович) Кочетов — сын весьма известной в свое время певицы, а потом профессора пения Московской консерватории Александры Дормидонтовны Александровой-Кочетовой, сам музыкант, автор оперы «Ася», в то же время весьма квалифицированный астроном-любитель. Тут можно усмотреть скорее обратное влияние на Кочетова его приятелей, увлекавшихся вопросами техники и точных наук.

Наконец, особо следует остановиться на третьем приятеле Петра Николаевича — Александре Александровиче Эйхенвальде. Он тоже из артистической семьи. Отец — художник-фотограф, мать — профессор консерватории по арфе и первая арфа оркестра Большого театра. В семье Эйхенвальдов было десять детей: трое сыновей и семь дочерей. Кроме старшего, Александра Александровича, и сравнительно рано умершего художника-архитектора Николая Александровича, был Антон Александрович — музыкант и дирижер, впоследствии народный артист Башкирской АССР. Из сестер вышло три певицы столичных и провинциальных сцен. Однако влияние А. А. Эйхенвальда должно было быть не столько художественным, сколько научным. Крупный инженер, а затем еще более крупный ученый-физик, он, несомненно, разделял научно-технические интересы своего более молодого (на четыре года) товарища. Мы полагаем, что влияние здесь было взаимное.

Как видно из переписки и дневников Петра Николаевича, особую роль в его жизни сыграл знакомый их семье инженерный офицер Александр Николаевич Бехнев, воспитанник Кронштадтской офицерской электротехнической школы — весьма почтенного учреждения, воспитавшего ряд выдающихся деятелей электротех-

ники. Он показал мальчику Лебедеву несколько простых опытов по электричеству и этим пленил его, можно сказать, навек. Сам Лебедев охотно признавал эту роль Бекнева и писал ему, например, уже в 1896 г. [4]: «До сих пор мне жив и памятен тот колоссальный переворот во всем моем мировоззрении, который Вы произвели Вашей электрической машиной из пластины стекла с подушкой из офицерской перчатки». И далее: «Помню я, как Ваша импровизированная машина и обрадовала и смутила меня. Мне было тяжело и странно расставаться с мыслью, что то электричество, о котором говорит Малинин,² есть нечто простое и дешевое и не есть нечто священное, что можно добыть только дорогими, блестящими приборами при торжественной обстановке физического кабинета. Это было для меня разочарованием. Оно подрывало стройность курса Малинина. Само собой разумеется, что вслед за разочарованием наступил поворот на новую дорогу, на самостоятельное конструкторство, на осуществление моих идеалов и замыслов теми простыми средствами, которые были у меня под руками. Я легко перешагнул стадию повторения чужих опытов и сразу принялся за самостоятельную работу».

Одной из первых таких работ было изобретение Петром Николаевичем в 1882 г. «автоматического регулятора движения по однопутной электрической железной дороге». Этот свой проект он послал на суждение того же Бекнева. До нас дошел ответ, написанный 24 ноября 1882 г., — первое «входящее» письмо в научной корреспонденции Лебедева (ему в это время было 16 лет с небольшим). Вот как Бекнев аттестовал его изобретение: «Топк направлены совершенно верно; время перерыва и замыкания тока рассчитано хорошо. Непонятно, почему магнит М-3 должен намагничиваться при помощи вагончика в „а“. Ахиллесова пята устраняема. . . В довершение всего прибавлю, что не ожидал, признаться, от Вас такого быстрого движения в этой области и такого внимательного отношения к предмету».

В следующем письме, от 19 декабря того же 1882 г., Бекнев был настроен к 16-летнему изобретателю уже несколько строже. «Вы хотите выступить за плату в печати. . . батюшка мой, нельзя тип да лая и корабль. . . А что на все это говорят Ваши папаша и мамаша? Не советую упускать это из вида. Если Ваши ничего не имеют против нашей переписки, то жду с большим интересом от Вас нового письма».

А вот отрывок из дневника Лебедева от 1 февраля 1883 г.: «Пишу статью для „Электричества“ [о распределителе — Т. К.] и хочу послать ее к А. Н. Бекневу, чтобы он ее просмотрел».

² Здесь П. Н. Лебедев имеет в виду учебники того времени известного русского педагога XIX в., директора Московского учительского института Александра Федоровича Малинина: «Руководство к физике для гимназий» (М., 1868; 8-е изд., 1887), «Начальные основания физики для городских училищ и учительских семинарий» (М., 1875; 5-е изд., 1891).

К моему величайшему огорчению, чувствую несостоятельность моего проекта. Если данная линия не в действии и на ее разъезды въезжают сразу с двух разъездов, то, увы, столкновение. Вообще это на меня произвело неприятное впечатление».

С десяти лет мальчика Лебедева отдают в школу, выбирая для этого известное в свое время коммерческое училище «Peter-Paul-Schule». Мало интересного мы находим в записях Лебедева об этом училище, где ему пришлось учиться с молодежью, принадлежащей к крупной и средней немецкой буржуазии Москвы. Никто из учителей, по-видимому, не произвел на него большого впечатления. Не сблизился он также ни с кем из своих товарищей. Учился он, по-видимому, неважно, так как в письме к отцу описывает, между прочим, свою переэкзаменовку. Впрочем, к концу своего пребывания в училище он был допущен в физический кабинет училища, в котором помогал учителю держать приборы в порядке и подготавливать их к демонстрации на уроках.

В 1883 г. Лебедев окончательно увлекается электротехникой и изобретательством. Он решает сделаться инженером и для этого поступить в императорское Московское техническое училище (ныне МВТУ им. Н. Э. Баумана). Но коммерческое училище, в котором он учился, не давало права на поступление в высшую школу. Вследствие этого он упрямивает своего отца разрешить ему перейти в реальное училище Хайновского. Об этом учебном заведении Лебедев вынес кошмарные воспоминания, напоминающие о нравах «Бурсы» Помыловского. Несмотря на предложение матери приглашать кого-нибудь из товарищей к себе, он предпочел обойтись без естественных товарищеских отношений, мотивируя это тем, что тамошних учеников он не может ввести в дом, где находятся его сестры.

В коммерческом училище Лебедев получил великолепное знание немецкого языка. Другие языки были в некотором загоне, и в своих письмах к матери из Страсбурга Лебедев не раз жаловался на плохое знание французского языка. Впрочем, он, по-видимому, предъявлял к этим знаниям несколько преувеличенные требования. Присутствовавший на его знаменитом докладе в Париже [5] покойный профессор А. В. Цингер рассказывал, что доклад был сделан на очень гладком французском языке и только раз оратор запнулся, забывши, как по-французски плотность, и вместо «densité» сказал по-немецки «Dichte».

Техническая карьера далась Лебедеву нелегко. И его личные рассказы, и записи в дневниках говорят об упорной борьбе за нее с отцом. Так, в дневнике 1 февраля 1883 г. он пишет: «Мое постоянство по отношению к моему изобретению очень удивляет папу. Очевидно, ему хотелось бы, чтобы я кидался от одного к другому, и тогда, может быть, я изменю мое желание сделаться инженером». И далее: «Могильным холодом обдает меня при одной мысли о той карьере, к которой меня готовят, — неизвестное

число лет сидеть в душной конторе на высоком табурете над раскрытыми фоллиантами, механически переписывать буквы или цифры с одной бумаги на другую. И так всю жизнь. Убить в себе все таланты, все наклонности».

8 марта того же года он вновь записывает: «Меня хотят силой направить туда, куда я совсем не похую. Опасно. Вправляя, можно связки разорвать. Как и что мне делать, как поступить? Я этого не знаю и подожду, оно само ко мне приступит, тогда я начну гнуть в одну сторону, а там — „либо паи, либо пропал“, а если „пропал“, то навсегда и безвозвратно».

24 марта 1883 г. он записывает: «Сегодня был очень интересный разговор о моем будущем. Папа, конечно, стоит за то, чтобы я шел на торговую дорогу, но я, конечно, объявил мое желание. Папа говорил о том, что в случае, если он скоро умрет, я стоял бы на твердой почве. Далее говорил о крайне тяжелой разлуке и материальной невыгоде технической деятельности».

В рассказах Петра Николаевича этот разговор звучал несколько колоритней. Отец говорил: «Если ты пойдешь на торговую дорогу, будешь жить так, как теперь, я даже лучше; если нет, достатки будут совсем другие, и чтобы приучить тебя к более скромной жизни, я должен буду урезать и теперь твои расходы». А молодой «ренегат» с гордостью отвечал: «Ну, что же, буду есть колбасу [более тяжелые перспективы не приходили ему в голову. — Т. К.], а все-таки буду заниматься техникой».

Наконец, в записи, датированной 15 июня 1883 г., читаем: «Опять я начинаю вести мой дневник с более спокойным сердцем, чем прежде, так как теперь моя техническая карьера решена».

Петр Николаевич поступил на подготовительные курсы некоего Егера, где и готовился к вступительным экзаменам. Между прочим, дело двигалось слабо, и 7 июля 1883 г. он записывает: «Как я успел заметить по преподаванию, мне не поступить в техническое училище, так как я слишком мало подготовлен».

Затем ряд записей говорит о всяких увеселениях, которым талантливый юноша неумеренно предавался, забывши о своих суровых обетах насчет «колбасы». Удовольствия — чрезвычайно невинные, так как Петр Николаевич был необыкновенно чистым юношей, — повлекли за собой катастрофу: когда наступило время экзаменов, знания Лебеден оказались на таком уровне, что об экзаменах нечего было и думать.

Вообще из всего последующего мы, несомненно, должны прийти к заключению, что в это время юноша Лебеден был типичное балованное дитя купеческого дома со вкусами и навыками, соответствующими его среде и происхождению. Привычки к труду он не имел, необходимости труда, по-видимому, тоже не сознавал; к знаниям средней школы относился свысока и надеялся обойтись в жизни без них. Несмотря на свои огромные способности, он не мог заставить себя надлежащим образом подготовиться к вступитель-

тельными экзаменам в техническое училище и через год приготовления он уже не надеялся на собственные силы. Пользовался услугами подготовительных курсов и все же не сумел добиться успеха. Вот что он пишет отцу в письме от 18 августа 1884 г.:

«Вступительные экзамены начались у меня письменным экзаменом по математике. Этот экзамен сошел у меня плохо: задачу алгебры я совсем не решил, а задачи по геометрии и тригонометрии не окончил. . . . Начался экзамен. Через 4 часа — г. Лебедев, пожалуйста к Михайловскому». Так как на то, как там спрашивают, я не был душевно подготовлен, то сразу мне представился провал, и я таким порядком струсил. Наконец, Михайловский даст мне задачу, которую я не могу решить. Я представился, что мне дурно, но думал, что Михайловский меня не отпустит, но он очень любезно отложил экзамен еще на час, а сам ушел завтракать. Я тем временем отправился к Аристову и попросил отложить экзамен на понедельник 20-го, ссылаясь на мое нездоровье. Он тотчас же передал меня на освидетельствование доктору, который нашел во мне жар и отпустил домой, перенеся экзамен на 20-е августа. Что будет в понедельник — не знаю».

Из другого письма видно, что для поступления в училище пришлось прибегнуть через посредство знакомого отцу председателя Общества приказчиков Москвы В. И. Каменского к протекции московского генерал-губернатора князя В. А. Долгорукова. Плохое начало технической карьеры для человека, страстно о ней мечтавшего.

Нам кажется, что судьба готовила П. Н. Лебедеву незавидное будущее типичного рядового изобретателя, и особым счастьем для него оказывалась случившаяся с ним на этом пути, с его точки зрения, большая беда, которая открыла ему глаза на его истинное призвание и на путь, которым нужно следовать, для того чтобы добиться цели.

Придется несколько подробнее остановиться на изобретательской деятельности П. Н. Лебедева. Об одном изобретении (об автоматической блокировке разъездов) мы говорили выше. Скажем еще об одном-двух.

В письме к отцу от 5 августа 1885 г. Лебедев пишет о своих попытках построить так называемый угольный элемент, т. е. такой элемент, у которого уголь был бы катодом. Вступая в реакцию, скажем, окисляясь, уголь отдавал бы свою химическую энергию в виде электричества. Задача эта не новая, познакомиться с ней Лебедев мог по статье В. Н. Чиколева в журнале «Электричество». Молодой изобретатель стремится решить ее довольно оригинальным путем. Вместо угля он пробует сделать полюсом какое-нибудь горючее соединение его, например нефтяные остатки, но последние, как известно, не проводят тока. И этому Лебедев стремится помочь тем, что подмешивает к нефтяным остаткам какую-нибудь проводящую примесь. Решение — явно неудачное. Теперь вся-

кий электрохимик скажет, что тогда катодом будет служить не нефть-растворитель, а подмешанное к ней вещество, и, таким образом, задача создания угольного элемента останется совершенно в стороне.

Другая задача, которую решал Лебедев, — это создание униполярной машины — машины без самой дорогой части современного динамо, без так называемого коллектора. Этой задачей Лебедев интересовался в течение ряда лет, строил и сам заказывал в мастерских модели разных размеров и в конце концов соблазнил на это дело известного в Москве владельца механического завода — Густава Листа. Юноша думал, что его изобретение сразу обратит на него внимание, сделает, можно сказать, знаменитым, а может быть, и богатым. Он надеялся продать изобретение какой-нибудь большой фирме вроде Сименса. Однако все дело кончилось неудачей: машина не пошла, т. е. не дала тока. Сам Лебедев впоследствии писал А. Н. Беклеву [8]: «Я не знаю, знали ли Вы о моих униполярных динамомашинках, которые я изобретал, будучи учеником реального училища, но не могу не упомянуть одного „дорогого“ курьеза: я измыслил на основании существовавших тогда теорий такую, и сейчас скажу — остроумную, машину, что директор завода Густава Листа предложил мне без промедления выстроить машинку на 40 лошадиных сил; я сделал все чертежи, машинку отлили, сделали (штука вышла в 40 пудов), — и ток не пошел. С этого капитального фиаско началась моя экспериментаторская деятельность; но этот злополучный опыт, который почти стер меня в порошок, не давал мне покоя, покуда я не нашел физической причины, его обуславливавшей. Это коренным образом перевернуло мои представления о магнетизме и дало им ту форму, которую я впоследствии за границей узнал у английских авторов.

Очень может быть, что мой первый дебют в электротехнической изобретательности мог кончиться благополучно и большим эффектом, что, конечно, заставило бы меня стать на другие рельсы, и потом вряд ли я мог бы перейти на научную работу. Но несчастье с машинкой повлекло очень упорную и разностороннюю работу мысли над причиной явления, я мало-помалу от технических применений перешел к самим явлениям — и у меня стали копиться мысли о том, каким образом мне иллюстрировать основы моей магнитной теории на опыте. Я, сам того не замечая, перешел из техники в ученую сферу».

Как видно из этого письма, Петр Николаевич перенес свою неудачу чрезвычайно тяжело. Признать себя неудачником на самых ранних стадиях развития изобретательской работы ему не позволило законное самолюбие. Кажется, здесь в нем зародилось сомнение в том, что можно путем одного таланта, без упорного труда достигнуть успеха в какой бы то ни было деятельности. Молодому Лебедеву пришлось много потрудиться над тем, чтобы изжить свою самонадеянность и прийти к тому убеждению, которое он впоследствии настойчиво преподавал своим ученикам:

«Если вы талантливый и будете много работать, вы сделаете много дела; если вы не талантливый и будете работать, все-таки кое-что достигнете; но если вы талантливый и будете работать мало, то вы не сделаете ничего».²

В 1887 г. Лебедев стал совершеннолетним. Как раз в это время умер его отец. К тому же Лебедеву пришлось поплатиться инженерной службой у Листа за расходы, понесенные последним при неудачной постройке униполярной машины. Однако к этому времени новые наклонности Петра Николаевича уже вполне определились: из изобретателя он делается исследователем. Если и раньше он обращался к А. Г. Столетову — тогдашнему славному руководителю кафедры физики в Московском университете — с просьбой допустить его к работе в физическом отделе Политехнического музея,³ то теперь он еще студентом Московского технического училища делает свою первую научную работу под руководством тогдашнего преподавателя В. С. Щегляева.

Эта работа никогда не была напечатана; по-видимому, сам Петр Николаевич впоследствии считал ее недостойной своего имени. Работа была посвящена проверке теории Эдлунда, по которой электрический ток является движением по проводнику эфира. Если так, то мы вправе ожидать известных инерционных явлений при замыкании и размыкании тока. Петр Николаевич ищет эти явления и находит отрицательный результат, который, по-видимому, и остановил публикацию Лебедева. Мы знаем, что положительный результат всегда имеет окончательный характер, а отрицательный доказывает только одно, а именно, что с примененными средствами еще не удалось достигнуть желаемого.⁵

В это же время созрела мысль П. Н. Лебедева бросить техническое училище и уехать учиться настоящей науке за границу. Он остановился на Страсбурге — мы не знаем почему, вернее всего, что этот город подсказал ему его учитель В. С. Щегляев, который сам некоторое время работал в Физическом институте Страсбургского университета под руководством Августа Кундта — будущего учителя П. Н. Лебедева.

В сентябре 1887 г. Лебедев уезжает за границу, и с этого времени начинается новый, страсбургский, период его жизни [8].

² В своих воспоминаниях о П. Н. Лебедеве А. В. Амфитеатров («Повесть о прекрасном юноше») в смешных чертах описывает волнения Лебедева при постигшей его неудаче. Впоследствии и сам П. Н. Лебедев рассказывал о ней в шуточных тонках. Однако дневники его, рассказы баяники и цитируемое письмо к А. Н. Бенкневу показывают, какое огромное значение она имела для П. Н. Лебедева.

³ Об этом мы находим запись в дневнике П. Н. Лебедева. А. Г. Столетов отказал Лебедеву в его просьбе по формальным основаниям: музей не был предназначен для научных исследований [7].

⁵ Можно утверждать, что ныне как раз подобные инерционные явления констатированы в работах Толмена.

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И ЕГО ТВОРЧЕСТВО [1]

П. Н. Лебеву принадлежит особое место в истории русской науки. Мы знаем немало славных имен русских ученых, в частности и физиков, снискавших себе своими трудами мировое признание. Чтобы не уходить воспоминаниями в слишком далекое прошлое, назовем здесь имена Э. Х. Ленца, Б. С. Якоби, Г. И. Гесса, А. Г. Столетова, М. П. Авенарнуса, бывших предшественниками П. Н. Лебедева во второй половине XIX в.

Однако ни один из названных ученых не ставил перед собой той ответственной задачи, которую поставил и блестяще разрешил П. Н. Лебев: создать на русской почве, без помощи иноземцев, национальную школу физиков-экспериментаторов, сделать ненужным путешествие для учения «в немцы», организовать коллективную работу на насущные научные темы — все это значило организовать свой, русский мировой центр передовой науки. Громкими успехами П. Н. Лебедева на этом почетном поприще ознаменовано все первое десятилетие нашего века — славные годы работы московской школы физиков под его руководством.

Познакомимся с научным творчеством П. Н. Лебедева, поскольку оно нашло отражение в его печатной продукции. Петр Николаевич был большим мастером стиля — одинаково на русском и на немецком языках — и притом стиля в высшей степени лаконического. Не следует обманываться небольшим объемом его сочинений: в них порой одна строчка соответствует многим дням работы и размышлений. Все написанное им отмечает определенную дату в развитии его мыслей, а потому он написал сравнительно немного даже для того небольшого срока творчества, который отвела ему судьба.

Насколько это творчество было значительно, видно из того хотя бы, как откликалась на него научная общественность всего мира: научные журналы разных стран перепечатывали многие из его работ в переводах на свои языки. Но главным текстом

у П. Н. Лебедева, кроме русского, был всегда немецкий, а из немецких журналов он печатал свои статьи главным образом в «*Annalen der Physik*», который в первое десятилетие XX в. был ведущим физическим журналом во всем мире.¹ На русском языке тогда существовал только один специально физический журнал — «Журнал Русского физико-химического общества. Физический отдел». Там и появлялись статьи Петра Николаевича. Лучшим популярным журналом по физике был журнал «Физическое обозрение», издававшийся П. А. Зильовым сначала в Варшаве, где он был профессором университета, а затем — в Киеве, куда он был назначен попечителем учебного округа. Впоследствии журнал перешел, оставаясь в Киеве, к профессору Г. Г. Де-Метцу. Здесь помещены многие из популярных статей П. Н. Лебедева.

Первой печатной работой П. Н. Лебедева была его немецкая докторская диссертация «Об измерении диэлектрических постоянных паров и о теории диэлектриков Москотти—Клаузиуса». Докторские диссертации в Германии должны были быть представлены в печатном виде; расходы по печатанию ложились на доктора. Авторы наилучших диссертаций избегали этих расходов таким образом, что пристраивали свои диссертации в какой-либо физический журнал, а необходимое количество экземпляров диссертации получали в виде отдельных оттисков, что стоило сравнительно очень дешево. В конце диссертации по положению печаталась «*Vita*» — краткое жизнеописание автора.

Такой путь удалось осуществить и Петру Николаевичу: его работа была принята в «*Annalen der Physik*». Существуют отдельные оттиски этого труда как с жизнеописанием автора, так и обычные — без жизнеописания. По-русски статья в то время не появлялась и в первый раз напечатана по-русски уже после смерти автора в первом полном собрании его сочинений (1913) [2]. Петр Николаевич не особенно любил эту работу, так как она не отвечала его вкусу, изощренному на рекордно трудных темах. У других физиков она встретила добрый прием и была отмечена большим количеством упоминаний в реферативных журналах.

Впоследствии, уже под конец жизни Петра Николаевича, тема о диэлектрической постоянной снова начала интересовать его, и он дал ее как специальную задачу одному из своих учеников — Г. Б. Порту, который и довел ее до конца [3]. Напечатана она была уже после смерти П. Н. Лебедева, в 1913 г.

Существует любопытная переписка между Петром Николаевичем и его страсбургским приятелем Б. Б. Голицыным [4]. Последний спрашивает Лебедева, будет ли он проверять в своей работе максвелловское соотношение между диэлектрической постоянной и

¹ На втором месте стоял тогда английский журнал «*Philosophical Magazine*», который также будет встречаться у нас в дальнейшем.

показателем преломления. На этот вопрос Лебедев отвечает отрицательно и объясняет, почему: более совершенная теория указывает, что здесь под показателем преломления нужно понимать величину, относящуюся к самым длинным волнам спектра — к электрическим. Молодой автор, очевидно, хорошо усвоил новую тогда теорию аномальной дисперсии, прослушанную им в Берлине на лекциях создателя этой теории Гельмгольца.

Вторая работа П. Н. Лебедева была его первой работой, исполненной не по заданию, а по собственному замыслу; она посвящена световому давлению на малые по размеру тела (шарики) в космическом пространстве. Автор с хорошей прозорливостью усмотрел, что наряду с притяжением такого шарика Солнцем это притяжение пропорционально объему тела, т. е. третьей степени его радиуса, — при малом размере тела сделается заметным отталкивательное действие солнечной радиации; последнее будет пропорционально поверхности шарика, т. е. второй степени радиуса. Это значит, что отталкивание будет при уменьшении размеров шарика падать медленнее притяжения; при некотором значении радиуса — с ним сравняется, а потом его и превзойдет.

Работа эта вынашивалась автором в течение продолжительного времени, отмечается и в его дневниках, и в письмах к родным. Сначала она была направлена на объяснение межмолекулярных сил, а свое окончательное оформление приобрела лишь позже. Она служила темой последнего выступления Лебедева (уже доктора) на прощальном заседании коллоквиума (семинара) профессора Кольрауша в Страсбурге и сопровождалась изложением программы дальнейших работ докладчика.

Программа эта сохранялась в виде черновой записи. В дальнейшем Петр Николаевич ей точно следовал и сделал ее делом своей научной жизни. Она изложена в виде введения к докторской диссертации (русской) «Экспериментальное исследование ponderomotorного действия волн на резонаторы» (см. далее). Интересно, что Лебедев, уже самостоятельный ученый, отступив от этой программы [⁵] для работы о коротких электрических волнах, чувствовал по этому поводу некоторые угрызения совести и в письме к своему бывшему учителю Кольраушу приносил что-то вроде извинения. . . Работа Лебедева была опубликована сначала на русском языке в «Трудах Отделения физических наук Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии». Это Отделение было в 90-х годах прошлого века единственным местом общения физиков — под председательством сначала А. Г. Столетова, а потом — Н. Е. Жуковского. Петр Николаевич после своего переезда в Москву принял в нем деятельное участие (вместе с тем же Б. Б. Голицыным). Один из его первых докладов и был посвящен его тогдашней главной теме, а затем, естественным образом, попал в вышеуказанные «Труды». В следующем, 1892 г. он напечатан по-немецки в «Annalen der Physik» и пере-

печатан английским «Philosophical Magazine». Эта работа положила основу всемирной известности молодого Лебедева и вниманию, с которым встречались все последующие его публикации. [6]

В том же году появилась обзорная статья П. Н. Лебедева «О движении звезд по спектроскопическим исследованиям». Это — речь, произнесенная на публичном заседании того же Общества любителей естествознания. Лебедев выступал здесь в компании с Б. Б. Голицыным. Речь напечатана в тех же «Трудах» [7]. Сейчас она представляется нам чрезмерно популярной, но в то, теперь уже далекое время оперировала самыми последними достижениями тогдашней передовой науки. Она отражает постоянный интерес Лебедева к вопросам спектрального анализа; несколько позже он читал в Московском университете имевший большой успех специальный курс на эту тему.

Одновременно Петр Николаевич обращается к своей теме, стоящей на первом месте его программы, — к механическому действию волн на резонаторы. Вот что он пишет в упомянутом уже предисловии к своей русской докторской диссертации: «Непосредственно и притом в достаточно простой форме экспериментально исследовать действие света на отдельные молекулы какого-либо тела не представляется возможности, а потому я обратился к опытам с длинными электромагнитными волнами Герца, заставляя их действовать на схематическую „молекулу“, которая обладает интересующими нас свойствами иметь собственный период колебания... резонатор». Эта первая часть исследования (электромагнитные волны) появилась на свет в «Annalen der Physik» в 1894 г. [8].

В это время Лебедев уже включился в педагогическую работу, читает лекции в университете, изобретает новые приборы для демонстраций опытов. Таков прибор «для проложения звуковых колебаний», демонстрированный Лебедевым на заседании IX съезда естествоиспытателей и врачей (в январе 1894 г.) и описанный в «Журнале Русского физико-химического общества» за тот же год [9]. В докладе прибор назван «прибором Фрелиха», а в статье — «прибором Ритолло и Шаванона». По существу же здесь новая и изящная конструкция самого Лебедева.

В 1892 г. умер учитель Лебедева Август Кундт. Петр Николаевич откликнулся на его кончину прочувствованной речью в заседании Отделения физических наук Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Она напечатана в «Трудах» Отделения за 1894 г. [10]. По ее поводу М. К. Голицына (супруга Б. Б. Голицына) писала, что по статье можно видеть глубокое чувство, с которым она написана, а Лебедев отвечал, что иначе и быть не могло. Мы, несомненно, имеем в сочетании Кундт—Лебедев редкий случай исключительной конгениальности учителя и ученика.

Занятие электромагнитными волнами и демонстрация опытов Герца на вышеупомянутом съезде отвлекли интересы П. Н. Ле-

бедева в сторону от его программы, и он решил попробовать свои силы на предельно трудной задаче — на получении и исследовании ультракоротких (миллиметровых) электрических волн. В то время и при тогдашнем состоянии техники физического эксперимента в этой области полученный Лебедевым результат волны (в 6 мм) остался надолго непревзойденным. В 20-х годах нашего века он был перекрыт работами двух советских исследователей — А. А. Глаголевой-Аркадьевой и М. А. Левитской [11].

За Лебедевым работа эта укрепила репутацию «золотых рук» как у нас, так и за границей. Она стала исходной точкой для ряда его учеников в области электромагнитного спектра. Именно по ее поводу Лебедев, посылая своему бывшему второму учителю Ф. Кольраушу корректурный² оттиск статьи в «Annalen der Physik», приносил извинения за отступление от «программы». Статья появилась в «Annalen der Physik» в 1895 г. В том же году она была напечатана и по-русски в «Журнале Русского физико-химического общества» [12]. К немецкому³ тексту П. Н. Лебедев присоединил несколько практических указаний относительно получения и наблюдения волн: он думал, что статья окажется исходным пунктом для целого ряда исследований электромагнитного спектра. Однако методика, созданная молодым русским экспериментатором, оказалась по плечу только ему самому, и исследование указанной области практически осуществляется только в наши дни, после того, как потребности радио создали возможность сравнительно легкой генерации незатухающих миллиметровых волн — через 50 лет после того, как Лебедев мог с методикой своего века констатировать существование двойного преломления света для миллиметровых волн.

В 1895 г. произошло открытие Рентгеном его X-лучей. Громадная сенсация, которую возбудило это открытие, принудила Петра Николаевича выступить с публичной лекцией на тему о нем. Он и сам увлекся мыслью сделать что-нибудь для разъяснения природы этого нового явления. Но печатного произведения об этих опытах не появилось. Публичная лекция напечатана была в одном из толстых журналов того времени — в «Русской мысли» за 1896 г. [13].

Очередной научной продукцией этого года было продолжение программных исследований П. Н. Лебедева о пондеромоторных действиях волн на резонаторы (распространение выводов предыдущей статьи на гидродинамические резонаторы) [14]. Следует отметить еще одно событие в научной жизни Петра Николаевича за этот год, нашедшее отражение в печати: в этом году была окончена и напечатана первая научная работа, сделанная под руководством Лебедева первым его учеником П. Б. Лейбергом. Ра-

² Знакомить кого-либо со своим трудом до его появления в свет считалось знаком особого внимания к адресату.

бота заключалась в изучении затухания колебаний акустических резонаторов и была отзвуком работ Бьеркнеса над резонансом волн электромагнитных. Работа была напечатана только по-русски в «Журнале Русского физико-химического общества», а в иностранной научной прессе Петр Николаевич написал о ней реферат [16].

К тому же году относится небольшая практическая заметка о питании индукторов и электромагнитных камертонов от сети постоянного тока [18].

В следующем (1897) году Петр Николаевич заканчивает свое исследование над пондеромоторным действием резонаторов, исследуя резонаторы акустические. Статья, как и прежние работы этого цикла, появляется покуда только на немецком языке [17]. Теперь Лебедев, следуя своей «программе», обращается к главному делу своей жизни — к доказательству существования сил светового давления. Но эта труднейшая задача занимает его на протяжении ряда лет.

В последующие два года новых научных публикаций за подписью Лебедева не появляется. Печатается только речь Петра Николаевича, посвященная памяти скончавшегося в мае 1896 г. А. Г. Столетова. Речь была произнесена в ноябре 1896 г., но напечатана с запозданием, только в 1898 г. в «Трудах» того Отделения физических наук Общества любителей естествознания, в котором молодой Лебедев выступал под председательством покойного со своими первыми в Москве научными докладами [18].

В 1899 г. появились на русском языке объединенные в одну брошюру три исследования пондеромоторного действия волн на резонаторы. Брошюра составила предмет докторской диссертации Лебедева.³ Он написал для нее великолепное введение, в котором довольно точно отражает свою жизненную «программу». В остальном она только с малыми вариантами передает немецкий текст [19].

К 1900 г. Лебедев вчерне заканчивает свое исследование сил светового давления. Мучительные по трудности и напряжению опыты отражаются на Лебедеве серьезными сердечными припадками. Он уезжает лечиться за границу, в Швейцарию, и там делает первый (оставшийся ненапечатанным) доклад о своем успехе. Летом того же года в Париже была выставка, во время которой состоялся ряд международных конгрессов, в том числе и по физике. На последнем Петр Николаевич выступает с сенсационным сообщением о том, что ему впервые в истории науки удалось констатировать силы светового давления и показать, что они по величине весьма близки к тем, которые для них предсказываются теорией Максвелла. Сообщение напечатано в «Трудах конгресса» [20] и

³ Ввиду своих научных заслуг П. Н. по ходатайству физико-математического факультета был допущен советом университета к защите докторской диссертации, минуя степень магистра и магистерские экзамены.

реферировано самим автором в «*Fortschritte der Physik*» — тогдашнем наипростейшем реферативном немецком журнале [21].

В том же году начало выходить «Физическое обозрение», издававшееся в Варшаве профессором П. А. Зиловым. Для его первого тома Петр Николаевич написал две небольшие заметки — «Удар вольтовой дуги» [22] и «Проложение с обратной призмой» [23] (обе с описанием демонстрационных опытов) и статью большего размера — «Способы получения высоких температур» (переработанное изложение публичной лекции, прочитанной с весьма эффективными демонстрациями в Большой физической аудитории университета) [24].

Первое сообщение П. Н. Лебедева о его опытах со световым давлением было встречено огромным откликом во всем научном мире — вообще весьма сочувственным. Но на русском языке появилась критическая заметка профессора Казанского университета Д. А. Гольдгаммера, содержащая при довольно запальчивом тоне ряд недоумений и вопросов [25]. Петр Николаевич готовил на нее очень резкий ответ, но по совету своего друга А. А. Эйхенвальда ограничился короткой заметкой [26], в которой отсылал казанского коллегу к своей последующей обстоятельной статье. Таковая и появилась в том же 1901 г. одновременно по-немецки в «*Annalen der Physik*» и по-русски в «Журнале Русского физико-химического общества» [27]. Для Гольдгаммера эти обстоятельства оказались поводом написать превосходное теоретическое исследование с более строгим выводом сил светового давления [28]. Кроме основного текста исследования П. Н. поместил в «*Fortschritte der Physik*» автореферат о работе [29].

К тому же году относится великолепная популярная статья Петра Николаевича «Скала электромагнитных волн в эфире» [30]. Напомним, что изображение этой скалы висит в физических аудиториях большинства русских университетов, а содержание статьи вошло в курс вузовской программы по физике.

После работы по световому давлению Лебедев становится всемирно знаменитым ученым: его статьи перепечатываются на языках всего мира — часто даже без разрешения автора [31]. Сам же он тяжело болен после перенесенного крайнего физического и нравственного напряжения и опять лечится за границей. Утешением ему служат многочисленные письма от друзей и учеников. Выздоровев (конечно, не полностью), он появляется на съезде Германского астрономического общества, где произносит также знаменитый доклад о физических причинах, обуславливающих отступления от гравитационного закона Ньютона. Доклад печатается по-русски, по-немецки и по-английски [32].

Этой работой кончается цикл трудов П. Н. Лебедева, посвященный световому давлению на твердые тела. Соответственно своей «программе» он принимается за подготовку исследования о давлении на газы. Но эта работа занимает не менее четырех

лет. Она появится только в 1908 г. До тех пор обсуждение Лебедевым космической роли светового давления сближает его с астрофизическими кругами. Он начинает работать в Международной комиссии по исследованию Солнца; появляется ряд сообщений о его предложениях в протоколах заседания Русского отделения этой комиссии [33]. Он втягивается в интересную и содержательную полемику по поводу возможности наблюдения дисперсии межзвездного пространства. Ряд статей с 1906 и по 1908 г. посвящен этому вопросу [34]. Здесь же мы видим одну работу, типичную для этой эпохи — как раз накануне провозглашения принципа относительности, когда чуть не каждый выдающийся физик искал новых способов обнаружения движения земли в эфире, — мы говорим о небольшой работе 1903 г.: «Об одном видоизменении опыта Роуленда—Гильберта» [35].

К этому же времени относится начало расцвета лебедевской лаборатории и появление ряда блестящих работ его учеников [36]: В. Я. Альтберга — доказательство существования звукового давления и его измерение; его же — «О коротких акустических волнах», где закладывается основа изучению того, что ныне называется «ультразвуковыми волнами»; далее следуют работы В. Д. Зернова «О сравнении методов абсолютного измерения силы звука», Н. А. Капцова «О давлении волн, распространяющихся по поверхности жидкости», П. П. Лазарева «О выцветании пигментов», Н. П. Неклепаева «О поглощении коротких акустических волн в атмосфере».

Сам Петр Николаевич ведет интереснейший и при том первый по времени в России коллоквиум — еженедельный семинар по текущей литературе и по законченным работам лаборатории. В то же время он читает для немногих специалистов чрезвычайно богатый содержанием и насыщенный оригинальными высказываниями курс «Новое в физике». Работы учеников ведут и к собственным работам Петра Николаевича. В этой связи можно назвать его статью «Фонометр» [38] — о приборе, построенном им для практического определения силы звука. Ученый мир продолжает интересоваться вопросами светового давления, и Петр Николаевич пишет две обзорные статьи по этому вопросу: одну — в «Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik» за 1905 г. [39], другую — на русском языке в «Физическом обозрении» за 1910 г. [40].⁵ Эту поистине кипучую деятельность Лебедев развивает, несмотря на тяжелую болезнь сердца, уже не оставлявшую его и принуждающую его половину своей жизни проводить для лечения за границей.

⁴ Напечатанная в эти же годы популярная статья «Успехи акустики за последние 10 лет» представляет собой в переработанном виде одну из лекций этого курса [37].

⁵ Эта статья перепечатана в немецком переводе в итальянском обзорном журнале «Scientia (Rivista di Scienza)» [41].

В 1908 г. появляется, наконец, предварительная заметка Петра Николаевича о давлении света на газы (на русском языке) в «Журнале Русского физико-химического общества» [42], а в 1910 г. — основная работа на ту же тему [43]. Опять привычный шумный успех, опять журналы перепечатывают работу на всех языках мира [44]. Другие ученые делают попытку дальнейшего приложения найденных фактов. Не все выходит гладко, Петр Николаевич указывает авторам на допущенные ими неправильности. Так дело было и с нашим соотечественником, очень почтенным ученым Ю. В. Вульфом [45], который не совсем правильно приложил подтвержденные Петром Николаевичем законности к земной атмосфере.

Жизненная программа Лебедева выполнена. Но он, большой мучительной развешающей его болезнью, ищет только дальнейших трудов.

Еще в юношеских дневниках Лебедева попадаются проекты работ, имеющих основу в весьма быстром вращательном движении, например так называемый «опыт Роуланда» с быстрым вращением электрических зарядов. Но этот опыт с его дальнейшими продолжениями за это время с блеском осуществил дружок Лебедева А. А. Эйленвальд. Лебедев предпринимает опыт для поиска магнитного действия тел, находящихся в состоянии быстрого вращения. Он исходит из мысли, что небесные тела вращаются и при этом обнаруживают магнитный момент, почти совпадающий по направлению с осью вращения. Он ревностно занимается первыми опытами по этому эффекту. Напомним, что все это происходит в 1910 г., т. е. задолго до опытов Барнета, Эйнштейна и Гааза, уже не говоря о статьях Блэкета (после второй мировой войны). Эти первые опыты не оправдали ожиданий Лебедева — никакого магнитного действия в осуществленном им виде его опыты не дали [46].

Но тут Лебедева и созданную им школу постигает неожиданная катастрофа.

Годы, следовавшие за 1905 г., наполнены неравной борьбой русских университетов с самодержавием. Эта борьба за так называемую автономию университетов особенно обострилась в 1911 г., когда пост министра народного просвещения занял Л. А. Кассо. Он издал ряд распоряжений, которые совет Московского университета признал незаконными. Совет дал своему президиуму указание не исполнять эти распоряжения. Но когда президиум (А. А. Мануйлов, М. А. Мензбир и П. А. Минаков) не исполнил распоряжения Кассо, последний всех трех членов президиума уволил со службы в университете. Члены совета, голововавшие за неисполнение приказа, сочли долгом разделить участь подвергшихся репрессии и в большом количестве коллективно подали в отставку. Среди подавших в отставку оказался и П. Н. Лебедев.

Последствия этого гражданского поступка были для Лебедева тяжелее, чем для большинства его товарищей: он нигде не имел совместительства, не успел выслужить пенсии, а главное: он, видевший весь смысл своей жизни в работе как своей, так и руководимой им школы, вдруг остался без каких бы то ни было возможностей в этом отношении. К тому же он был тяжело болен, и на его болезни все эти переживания отражались пагубно.

На его печатной продукции события отражаются в яркой и недвусмысленной форме. Он только успевает написать и отправить в печать свою последнюю собственную работу о магнитном действии быстрого вращения [47]. Он публикует несколько более мелких заметок о работах, начатых под его руководством [48]. Он помещает в общей прессе несколько необычных для него по теме статей, отражающих ту борьбу, которую его ученики вели за устройство для Лебедева нового — общественного, а не государственного — центра научной работы [49]. Он пишет еще две рецензии о трудах П. П. Лазарева, своего ближайшего ученика и соратника, и А. А. Эйхенвальда, с которым они еще в детстве мечтали о физике [50]. Он начинает новую популярную статью о световом давлении — она остается неоконченной [51].

Мы не отметили в нашем очерке еще одной стороны творчества П. Н. Лебедева — его острых полемических статей. Тон этих статей был для своего времени необыкновенно резок, а объектом его обличений было неудачное творчество тех или иных авторов. Петр Николаевич считал, что появление некоторых трудов в русских научных журналах позорит русскую науку. Особенно досталось от него его бывшему учителю В. С. Щегляеву и Н. П. Мышкину [52]. В противоположность этому совершенно серьезный характер носят и высокий интерес представляют его споры по поводу кажущейся дисперсии небесного пространства, которые он вел с покойными А. А. Белопольским и Г. А. Тиховым. Эти полемические статьи содержат много интересных собственных мыслей и в значительной степени способствуют выяснению истины в этом сложном вопросе [53].

После смерти Петра Николаевича под редакцией П. П. Лазарева две основные работы Петра Николаевича («Давление света на твердые тела» и «Давление света на газы») изданы по-немецки в «Ostwald's Klassiker» [54]. Главнейшие сочинения Петра Николаевича собраны в его «Сочинениях», изданных его учениками (редакторы — П. П. Лазарев и Т. П. Кравец) в 1913 г. [55]. Важнейшие его работы по световому давлению вновь изданы (в серии «Классики естествознания») в 1922 г. по случаю десятилетия со дня его кончины [56]. Наконец, в текущем году профессор А. К. Тимирязев издал «Избранные сочинения П. Н. Лебедева» [57]. Туда вошло все важнейшее из творчества покойного, но далеко не все, что заслуживает сохранения для потомства.

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И СВЕТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ [1]

Пятьдесят-шестьдесят лет тому назад Москва была почти сплошь одноэтажной; трехэтажные дома высились, как какие-то небоскребы. Не было никаких средств сообщения, кроме конок и извозчиков, последних было более десяти тысяч, и от их колес над городом с его булыжными мостовыми стоял немолчный и оглушительный дребезг: резиновых шин не было. Днем из-за этого нельзя было работать с гальванометром. Так же медленно, как конка, как извозчики, шла вся московская жизнь. Телефонов почти не было. Улицы освещались первобытными газовыми рожками, без ауэровских колпачков.

Студенты того времени с благодарностью вспоминают лишь отдельных наших профессоров. Так, глубокое впечатление производили на нас лекции А. Г. Столетова, Н. А. Умова. Обаятелен был Н. Е. Жуковский. Но организованного центра науки, как мы его понимаем, не было. Были отдельные профессора и студенты — «отдельные посетители» университета. Университетский устав 1884 г., недавно перед тем введенный, не считал научную работу главным делом университета — он ее только терпел, как бы между прочим, в свободное от занятий время. И странно, как быстро вся университетская жизнь приспособилась к этой бездушной схеме. Студенты сдавали экзамены, подавали конспекты лекций, писали компилятивные зачетные сочинения, в которых научной работой и не пахло. Профессора на экзаменовали и тоже понемногу переставали думать о науке.

Я отлично помню, как Петр Николаевич в своей лаборатории рассказывал нам:

«Как-то приходил сюда очень почтенный старичок, — и он назвал фамилию бывшего ректора Московского университета, — Александр Григорьевич Столетов рассказывает ему, что я сижу здесь целыми сутками, а старичок и говорит мне: „Молодой человек, и что это вы себя так утруждаете? Нам это вовсе не нужно; сдавайте магистерские экзамены, пишите диссертации,

сначала магистерскую, потом докторскую; мы вас представим сначала в экстраординарные профессора, а потом и в ordinарные. Вот и все, а мучить себя совсем не нужно».

Такова научная обстановка того времени. Понятно, почему Петру Николаевичу пришлось уехать учиться за границу. Он страстно мечтал уйти от тех условий, когда от человека требуют исполнения чьих-то заданий, требуют одолеть какой-то минимум знаний, получить казенную апробацию, а затем позволяют почить на законных, хотя и дешевых лаврах.

Заражаясь мыслями и взглядами своего учителя, мы учились презирать казенную обстановку, учились ставить себе другие цели, любили мечтать о другой жизни. Все люди, с которыми Петр Николаевич работал и сроднился за границей, перед нами встают, по его рассказам, как живые.

Вот его учитель Август Кундт. Перед ним мы все преклоняемся. Это — человек почти гениальной интуиции, острого и меткого слова, колоссального авторитета в том научном мире, который организовывался около него, притягиваемый его всемирно знаменитым талантом руководителя. Он, как истинный ученый, как человек благородный в высшем смысле слова, не может быть заподозрен в дурном поступке, в дурной мысли. Он горд своими учениками, он щедро делится с ними своим научным достоянием.

Вот ученики Кундта. О всех память Петра Николаевича сохранила какой-нибудь анекдот, иногда непочтительный, но всегда веселый, всегда симпатичный.

Скажем, старший ассистент Кундта — Рентген. Он, конечно, не нуждается в особой рекомендации. Кундт уважает его мнение, советуется с ним о своих работах. Показывает он ему и свое знаменитое открытие, только что тогда им сделанное, — аномальную дисперсию в поглощающих телах. «А что, собственно, я должен видеть?» — спрашивает Рентген. «Как что? Разве вы не видите, что здесь в спектре извращен порядок цветов?». Рентген: «Я полагаю, господин профессор, что это дело совершенно субъективное». Кундт широко раскрывает глаза. Рентген, оказывается, безнадёжный дальтоник. Но как ему убедить в своем открытии и дальтоника? И вот он изобретает свой известный метод скрещивания призм.

Пашен. Пашена Петр Николаевич всегда выславлял как человека, бывшего джентльменом не только на словах, но и во всех поступках. И мы все привыкли его представлять себе именно как джентльмена.

Отто Винер. Это человек небогатый и притом без всякой университетской протекции, а потому академическую карьеру ему делать нелегко. Но он верит в свою карьеру, стоит ему лишь сделать очень хорошую работу. И он действительно делает свою классическую работу о стоячих световых волнах.

Вспоминается еще Планк. В рассказе о нем Петра Николаевича чувствуется инстинктивный скептицизм. Дело в том, что Планк — насильно теоретик, а стихия чистой теории Петру Николаевичу была всегда чужда. И он с удовольствием вспоминает, как «проштрафился» Планк на коллоквиуме Кундта. Рассказывал он свою очередную работу по термодинамике насыщенных растворов, и вдруг останавливается: «Здесь, — говорит он, — существует, однако, некоторая принципиальная трудность, так как получить насыщенный раствор практически невозможно». Тут Кундт начинает тереть свой лоб и спрашивает: «Как так? Я не понимаю». «Как же, — отвечает Планк, — по мере насыщения скорость растворения становится все меньше, а потому процесс ведет к насыщению только асимптотически, через бесконечно долгое время». «Ну, — отвечает Кундт, — этого ждать мне некогда; я нагрею раствор, а потом его остужу». Планк сконфуженно соглашается: «Да, действительно, так получить насыщенный раствор можно».

Такими рассказами Петр Николаевич сделал нас как бы участниками многого из того, что украшало его первые шаги в области нашей науки.

Мы познакомились с внешней обстановкой первых работ П. Н. Лебедева. Посмотрим теперь, как сложились основные элементы их внутреннего содержания.

П. Н. Лебедев приехал в Германию в 1887 г. Откроем «Анналы» [2] за этот и ближайшие годы — тогда это был основной физический журнал. Мы сразу распознаем среди крупных звезд тогдашнего горизонта одно блестящее светило, как бы солнце, затмевающее собой все прочее: бессмертные работы Герца. Этот центр освещал по-новому все вопросы физики, направлял все действенные силы, собравшиеся в поле физики. Старики соглашались с новым учением нехотя, но молодежь с энтузиазмом устремлялась по путям, указанным новой теорией — той теорией, которая выбрасывала за борт представление об упругом эфире, которая с успехом объяснила тождество между скоростью распространения света и отношением электромагнитных и электростатических единиц. Эта теория утверждала, что свет представляет собой электромагнитное возмущение, и учила доказывать это утверждение. Она знаменовала новый решительный этап по пути объединения наших основных физических воззрений.

И неудивительно, что именно по руслу, указанному Фарадеем — Максвеллом — Герцем, потекла вся научная жизнь Петра Николаевича Лебедева.

Существует известная аналогия между тем, как в свое время воспринималась электромагнитная теория света, и тем, как на наших уже глазах осваивалась общая теория относительности. Как

здесь, так и там мы имели сложную математическую теорию с громоздким и тяжелым математическим аппаратом. Труды Герца и Хевисайда еще не упростили подходов к существу воззрений Максвелла, и физическое здание его теории было основательно заслонено лесами, воздвигнутыми при его постройке. Ученые-натеоретики еще плохо разбирались в самой теории. Как в наши дни внимание большинства было устремлено на несколько особо простых следствий теории относительности (движение перигелия Меркурия, отклонение луча в поле тяготения, смещение в поле тяжести спектральных линий в красному концу спектра), так в те времена все поражало: 1) тождество скорости света и скорости распространения электромагнитных возмущений; 2) равенство между показателем преломления и корнем квадратным из диэлектрической постоянной; 3) предсказание о существовании светового давления.

Первый из этих выводов теории был доказан трудами самого Герца; второй косвенно был предметом немецкой докторской диссертации П. Н. Лебедева [1]; третий стал делом его жизни.

Уже в 1891 г. Петр Николаевич пишет свою первую совершенно самостоятельную работу [4] и в ней блестящим чутьем угадывает, что при уменьшении размеров тела силы светового давления, малые по сравнению с силами тяготения при обычных размерах тел, выступают в известный момент на передний план. Если тело имеет вид шарика, то при уменьшении его диаметра, скажем, в сто раз его масса уменьшится в миллион раз; поверхность же его, на которую могут действовать силы светового давления, упадет только в десять тысяч раз. При некотором значении диаметра естественно ожидать, что частица будет сильнее отталкиваться от Солнца действием его лучей, чем притягиваться его массой. Отсюда — широкие перспективы для объяснения многообразных космических явлений: космическая пыль, зодиакальный свет, кометные хвосты и многие другие явления в космосе представляют собой арену, на которой силы светового давления успешно состязаются с ньютоновыми силами тяготения.

Работа эта была переведена почти на все языки и сделала имя Петра Николаевича известным. Она стала первым этапом всей его дальнейшей деятельности.

Замечательную зрелость обнаруживают в 25-летнем авторе заключительные разделы этой работы. Он считает долгом предостеречь исследователей от попыток распространения его теории на молекулярный мир: молекула не есть шар; она имеет сложное внутреннее строение, и в связи с этим ее физические свойства, в частности и взаимодействие с лучами света, не могут определяться одними внешними геометрическими размерами. Молекула есть резонатор, и реакция ее на световые волны больше всего и прежде всего есть резонанс. Благодаря этому важному самоограничению молодой автор счастливо избег ошибки,

в которую после него впадали многие, и прежде всего знаменитый Сванте Аррениус.

Аррениус был горячим энтузиастом сил светового давления в космической жизни, и это его большая заслуга, но он часто, и неправильно, толковал Молекулу как весьма малый черный шарик...

Мысль о молекуле-резонаторе прочно вошла в сознание Петра Николаевича. Он решил изучить на модели молярных размеров те действия, которые падающие на резонатор волны производят при различных обстоятельствах. Он представлял себе, что картина действия всецело определяется отношением периода падающей волны к периоду собственного колебания резонатора; физическая природа сил, действующих в резонаторе и в воспринимаемой им волне, должна, по его мнению, быть вполне безразлична. И вот он изучает резонаторы гидродинамические, акустические и электромагнитные; и, действительно, во всех трех случаях, столь различных физически, ему удается подметить сходные явления.

Три работы [5], посвященные этой теме, собранные вместе, составили докторскую диссертацию, защищенную в России. Замечательно предисловие к этой диссертации. Здесь автор раскрывает свое *sicredo* — основные, движущие им воззрения. Он пишет, что после создания электромагнитной теории света мы не имеем права игнорировать поперечные силы световых волн; свет, испускаемый одной молекулой, не может не действовать на другую. Это открывает новую возможность для объяснения междумолекулярных сил; они должны быть изучены и с этой точки зрения.

Работа над резонаторами заняла не менее трех лет жизни Лебедева. Она была предисловием, введением к его главной задаче: к доказательству существования светового давления.

Вопрос о световом давлении имеет многолетнюю историю, полную драматических противоречий. В ней нашли свое отражение все многочисленные изменения основных взглядов физиков на природу света. В старые времена — до Ньютона включительно — свет воспринимался как поток частиц, излетающих из светящегося тела. Нетрудно представить себе, что такой поток переносит некоторое количество движения. Отдавая его встречаемому препятствию — зеркалу, он, само собой разумеется, должен оказывать на него некоторое давление. Еще Кеплер объяснил подобным образом образование кометных хвостов.

Но вот Гюйгенс, Эйлер, Френель и Юнг вводят в физику представление о волнообразной природе света. Эйлер обращает внимание на трудности, возникающие при этом для светового давления. Впрочем, он полагает (неправильно), что, имея в виду продольность световых волн, можно все-таки объяснить возникновение таких сил. Но Френель доказывает поперечность свето-

ных волн — возникает новое затруднение для объяснения светового давления.

И, наконец, появляется теория Максвелла. Свет, по Максвеллу, представляет собой распространяющиеся поперечными волнами электромагнитные возмущения. И тем не менее Максвелл выводит из своей теории существование светового давления.

Аррениус [6] и Лебедев [7] в своих обзорах изложили историю опытов, предпринимавшихся в разные времена для обнаружения светового давления. Если ограничиться XIX в., то здесь необходимо назвать Френеля. Но он не мог открыть светового давления, так как в его установке на крылышко, принимавшее на себя световой поток, сильнейшим образом действовали конвективные токи газа, поднимавшиеся от крылышка вследствие его нагревания светом.

Как избежать этих конвективных токов? Естественным ответом является: поместить установку в пустоту. Неслучайно поэтому, что следующим этапом опытов по отысканию светового давления были работы знаменитого специалиста вакуумной техники Уильяма Крукса — того самого Крукса, благодаря которому мы узнали «катодный вакуум» и «катодные лучи». Крукс надеялся, что его откачкой вакуум в экспериментальном сосуде доведен до такой степени, когда конвекция уже не страшна. И вот при этом на вакууме (порядка 0.01 мм ртутного столба) действие света на подвешенное на коромысле крылышко оказалось в сотни раз более тех сил, которые Крукс ожидал обнаружить, основываясь на максвелловой теории. Он открыл новые, чрезвычайно интересные для кинетической теории газов «радиометрические силы». Но для обнаружения сил светового давления это открытие пагубно: как обнаружить силы, которые маскируются другими, превышающими их в сотни, а то и в тысячи раз?

Таково было положение вопроса, когда за его изучение принялся Петр Николаевич. Это было в 1899 г. А летом следующего года он сделал на Международном физическом конгрессе в Париже доклад о предварительных результатах работы. Позвольте мне воскресить в вашей памяти два рисунка, которыми Петр Николаевич иллюстрировал парижский доклад [8].

На одном из них мы видим в плане круглый сосуд и миниатюрный диск; на него-то и падают лучи света, давление которых мы хотим измерить. В — источник света, электрическая дуга. Пройдя через стеклянную пластинку, отразившись от зеркал S_1 , S_2 , S_3 , свет, собранный линзой, падает на диск справа. Но вся система зеркал, расположенная на салазках, подвижна. Подвинем ее несколько вправо — свет попадет на диск слева. В этом и состоит способ исключения конвекции. В самом деле, откуда бы ни упал свет на диск, одинаковое нагревание последнего произведет конвекцию, которая даст диску отклонение в одну и ту же сторону. Наоборот, силы радиометрические и силы светового давле-

ния при изменении направления лучей изменяют свой знак. Таким образом:

$$\begin{aligned} I_{\text{св. давл.}} &= I_{\text{св. давл.}} + I_{\text{радиом.}} + I_{\text{конвект.}} \\ I_{\text{справа}} &= I_{\text{св. давл.}} + I_{\text{радиом.}} - I_{\text{конвект.}} \\ I_{\text{слева}} + I_{\text{справа}} &= 2(I_{\text{св. давл.}} + I_{\text{радиом.}}) \end{aligned}$$

Как теперь избавиться от радиометрических сил? Очевидно, надо вести откачивание сосуда до возможного предела. Но здесь я должен остановиться несколько подробнее на сравнении внешней вакуумной техники с той, которая господствовала в начале XX в.

В настоящее время физик на первых же порах своей лабораторной работы знакомится с довольно сложной, но вместе с тем и достаточно совершенной пустотной аппаратурой. Качество этой аппаратуры таково, что в 10—20 мин. исследователь получает вчерне вакуум, нужный ему для эксперимента. И нам трудно представить себе время, когда для того, чтобы добиться той же или даже гораздо меньшей степени разрежения, тогдашним насосом приходилось работать в течение многих суток. Ведь Крукс открыл свои катодные лучи потому, что умел лучше откачивать, чем его предшественники. И Петр Николаевич должен был сделать в этом вопросе новый шаг вперед, — одного терпения здесь было недостаточно. Я считаю, что шаг, который он действительно и сделал, равносильен почти гениальному провидению грядущих путей вакуумной техники.

На дне того сосуда, из которого выкачивали воздух и в котором был подвешен диск для измерения сил светового давления, лежала капля ртути. Когда насос (трубка к насосу находилась в верхней части сосуда) переставал действовать, достигнув предельно доступного для него разрежения, П. Н. Лебедев слегка — градусов на пять — нагревал ртуть. Она испарялась, но малая разность температур еще не могла произвести конденсацию ртути в капельки на стенках сосуда. Она откачивалась насосом и увлекала с собой из сосуда и воздух. Здесь мы видим в весьма несовершенной форме идею того самого диффузионного насоса, который в настоящее время представляет собой последнее слово вакуумной техники.

Так или иначе, но Лебедеву удалось значительно понизить давление газа в сосудах и соответственно уменьшить величину столь вредных для опыта радиометрических сил.

На другом рисунке изображены миниатюрные диски, которые подвешивались в экспериментальном сосуде. Все диски без какой-либо замазки прикреплялись к тончайшим проволокам. Одни диски были вычернены, другие оставались блестящими. Торжество Лебедева проявилось в том, что давление на блестящие диски всегда оказывалось сильнее, чем на черные. Так это требуется теорией для сил светового давления. Радиометрические

силы, наоборот, должны быть больше при вычерпленном диске, который при этих условиях нагревается на передней поверхности сильнее. Результаты Петра Николаевича отличаются от теории процентов на 20, и притом его цифры во всех случаях больше расчетных. Это показывает, что при достигнутых им разрежениях еще не удалось полностью избавиться от радиометрических сил, но они были сведены до сравнительно небольших размеров.

По всем своим подробностям эта работа надолго останется ярким образцом экспериментального искусства, настойчивости и умения преодолевать все затруднения, возникающие в результате несовершенства техники. Она имела во всем научном мире шумный и вполне заслуженный успех. Основные журналы на всех языках перепечатали ее полностью или в извлечении. Лебедев шутил, указывая, что истинная популярность начинается тогда, когда слава какого-нибудь открытия распространяется за пределы круга специалистов и дебатировается среди профанов. В этом смысле наибольшее удовлетворение ему доставила одна бульварная французская газета, в которой целебное действие южного солнца на основании его работы приписывалось... массирующему действию лучей.

После этой работы П. Н. Лебедев должен был неоднократно выступать как устно (на разного рода съездах), так и в печати по различным вопросам светового давления. То это была полемика и одергивание некоторых авторов, впадавших в ошибки, то новое изложение возможности космических приложений сил светового давления. Весьма замечательна его речь на съезде Немецкого астрономического общества в Геттингене в 1902 г. на тему о причинах отступления от ньютоновских сил тяготения [9]. Здесь ему пришлось встретиться с немецким астрономом Шварцшильдом, прекрасным математиком, который подверг точному математическому изучению задачу, когда-то поставленную Петром Николаевичем, о действии света на небольшие шарики. Решение делается затруднительным, когда размеры шарика приближаются к величине длины световой волны и волны начинают свободно обтекать такое незначительное препятствие [10].

Шварцшильд нашел, что полдеромоторное действие волн на такой шарик (притом обладающий совершенной проводимостью) при некотором соотношении длины волны и диаметра шарика проходит через максимум, а потом, при дальнейшем уменьшении диаметра, начинает падать. Отсюда Шварцшильд сделал вывод, что на еще меньшие шарики — на молекулы — свет будет давить настолько слабо, что говорить о космическом значении этого давления будет уже трудно. Лебедев легко истолковывал максимум, теоретически найденный Шварцшильдом, как резонанс вибратора-шарика при соответственном периоде. Он вновь обращает внимание на то, что на самом деле резонанс молекулы обуславливается не внешними ее размерами, а внутренним ее строением. И здесь

он вплотную подходит к последней своей работе из цикла, посвященного общей задаче светового давления, — к работе по давлению света на отдельные молекулы, на газы.

Легко представить себе, что эта задача чрезвычайно трудна. Свет давит на молекулу постольку, поскольку он ею поглощается. Газы вообще поглощают свет очень слабо: при толщине слоя в 1 см поглощается всего 0.5—2%. Значит, силы, на них действующие, еще раз в 50—200 меньше тех, которые Петру Николаевичу удалось измерить в его работе по давлению света на твердые тела. Кроме того, здесь надо экспериментировать над теми газами, само присутствие которых сказывается в виде конвективных токов и разных других вредных побочных явлений. Путем долгого напряжения, блестящих приемов и тонкого проникновения в механику явления ему удалось довести работу до удачного конца и подтвердить основное предположение. Работа представляет собой образец непревзойденного, а может быть, и недостижимого экспериментального искусства [12]. Никто не пытался ее повторить, по крайней мере в том виде, как это сделал он сам. Сделав эту работу, Петр Николаевич мог считать, что он одну за другой поставил и разрешил все задачи, группирующиеся вокруг предсказанного Максвеллом светового давления.

Однако идея волнового давления еще долго занимала Петра Николаевича и дала ряд новых результатов, в особенности в работах его непосредственных учеников.

Когда Лебедев опубликовал свою первую работу, обострившую интерес физиков к волновому давлению, то с разных сторон было показано, что и другие теории, в частности и «упругая», приводят к необходимости существования этого давления; необходимо только принять во внимание также силы второго порядка малости,¹ в элементарной теории откидываемые. Я с удовольствием вспоминаю, что первым, кто это показал, был Н. П. Кастерин (в докладе на I Менделеевском съезде, в декабре 1907 г.). Работа Кастерина осталась ненапечатанной, так как почти одно-

¹ Это предположение, данное интуитивно Фитцджеральдом [11], можно доказать следующим образом: если на молекулу, содержащую упругосвязанный электрон, падает световая волна с электрическим вектором, направленным по оси x , то магнитное поле H , приносимое волной (пусть она направлено по оси y), даст для второго члена лоренцовского выражения силы, действующей на электрон: $f_x = \frac{e}{v} \cdot \frac{d\xi}{dt} \cdot H_y$. Здесь ξ — смещение электрона. Но в «свободном эфире» $H = H_y + E_x$ и $f_x = \frac{eE_x}{v} \cdot \frac{d\xi}{dt}$ есть деленная на v работа силы eE_x в единицу времени, или мощность, поглощаемая электроном. Если назвать ее U , то $f_x = \frac{U}{v}$. Так как U может быть только положительна (по крайней мере, в среднем по времени), то f_x всегда направлено по лучу.

² Второй член лоренцовского выражения силы в электронной теории учитывает именно силы этого порядка.

временно появилась статья Рэлея [13] по тому же вопросу, с выводами, весьма близкими к выводам Кастерина. Рэлея в впоследствии не раз возвращался к этой теме, а Лебедев поставил вопрос экспериментально. В его лаборатории было доказано давление волн, распространяющихся по поверхности воды, на находящееся на пути этого распространения препятствие (Н. А. Капцов), а также звуковое давление (В. Я. Альтберг). Было показано также, что звуковое давление является прекрасным средством количественного изучения коротких звуковых волн, уже не слышимых ухом,³ что было исполнено тем же В. Я. Альтбергом, а впоследствии в целях изучения поглощения этих волн газами использовано Н. П. Неклепаевым [14].

Можно сказать, что всеми этими работами цикл волнового давления был в школе П. Н. Лебедева блестяще завершен.

Но, может быть, мы, бывшие в прошлом учениками Петра Николаевича, преувеличиваем значение этого цикла? Может быть, световое давление, хотя и интересное само по себе как физическое явление, недостойно того особенного внимания, которым оно окружалось в московской школе? Я позволю себе в нескольких словах остановиться на выяснении научной перспективы, на фоне которой и в наши дни световое давление является одним из центральных пунктов теоретической мысли физиков.

Еще современник Максвелла итальянец Бартоли [15] совершенно независимо от каких-либо представлений о природе света сумел доказать, что свет должен оказывать давление на лежащее на пути лучей препятствие. Он только не мог показать, чему равна величина этих сил светового давления. Рассуждение Бартоли, впоследствии усовершенствованное Больцманом [16], можно в существенных чертах изложить следующим образом: вообразим себе зеркальный (совершенно отражающий от всех своих частей свет) насос с клапанами и поршнем, которым возможно перекачивать лучистую энергию из тела более низкой температуры в тело более высокой температуры. Если движение поршня этого насоса не сопровождается никакой работой, то получается результат, противоречащий второму принципу термодинамики — так называемой невозможности perpetual mobile второго рода. Значит, работа при движении поршня совершается и, следовательно, перекачиваемая поршнем лучистая энергия на него давит.

Больцман вывел свое знаменитое соотношение:

$$E + p = T \frac{dp}{dT},$$

где E — плотность энергии, p — оказываемое последней давление и T — абсолютная температура. По одному этому уравнению нельзя, конечно, делать заключений о связи каждой из двух

³ Ныне эти волны называются ультразвуковыми.

функций E и p с температурой. Но уже из него очевидно, что если $p=0$, то и $E=0$: давление может быть равно нулю только при условии, что плотность энергии равна нулю.

Далее Больцман делает максвелловскую подстановку, предполагая, что совершенно нестройная, идущая по всем направлениям радиация оказывает на стенку давление

$$p = \frac{E}{3}.$$

Отсюда и из приведенного выше уравнения получается огромной важности соотношение, называемое законом Стефана—Больцмана:

$$E = \epsilon T^4,$$

или словесно: плотность радиации черного тела пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры. Этим соотношением открывается путь ко всей термодинамике лучистой энергии. И мы видим, что ее первый решающий шаг не мог быть сделан без идеи о световом давлении и без максвелловского выражения для этого давления — выражения, доказательству правильности которого была посвящена научная жизнь П. Н. Лебедева.

Дальнейшие шаги термодинамики излучения невозможны, если не признавать, что световое давление существует. Так, закон смещения Вина основывается на формуле давления на движущееся зеркало. И наконец, знаменитая формула Планка, в которой впервые в физике нашло свое отражение представление об атомах лучистой энергии — о квантах или фотонах; эта формула исторически также не могла быть получена без представления о световом давлении.

Но со световым давлением связаны идеи еще иного порядка. Если на тело падает лучистая энергия, оказывающая на него давление, то, следовательно, она передает этому телу некоторое количество движения. А от признания связи энергии и количества движения один только шаг до связи энергии и массы. Это понятие в блестящем виде выведено Эйнштейном из принципа относительности [17]. Но необходимо помнить, что исторически впервые понятие о связи материальной массы с лучистой энергией научно обосновано ранее теорией относительности Габснерлем и Мозенгейлем [18]. И они исходили при этом из рассмотрения сил светового давления на тело, движущееся неравномерно.

Таким образом, очевидно, что представление о взаимосвязи материальной массы и энергии и об огромных запасах энергии, скрытой в материальной массе любого, а в особенности тяжелого, атома, своими корнями крепко связано с силами светового давления. И долго еще все те, кто будет писать об этих широчайших обобщениях физической мысли, будут вспоминать при этом имя Лебедева.

Вот каков ответ истории на поставленный выше вопрос о значении жизненного труда Петра Николаевича.

Остановимся теперь бегло на том продолжении, которое имела после Лебедева задача о световом давлении, сначала на теоретическом, а потом на экспериментальном поприще.

Еще по поводу предварительного (парижского) сообщения Петра Николаевича световое давление было исследовано Д. А. Гольдгаммером в Казани [19]. Это превосходная работа, где как исходные формулы, так и окончательные результаты поданы с классической ясностью и простотой. Даются выражения для случаев и черного, и частично отражающего тела, для случая косвенного падения лучей, для случая света, проходящего через плоско-параллельную пластинку, и т. д. Автор исходит из представления о Фарадеево-максвелловых натяжениях.

Другой путь указан (в коротком примечании ко второму изданию «Трактата» Максвелла) Дж. Дж. Томсоном [20]. Он описывает световое давление как результат действия магнитного поля световой волны на токи, возбуждаемые волной в материале «зеркала». Путь этот использован позднее Планком в его «Wärmestrahlung» [21] и Друде в его учебнике оптики [22], последним — не совсем правильно. Этот же путь вполне уместен при электронном толковании световых явлений в телах.

Большой шаг в теории сделав был М. Абрагамом, вычислившим давление света на движущееся зеркало [23]. Другой крупной работой является исследование П. Дебая о давлении света на шарики [24]. Он отказывается от того ограничения, которое в свое время было сделано Шварцшильдом, и исследует давление на шарик вещества с любыми электромагнитными и оптическими свойствами. Попутно он решает и задачу о давлении на отдельную молекулу.

Родственной задачей о вращательных действиях световой волны занимался А. И. Садовский [25], а позже с электронной точки зрения — К. Н. Шапошников [26].

Наконец, следует отметить оставшуюся ненапечатанной работу В. А. Михельсона о световом трении. Он исходит из абрагамовского выражения давления на движущееся зеркало:⁴

$$p = p_0 \frac{c + v}{c - v},$$

где p_0 — давление на неподвижное зеркало, а c и v — скорости соответственно света и зеркала. Раскладывая это выражение в ряд, получаем, между прочим, член, зависящий от скорости

$$f = \frac{2p_0}{c} v,$$

⁴ К этому выражению Михельсон пришел самостоятельно и притом значительно ранее Абрагама.

который можно толковать как силу трения, испытываемую телом, движущимся в поле световой волны. Можно говорить о космическом значении сил такого рода.

Теперь об экспериментальном продолжении дела Лебедева. Еще при его жизни Пойтингг [²⁷] весьма изящным опытом доказал и измерил силы косвенно падающих лучей. У него экспериментальные диски сидели на концах коромысла в плоскости, нормальной к коромыслу. Лучи падали на диск в горизонтальной плоскости вкось. Нормальная слагающая силы не могла проявиться вследствие тяжести коромысла. Отпадало по той же причине и действие радиометрических сил. Касательная слагающая сила светового давления (предсказанная Гольдгаммером) измерялась легко в чистом виде.

Более поздняя работа (1923), о которой следует упомянуть, принадлежит Алисе Гольсен [²⁸], ученице профессора В. Герлаха во Франкфурте-на-Майне. Она хорошо использовала новейшую вакуумную технику и в особенности то преимущество, которое ей как ученице Герлаха давало его превосходное знакомство с радиометрическими силами. У Герлаха в этой области имелись собственные исследования [³⁰], показавшие, что, как правило, радиометрические силы при растущем разрежении растут до некоторого максимума, затем медленно падают. Опыты Лебедева были произведены в области спадания эффекта, хотя последний все же сохраняет некоторую величину, искажающую окончательный результат. Гольсен откачивание вела непрерывно и производила ряд наблюдений при постепенно уменьшающихся давлениях газа. Вначале, при больших давлениях, получались очень большие (больше, чем следует по теории) и неправильные отклонения. Потом изменения становились меньше, и при крайних разрежениях дальнейшего изменения действия уже не наблюдалось. Гольсен справедливо заключила, что эта независимая от давления газа сила и есть сила светового давления. Она оказалась весьма близка к величине, предсказываемой теорией, гораздо ближе, чем это было достигнуто Лебедевым.

В совершенно иных тонах следует говорить о другом эксперименте, связанном со световым давлением. Речь идет о небезызвестном Феликсе Зренгаффе, прославившемся неудачной защитой представления о субэлектроне [³⁰]. Это был очень ловкий, можно сказать, блестящий экспериментатор, который, к сожалению, не всегда умел теоретически разобраться в результатах своего собственного опыта. Он открыл явление, которое назвал фотофорезом. Миниатюрные серебряные шарики попадали у него в поле световых лучей. При этом шарики испытывали то положительное, то отрицательное действие, т. е. они двигались то по направлению распространения света, то в противоположную сторону. Но так как ни одна теория света — ни классическая электромагнитная, ни новейшая квантовая — не умела предска-

зывать таких явлений, то Эренгафт считал, что он открыл совершенно новое явление, которое должно стать предметом особых углубленных изысканий. По-видимому, он в своих мнениях на этот счет пребывал в довольно полном одиночестве. Изыскания Герлаха совместно с Вестфалем^[31], о которых я говорил выше, были начаты с целью показать, что в условиях опытов Эренгафта имеется весьма сложная обстановка для проявления радиометрических сил и что в результате именно последних мы и наблюдаем то прямое, то попятное движение шариков. Не все еще здесь ясно, но поводов выпасть в мистическое настроение и заподозривать существование каких-то новых и таинственных сил, отличных по природе от сил светового давления и сил радиометрических, — поводов к этому даже после опытов Эренгафта слишком мало.

Остается еще сказать о том, как учение о световом давлении пережило современный переворот в физике — переворот, который на место световых волн в электромагнитном эфире поставил атомы световой энергии — кванты, или фотоны. И пережило по понятным причинам очень легко: квантовая точка зрения приближается к старым, эмиссионным, воззрениям на природу света — тем самым воззрениям, которые впервые побудили физиков искать силы светового давления.

Квантовая теория породила два специальных опыта, в которых фигурирует давление фотонов.

Первый из них — известный опыт Комптона. Здесь фотон падает на электрон, отдает ему часть своего количества движения и своей живой силы, а сам в виде фотона меньшей величины уходит дальше. При этом и электрон и новый фотон меняют направление своего движения. Все детали этого явления легко подсчитываются. Опыт дает результаты, вполне согласные с квантовой теорией. Но обыкновенно здесь обращают главное внимание на фотоны, рассеиваемые при столкновении первичного фотона с электроном. Можно, однако, смотреть на дело с точки зрения поведения электрона. Тогда мы можем сказать, что в опыте Комптона мы исследуем световое давление на отдельный электрон. Правда, «фотон» здесь не световой, а рентгеновский, но это меняет дело только в количественном отношении.

Второй опыт, на котором я хотел остановиться, — опыт Штерна, бывшего руководителя гамбургской физической школы, известного специалиста по так называемому молекулярному пучку^[32]. Представим себе тонкую платиновую проволоку, снаружи посеребренную и помещенную в возможно совершенную пустоту. При накаливании платины серебро начнет испаряться. Вследствие разреженности газа частицы паров будут достигать (без столкновений) тщательно охлаждаемых стенок сосуда и там осаждаться в виде зеркала. Если расположить вдоль пути частиц диафрагмы со щелями, параллельными направлению про-

волоки, то через них будет к удаленному концу трубки проникать только веерообразный пучок частиц пара. Это и есть молекулярный пучок — «газ двух измерений», как его еще называют. На противопоставленной ему стеклянной пластинке получится резко очерченное изображение тонкой щели в последней диафрагме. Теперь бросим лучи света в направлении, перпендикулярном к плоскости веера; если световой квант поглотится частицей серебра, он сообщит ей количество движения в направлении своего движения, вследствие чего эти частицы отклонятся от прежнего направления; даваемое ими изображение щели сместится от прежнего в сторону.

Штерну удалось получить легкое расширение изображения в одну сторону. Он пользовался для своего опыта обычным светом. Позволительно думать, что опыт лучше удался бы при использовании бокового освещения X-лучами, хотя здесь встретились бы свои трудности.

Выше я пытался показать на нескольких примерах, как Петр Николаевич вовлекал своих учеников в работу, относящуюся к кругу его идей. Сейчас я хочу рассказать о том, какими способами он это делал и чего достиг в результате своих усилий.

Я вначале описывал положение университета в те дни, когда там начинал свою работу Петр Николаевич. Почти столь же тяжелым оно оставалось и позже. Уже в 1914—1916 гг. мне приходилось беседовать с одним деятелем, близким к физике и занимавшим в то время ответственное положение в Харькове. Он выражал свое негодование по поводу того, что русские профессора занимаются какими-то «хвостами» (т. е. третьестепенными темами) в германских «Анналах», а не видят своей важнейшей и реальнейшей задачи — готовить педагогов.

Каково же в этом окружении положение человека, поставившего своей единственной задачей научную работу и создание таких условий, при которых эта научная работа будет главной целью университетского образования! При этом у него в распоряжении одно только средство — личный пример: только этим оружием он мог действовать на университетскую молодежь, уже испорченную тем, что ей подсовывали под именем науки; только этим оружием он мог открыть молодежи глаза на ее истинные задачи и на истинные методы их решения.

Задача его была невероятно трудна, и он был совершенно одинок. Помню, как Петр Николаевич возился с каждым из нас, чтобы внедрить в нас свои идеи, помню это и по себе. Я, вероятно, был не из плохих студентов, но на первых двух курсах просто не вдумывался в то, что научная работа представляет собой труд искания и творчества. Мне, как и большинству моих товарищей, казалось, что я должен лишь очень много учиться и читать, отчего и стану со временем значительно умнее. По-видимому, это не укрылось от глаз Петра Николаевича (он тогда был

«лаборантом» старой физической лаборатории). Как-то он застал меня за чтением в Столетовской библиотеке и спросил: «Скажите, вы интересовались вопросом, как здесь размещены книги?». Я, подумав, что он хочет мне поручить привести библиотеку в порядок, ответил: «Кажется, в порядке». — «В хорошем?» — «Да, кажется, в хорошем». — «А что, можно их в голову переставить в таком же порядке?» — «Думаю, что, пожалуй, невозможно». — «И не стоит; несостоящая задача; никому не интересно, стали ли вы умнее и насколько; важно, сумели ли вы сами своей работой хоть в одной малой области продвинуть физику вперед хоть на долю сантиметра».

Это не значит, что он учил нас не читать. Я знаю, что из моего приятеля, который работал в комнате рядом со мной, он кричал: «Вы — лентяй! Вы 24 часа сидите в лаборатории. Этак-то всякий может! Нет — вы читайте! Нет — вы вычисляйте! Думайте!». Отсюда видно, какой индивидуальный подход к каждому отдельному человеку он применял и в своей учебе. Кстати, интересное определение лентяя как человека, сидящего в лаборатории 24 часа в сутки, — не правда ли?

И вот своей неусыпной, резкой, упорной пропагандой он добился того, что вокруг него понемногу стал формироваться небольшой круг молодежи, которая мыслила так же, как он, ставила себе те же задачи и боролась за те же условия, как и ее учитель.

А условия пока были очень тяжелые. Единственным центром научного общения между московскими физиками было тогда Физическое отделение Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Председательствовал в отделении Н. Е. Жуковский, и собиралось оно в Политехническом музее. Много выдающихся людей я впервые увидел на этих заседаниях, много слышал выдающихся докладов. Одним из главных докладчиков был П. Н. Лебедев, а затем — вернувшийся в конце 90-х годов в Москву А. А. Эйхенвальд.

Но одно время здесь же выступали докладчики и иного сорта. Вот один очень «почтенный» псевдоученый — с докладом о самокозгорании хлопка. По его мнению, в хлопке есть вода и она «почему-либо» разлагается. В дальнейшем же водород соединяется с кислородом, отделяется теплота — и все остальное понятно. Другой докладчик, игравший большую роль в физических кругах, рассказывал, что электричество есть сложное тело, состоящее из одного атома положительного и двух атомов отрицательного электричества (при этом показывался опыт электролиза воды и, «действительно», получалось два объема водорода и один объем кислорода); он уверял, что с этим связаны результаты его собственных опытов, по которым якобы емкость лейденской банки для одного электричества вдвое больше, чем для другого. ...

Петр Николаевич приходил от таких докладов в совершенное неистовство. Мы, его старшие ученики, послушавшиеся его рас-

сказов о коллоквиумах у Кундта, не раз приставали к нему с просьбой попробовать и у нас завести нечто подобное. Он смотрел на нашу еще маленькую кучку, недоверчиво улыбался и откашивался. Он еще не знал и сам размер ростка, который пустило зерно его пропаганды. Но он попробовал. Попытка удалась, и Петр Николаевич сам загорелся, увлекся своим новым успехом.

Нет в нашей жизни более сильного воспоминания, чем эти незабвенные собрания, на которых мы из учеников незаметно для себя вырастали в начинающих, но уже самостоятельных ученых и на которых наш учитель проявил себя в новом, невиданном блеске. Огромная эрудиция, блестящая выдумка, меткость научных характеристик, богатство воспоминаний Петра Николаевича только здесь предстали нам во весь свой полный рост. Его коллоквиум — первый в Москве и во всей тогдашней России — теперь насчитывает десятки, если не сотни, продолжений. Из них многие удачны как по составу участников, так и по научной производительности. Но тот, первый, — лучше всех, как молодость лучше старости и весна лучше зимней седины.

Петр Николаевич Лебедев умер рано — в 46 лет. Я испытал чрезвычайное потрясение, когда на одной сессии Академии наук очутился в том зале, где мы переживали первые часы этой потери. Он мог бы жить значительно дольше. Он мог бы сделать еще много.

С внешней стороны он резко отличался от других: огромного роста, громадной физической силы, он обладал и редкой, почти херувимской красотой мужественного лица. Я увидел и услышал его первый раз в старой аудитории Политехнического музея на публичном заседании Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Он читал доклад об искусственных алмазах, полученных Муассаном. Заключительные слова его я помню как сейчас: «Но наилучший алмаз — не тот, который получен Муассаном, а то неутомимое стремление к знанию, которое ведет ученого на преодоление всех трудностей и на завоевание все новых и новых блат для человечества». Не слишком замечательные сами по себе слова, — но слушателя не мог не поразить тот огромный темперамент, с каким они были произнесены, и тот пламень глубокой веры, который загорелся в этот момент в его глазах.

Сегодня мы вспоминаем нашего учителя. Как-то так вышло, что со дня его кончины прошло уже 25 лет. Четверть века — не малое время, а та четверть века, которая протекла с 1912 по 1937 г., — это эпоха. Но ее ужасы, громы и победы не изгладили из нашей памяти образ Петра Николаевича. Свидетельствую: сегодня я с тем же восторженным чувством, с каким впервые увидел и услышал своего учителя, с той же скорбью, с какой 25 лет назад стоял у его гроба, с той же преданностью и благодарностью стараюсь воздать слабую дань его памяти, которая для нас, его учеников, священна и бессмертна.

К ИСТОРИИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА П. Н. ЛЕБЕДЕВЫМ СИЛ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ [1]

Сорок лет минуло со дня кончины П. Н. Лебедева и чуть больше полувека — со времени опубликования его знаменитого труда о световом давлении на твердые тела. В бесчисленных ученых трудах, обзорах, справочниках и учебниках (отечественных и иностранных) мы со справедливой гордостью встречаем его имя как в отделах, посвященных теории ponderomotorных действий света, так и в термодинамике излучения, в теории кометных хвостов и т. п.

При этом часто рядом с именем нашего знаменитого современника старятся (в особенности в высказываниях англо-американских авторов) имена двух американских ученых — Никольса и Халла. Приоритет П. Н. Лебедева признается всеми, но дружественные названным ученым отклики утверждают, что, несколько запоздав по сравнению с Лебедевым в опубликовании своих данных, американцы по сравнению с ним получили результаты более точные и более аккуратные. Пришло время разобраться в этих высказываниях, что и является целью настоящей статьи.

Прежде всего несколько слов о хронологии вопроса. Первое сообщение П. Н. Лебедева об удачном завершении им исследования о силах светового давления сделано им весной 1899 г. в Лозанне в заседании Естественного-научного общества.

Вот что мы читаем в протоколах этого общества («Société Vaudoise des Sciences Naturelles», заседание 17 мая): «Г-н П. Лебедев, профессор физики Московского университета, сообщает обществу о результатах своих первых исследований, относящихся к давлению света. Существование давления, оказываемого пучком световых лучей на поглощающую поверхность, является следствием электромагнитной теории света; на него было указано Максвеллом. Значение этого давления, согласно теории, должно быть весьма малым: 0.3 мг/м^2 черной поверхности. Г-ну Лебедеву

удалось осуществить прибор, при помощи которого можно его измерить, и результат первых опытов согласуется с предсказанием теории. Г-н Лебедев приводит далее важные следствия, вытекающие из теории давления света для объяснения деформаций, которые испытывают кометы при их движении в пространстве (см. заметку г-на Лебедева)» [2].

Как мы видим, здесь имеется только протокольная запись, редакция которой притом не принадлежит перу П. Н. Лебедева; заметка, на которую здесь сделана ссылка, так и не появилась.¹ Сообщение не осталось незамеченным, хотя и было напечатано в малораспространенном журнале «Beiblätter» [3].

Второе сообщение было сделано П. Н. Лебедевым на Парижском физическом конгрессе во время всемирной выставки 1900 г. Оно напечатано в «Трудах» конгресса по-французски и на русском языке — в ЖРФХО за тот же год. Об этом сообщении имеются два упоминания в реферативных журналах (одно — в «Beiblätter») [4].

И, наконец, в 1901 г. появилось полное изложение работы Лебедева «Исследование сил светового давления» как на русском (в несколько сокращенном виде), так и на немецком языке [5]. Статья была перепечатана на английском языке в ряде изданий [6].

Только после этого, в ноябре 1901 г., появляется статья Никольса и Халла с предварительным сообщением о результатах их работы (сами авторы датируют ее августом того же года; доложена она была 29 августа 1901 г.). Окончательный отчет о работе напечатан в 1903 г., а представлен в декабре 1902 г. [7]. Из этих данных следует, что никакого вопроса о приоритете Лебедева или Никольса—Халла и не может возникнуть.

Какова должна быть сравнительная оценка работ русского и американских исследователей? И прежде всего: кто такие американские соперники нашего соотечественника?

В нашей общей прессе встречаются утверждения, что американские авторы (мы не повторяем бранимых выражений) — какие-то недобросовестные дельцы от науки, которые захотели «пристроиться» к блестящему достижению московского физика. Это совсем не так, и победа, им одержанная, для своей полной оценки вовсе не нуждается в умалении заслуг его противников.

Вот кто первый из них — Эрнест Фокс Никольс. Он родился в штате Канзас в 1869 г. и, таким образом, на три года моложе Лебедева. Уже зрелым человеком (27 лет) он предпринимает поездку в Германию,² где работает в лаборатории Рубенса, приятеля Лебедева, знаменитого специалиста по инфракрасным вол-

¹ П. Н. Лебедев, Собр. соч., М., 1913, стр. 125, прим. 3.

² Американская физика конца прошлого века стояла на довольно низком уровне, и мысль поехать учиться в Германию была тогда вполне естественна: в Германии учился Рубенс, Траубридж, Никольс, отчасти Вуд и др.

нам. Там Никольсу удастся сделать три блестящие работы: две — по оптическим свойствам и селективному отражению кварца; третью (совместно с Рубенсом) — по созданию знаменитого метода «остаточных лучей» («Reststrahlen»). Кроме исследования светового давления, известны в особенности его работы по люминесценции (совместно с Мерриттом) и по поглощению электромагнитных волн (совместно с Тиром). Короче, это — ученый высокого ранга и должен быть трактован с полной серьезностью и уважением. Так к нему относился и П. Н. Лебедев, что мы увидим из дальнейшего.

Менее крупную фигуру представляет собой его партнер — Гордон Ферри Хэлл, на год моложе Никольса, канадский уроженец. Судя по его отдельным статьям, он приличный средний ученый.

Работа Никольса и Хэлла по световому давлению сделана в промежуток 1900—1902 гг. Действительно, ознакомление с предварительным сообщением показывает, что примененный инструментальный потребовал для своей сборки, испытания и налаживания никак не менее двухгодичного промежутка. Очевидно, что в начале своей работы американские исследователи не могли ничего знать об одновременной работе П. Н. Лебедева. Но что они и позже не обратили внимания на указанные выше рефераты в немецких реферативных журналах — это им должно быть немножко стыдно. А между тем это так.³ По этому поводу П. Н. Лебедев иронизирует в письме к Н. П. Кастерину от 24 декабря 1901 г.: «Сегодня получил длинное письмо от Никольса, где он утверждает, что ничего не знал о моих работах раньше: это у них в Америке бывает!».⁴ Ирония относится здесь не к утверждению Никольса, а к самому факту незнакомства его с предметом своего исследования.

В своем цитированном выше письме Никольс пишет: «Мы были живо заинтересованы Вашей статьей и счастливы видеть, что наши первые результаты столь хорошо подтверждаются Вашим методом, вполне отличным от нашего». Лебедев, в свою очередь, пишет в письме от 24 декабря 1901: «Тем существеннее то обстоятельство, что независимо (выделено Лебедевым. — Т. К.) получены гождественные результаты».

Прибавим к характеристике Никольса со стороны его компетентности в вопросах радиометрических сил, что он ими занимался еще в 1897 г. и опубликовал о них тогда же работу [5].

³ В письме от 3 декабря 1901 г., адресованном П. Н. Лебедеву в Наугейм (немецкий курорт, где лечился Петр Николаевич), Никольс писал Петру Николаевичу (Научное наследство, I, стр. 582): «Из Вашей статьи, пришедшей на прошлой неделе, мы впервые узнали, что Вы работаете над экспериментальной стороной вопроса. Из указываемых Вами статей (в женежских «Archives des Sciences Naturelles» и в «Докладах на международном конгрессе физиков») первая нам недоступна, вторая еще до нас не дошла, хотя несколько времени тому назад была заказана нашим книготорговцам».

⁴ Научное наследство, I, стр. 587 (письмо от 24 XII 1901).

на которую Петр Николаевич считал нужным сослаться в своей знаменитой статье 1901 г. в разделе «Предварительные опыты».⁵

Как мы видели выше, Никольс называет метод Лебедева «вполне отличным» от того, который применили американские ученые. Так ли это? И если так, то в чем заключалось различие?

Напомним, что и Лебедев и Никольс одинаково ставили своей целью: а) доказать существование сил светового давления и измерить их и б) сравнить эту измеренную величину с соответствующей величиной, предсказанной на основании теории Максвелла. Для измерения сил светового давления необходимо отделить последние от сопровождающих их посторонних радиометрических сил и сил газовой конвекции, причем и те и другие могут превосходить чрезвычайно малые силы «светового давления» в отдельных случаях в десять тысяч раз.

Как подходит к этим задачам П. Н. Лебедев? Конвекция газа, окружающего экспериментальное крылышко, может происходить от разных причин:

— Могут нагреваться стенки сосуда, в котором подвешено крылышко, а от них заключенный в нем газ. Лебедев устраняет эту опасность, предварительно пропуская проходящий в сосуд световой пучок через целый ряд стеклянных же пластин-зеркал и линз, причем поглощаемые стеклом лучи довольно полно отфильтровываются.

— Может нагреваться и самый газ в сосуде. Для предотвращения этой опасности приходится тщательно избегать присутствия даже следов газов, поглощающих свет в видимой и инфракрасной областях спектра. Лебедев избегает в своих опытах водяных паров и углекислоты, а также всяких смазок, замазок, клеев и каучука — всё вещества, могущие выделять в создаваемый вакуум такие вредные для опытов газы.

— Наконец, может нагреваться крылышко, а от него и окружающий его газ. Это нагревание имеется всегда, а особенно сильно при вычерненных крылышках. Единственный метод устранения влияния этой конвекции — наблюдение при освещении крылышка с двух сторон, причем оно должно иметь с этих двух сторон тождественные оптические свойства. Тогда, как легко сообразить, действие конвекции оба раза будет происходить в одну и ту же сторону, в то время как действие сил светового давления и сил радиометрических при перемене направления пучка также меняет свое направление; сумма отклонений крылышка при освещении слева и справа освобождена от действия конвекции.

Следует помнить, что силы, производимые конвекционными токами, конечно, должны падать с плотностью газа, т. е. с уменьшением давления. Это же уменьшение давления должно благоприятно отразиться на силах радиометрических. Еще Крукс изо-

⁵ Собр. соч., 1913, стр. 124, прим. 3.

бразил кривую изменения этих сил при падении давления; оказывается, что она при некотором низком давлении (порядка сотых долей миллиметра ртутного столба) переходит через максимум, а потом довольно быстро падает. Следовательно, если перейти за эту критическую величину, можно рассчитывать на выход сил светового давления на первое место (они, конечно, не зависят от давления газа).⁶ Лебедев приложил все старания к тому, чтобы повести откачивание воздуха дальше, чем другие исследователи. Мы указывали в другом месте на те искусные приемы, которыми он пользовался, предвосхищая идею диффузионного насоса.

Другой прием уменьшения радиометрических сил связан с глубоким анализом их природы: они объясняются различием «отдачи» газовых молекул на двух сторонах облучаемого диска — передней и задней; различие это зависит от разности температур на этих двух поверхностях диска. Следовательно, нужно уменьшить эту разность. Поэтому Лебедев отказывается от использования слюды, стекла и подобных веществ в качестве материала для дисков. Взамен он берет металл, как более теплопроводный, и притом в весьма тонком листовом виде. В выборе металла он очень ограничен: при низких давлениях пары ртути разъедают поверхности всех металлов, которые со ртутью дают амальгаму. У Лебедева диски сделаны из платиновой жести, никеля и алюминия. Это ухищрение многие считают важнейшим залогом дальнейшего успеха Лебедева. Так, его приятель по лаборатории Кундта, Пашен, пишет ему, получив от него его первую статью: «Ваш искусный прием («Kunstgriff»), заключающийся в том, чтобы бросать свет на металлические диски, является ключом к разрешению вопроса».⁷

Петр Николаевич получал для сил давления значения, отличающиеся от теоретических в пределах 20%; его цифры обычно больше теоретических. Значит, ему не удалось полностью устранить радиометрические силы. Но он добился того, что они стали меньше сил светового давления. Это видно из того, что действие светового пучка у него всегда больше на отражающих поверхностях и меньше на черных. Для радиометрических сил, как легко сообразить, имеет место обратное отношение.

Можно сказать, что опытами Лебедева существование сил давления доказано; показано также, что в пределах погрешностей опыта они равны величине, следующей из теории Максвелла; от-

⁶ В наших руках имеется собрание оттисков из коллекции П. Н. Лебедева, близких по теме к световому давлению, в том числе оттиск статьи Крукса за 1878 г. [9]. Там на стр. 301 изображена указанная кривая, имеющая диссимметричный вид. П. Н. Лебедев наклеил туда собственный чертёж, где отложил по оси абсцисс логарифмы давления, вследствие чего кривая стала симметричной. Впоследствии Вестфаль нашёл тот же факт и сделал из него чуть не открытие [10].

⁷ Научн. наследство, I, стр. 569 (письмо № 7).

ступления опытных данных от теоретических, как сказано, — около 20%.

При изучении произведения Лебедева читателя не покидает впечатление необычайной глубины научного проникновения, физической находчивости и умения не только решать труднейшую задачу, но и определять ту предельную точность, далее которой современная техника не дает возможности стремиться. Скупость фразы Лебедева поразительна: за каждым предложением угадываются целые недели исследовательского труда и творческого размышления.

Главное различие, существующее между методикой Лебедева, с одной стороны, и Никольса—Хэлла, с другой, заключается в различии принципа, которым авторы пользовались для устранения или ослабления радиометрических сил. У Лебедева это достигалось уменьшением давления в экспериментальном сосуде до возможных в то время пределов; Никольс и Хэлл воспользовались другим известным из опыта фактом, заключающимся в том, что при некотором более высоком давлении (порядка десяти миллиметров ртутного столба) радиометрические силы меняют знак, переходя через нуль. Авторы и стремились установить такое давление или подойти к нему возможно ближе. Далее, они исходили из правильного и тонкого соображения, что силы светового давления действуют моментально; наоборот, силы радиометрические (а также конвекционные токи) возникают только после осуществления акта нагревания диска (или газа). Поэтому другой способ уменьшить действие присутствующего газа американские ученые ищут в кратковременности освещения и создают для наблюдения баллистическую методику. Они считают, что вполне достигли своей цели.

Очень остроумно приспособление, посредством которого авторы пускают свет то на одну, то на другую сторону экспериментального диска (они наравне с Лебедевым прибегают к этому приему). У Лебедева для этого служила система подвижных зеркал. Совсем иначе решили задачу Никольс и Хэлл. У них подвес двойной: на верхней нити висит вертикальный стержень с укрепленным на нем горизонтальным магнитиком; к низу стержня подвешена измерительная система. Наружный по отношению к сосуду сильный магнит позволяет повертывать вышеуказанный магнитик, а с ним и всю вислящую ниже систему, на 180°. Правильность установки поверяется зеркальным отсчетом. Энергию, падающую на зеркальце, Никольс и Хэлл измеряют болометром. Никольс—специалист болометрических измерений; Лебедев всегда предпочитает термоэлементы.

Инструментарий Лебедева до крайности прост; ничто не выходит за пределы, доступные его собственным, как их называли в Германии, «золотым рукам». Никольс и Хэлл собрали богатейшее оборудование; все измерительные операции они стараются

проделать с метрологической точностью. Например, они микрометрически (отсчетная труба установлена на салазках делительной машины!) определяют положение центра светового пятна на зеркальце, его расстояние от оси вращения подвеса. Они приводят протоколы наблюдений, вычисляют случайную ошибку каждого определения и т. д. В результате они считают, что определили величину силы светового давления с точностью до 1% и с той же степенью точности нашли совпадение экспериментально измеренной и теоретически предсказанной величины этих сил. Вообще вся постановка измерений производит впечатление первоклассной, и это обстоятельство не может не располагать читателя в пользу авторов.

Однако некоторые детали опытов зароняют в нас некоторые сомнения в точности результата. Прежде всего, неприятно поражает то обстоятельство, что в первой статье, излагающей первоначальные результаты измерений, Никольс и Хэлл пришли для светового давления к величине, сильно отличающейся от теоретической, хотя работали с той же тщательностью, которая отличает их окончательные опыты: расхождение было больше, чем у Лебедева (22%). Впоследствии они нашли корень этого расхождения: он заключался в ошибочном определении сопротивления балометра. Невольно закрадывается подозрение, что, избавившись от случайных ошибок, авторы могли и в окончательной работе допустить какую-либо систематическую ошибку, а это свело бы на нет достигнутое ими близкое совпадение предвычисленных и найденных из опыта данных.

Отдельные детали работы способны дать дальнейшую пищу таким сомнениям. Здесь на первом месте надо поставить устройство экспериментального диска. У американских авторов он представлял собою покрывное стеклышко, посеребренное с одной стороны; серебряный слой с «воздушной» стороны был отполирован, и его две стороны, по словам автора, трудно было отличить друг от друга. Это — чрезвычайно неудачное устройство: оно делает в высшей степени неопределенным все поведение прибора. Две стороны зеркала резко отличаются одна от другой по своим физическим условиям: «воздушная» сторона слоя ведет себя почти так же, как отдельный металлический листок; наоборот, «стеклянная» отдает полученную теплоту не только газу, но и стеклу. Стекло при этом должно нагреваться.

Авторы напрасно думают, что нагревания не будет, так как, по их мнению, вся поглощаемая стеклом часть лучей отфильтрована на предшествующей части пути стеклянными пластинками и линзами. Это рассуждение совершенно справедливо у Лебедева. Здесь же при поглощении света серебряным слоем и при последующем его излучении в составе излучаемой энергии некоторая часть, несомненно, будет приходиться на участок спектра, поглощаемый стеклом. А что такое поглощение у Никольса и Хэлла

имело место, видно из того, что они нашли для коэффициента отражения со «стеклянной» стороны меньшую величину, чем со стороны «воздушной». Это — вообще труднообъяснимое обстоятельство: теоретически коэффициент отражения со стороны стекла должен быть не меньше, а больше, чем с противоположной стороны. Но авторы довольствуются указанием, что то же наблюдали и другие.

Диссимметрия экспериментального диска в отношении двух его сторон создает полную неопределенность для учета конвекционных и радиометрических сил, действующих на диск при освещении. Авторы все же полагают, что наблюдение с двух сторон «по крайней мере отчасти» устраняет действие присутствующего газа.

Если прибавить к этому, что у Лебедева было ясное понимание того, что при освещении диска с двух сторон (при том оптически тождественного с двух его сторон) устраняются силы конвекции, но не силы радиометрического характера, то здесь мы встречаем немотивированное высказывание об устранении тем же приемом всего действия газа и сосуда.

Далее, недостатком американской методики являлось то, что диск был серебрянный: серебро его, как и следовало ожидать, часто разъедалось парами ртути, и авторы принуждены были его менять. Достаточно ли часто они это делали? Не успевало ли зеркальце за время одной серии опытов чувствительно измениться? Как это могло сказаться на результатах и числовых данных?

Но, безусловно, самое слабое место работы Никольса и Халла — это их метод устранения радиометрических сил. Каким образом можно установить то давление газа, при котором последние фактически устранены? Авторы полагают, что это произойдет тогда, когда остающиеся силы будут в точности равны теоретической величине сил светового давления. Таким образом, самый принцип методики порочен: он, в известной мере, сводится к отысканию условий, при которых результат получится наиболее желательным.

Отчасти авторы парируют этот упрек. Для этого служат их наблюдения, предпринятые при разных временах освещения. При увеличении «экспозиции» радиометрические силы, согласно ожидания, сильно растут; при уменьшения, конечно, они, наоборот, падают. При этом остаточные силы, по-видимому, должны, как показывает их ход, при «нулевом» освещении быть равны иппе-указанной силе светового давления. Однако точного равенства предвычисленной величине из чертежа Никольса и Халла не усматривается.

В результате беспристрастный читатель, оставляя статью американских авторов, испытывает некоторую неудовлетворенность, и ему кажется, что им, несмотря на все усилия их таланта и экс-

периментальной ловкости, не удалось достичь той внутренней убедительности, которая присуща работе нашего соотечественника.

Конечно, большой интерес представляет мнение о работе Никольса и Хэлла самого Лебедева. Но по понятным причинам он набегал слишком откровенных высказываний на этот счет. Впрочем, в кратком виде мы находим его соображения в его посмертной статье, напечатанной в одном из сборников «Новые идеи в физике» [11]; статья эта вошла в качестве последней его работы и в «Собрание» его сочинений, изданное в 1913 г. В наших руках имеются и более интимные его высказывания в виде пометок на полях двух статей Никольса и Хэлла: их предварительного сообщения и их окончательной работы — доклада Американской академии наук [12]. Ввиду несомненного интереса этих пометок мы считаем долгом привести их здесь полностью [13].

В первой статье против слов авторов на стр. 308 «некоторые особенности в действии газа остаются необъяснимыми» Лебедев ставит на полях знак вопроса. Также знак вопроса поставлен на той же странице ниже, против фразы: «Средняя величина из результирующих сил на две стороны [диска] должна быть, по крайней мере отчасти, свободна от действия газа».

П. Н. Лебедев пишет: «Остроумно» — против описания устройства, посредством которого Никольс и Хэлл достигают освещения диска то с одной, то с другой стороны (стр. 310).

Стр. 313: «Все длины волн, деструктивно поглощаемые стеклом, были уже отсеяны из пучка к тому времени, как он достигал стеклянных крылышек». На полях рукой Петра Николаевича: «Ой ли?».

Там же: «Если бы каждый серебряный слой отражал одинаково с двух сторон, среднее из отклонений на двух плечах коромысла должно было бы быть отчасти (in part) свободно от действия газа». Слово «отчасти» подчеркнуто Лебедевым; на полях поставлен знак вопроса. Авторы признают, что условия опыта не вполне отвечают такому предположению; они пишут (в самом низу стр. 313): «Отражение при освещении стеклянной стороны крылышка уменьшает энергию, падающую на серебряный слой позади его, и результирующее поглощение в одинаковой мере». Пометка: «Верно».

Там, где авторы пишут (стр. 314), что трудно было отличить одну сторону крылышка («стеклянную») от другой («воздушной»), П. Н. Лебедев отмечает: «Это очень неточно».

Далее, на той же стр. 314: «Статические наблюдения были произведены при восьми различных давлениях газа — от 0.06 мм до 96 мм ртути». Эта фраза подчеркнута и против нее поставлены знаки вопросительный и восклицательный.

Ниже, там же: «Отсюда ясно, что дальнейшего устранения действия газа следовало искать в таких коротких освещенных, что действие газа имело бы время достигнуть лишь малой доли своего

стационарного значения». Отметка Петра Николаевича: «Гипотеза».

Последняя отметка в этой статье имеется на стр. 315 против того места, где авторы сообщают полученное ими значение светового давления, а именно 1.05×10^{-4} дин. Здесь Лебедев пишет: «А у меня было (черное крыло) 0.0000308 дин $= 0.3 \times 10^{-4}$ дин, отражающее $= 0.6 \times 10^{-4}$ дин».

В статье, дающей полное изложение опытов Никольса и Хэлла (1903), мы также находим ряд пометок Петра Николаевича.

В начале статьи американские авторы перечисляют старые (неудачные) опыты по световому давлению. Напомним, что то же с большой подробностью делал в своих работах Лебедев, а также Аррениус, восходивший к Кеплеру (1619); американцы указывают одного не упомянутого Лебедевым автора — «достопочтенного» А. Беннета (1792). Против этого места Петр Николаевич пишет: «Важная цитата», а в подстрочной ссылке авторов ставит черту против имени Беннета⁶ (стр. 560).

На стр. 572 стоит знак вопроса против описания устройства болометра (рисунок действительно маловразумителен).

На стр. 574 повторена фраза предварительного сообщения (стр. 313 — см. выше): «Все длины волн, деструктивно поглощаемые...». На полях пометка Петра Николаевича: «Das ist aber Hypothese».

Ниже, когда авторы признают, что «неожиданное различие в отражательной способности на двух сторонах зеркала не позволяло устранить действие газа вышеуказанным методом столь полно, как мы на то надеялись», стоит пометка: «Ай».

На стр. 575 Лебедев исправляет кривую № 7, относящуюся к давлению газа 0.05 мм рт. ст.

На стр. 584 авторы пишут, что для нахождения величины мощности лучистого потока они «определяли быстроту повышения температуры диска в момент прохождения ее через температуру окружающей среды». Пометка Петра Николаевича: «Мой метод».

На стр. 585 американцы описывают метод чернения диска (смачивание спиртом с распушенной в нем измельченной в порошок сажей со следами шеллака). Петр Николаевич отмечает: «Способ хорош, лучше платинировать».

На стр. 595 подробно рассказывается про рассеяние света диском и его измерение. Петр Николаевич пишет на полях: «Хорошо, что догадались смерить».

⁶ Позволим себе указать одно место, имеющее отношение к световому давлению, у М. В. Ломоносова: в его «Рассуждении о свете...» (Полное собр. соч., III, стр. 320) мы читаем, что если бы корпускулярная теория Ньютона была верна, лучи давно вытолкнули бы из солнечной системы всю материю.

Последнюю пометку Лебедева мы находим на полях стр. 597. Здесь Никольс и Хэлл пишут: «Когда к источнику [света] была обращена серебряная сторона крылышка, коэффициент поглощения радиации воздухом был 6%, а когда к нему была обращена стеклянная сторона, он равнялся 18%». Петр Николаевич пишет по этому поводу: «Эта разница огромна и поэтому очень опасна при наложении радиометрических «ил» (подчеркнуто в обоих случаях П. Н. Лебедевым).

Какова была сравнительная оценка работ Лебедева, с одной стороны, Никольса и Хэлла, с другой, у более или менее близких современников? Мы должны исключить из круга высказывающихся русских и англо-американских авторов ввиду их возможного пристрастия. Приведем два факта.

— Через год после смерти Лебедева, в 1913 г., московские физики во главе с П. П. Лазаревым предложили Вильгельму Оствальду, создателю и редактору серии «Ostwald's Klassiker», издать в этой серии работы Лебедева по световому давлению. Оствальд не нашел против этого предложения никаких возражений, и издание [14] (под редакцией П. П. Лазарева) было осуществлено.⁹ Мы считаем, что этот факт тем более знаменателен, что Оствальд, в прошлом прибалтиец, был ярким русофобом и во время первой мировой войны специально ездил в Швецию агитировать за ее вступление в войну против России. Никто не подумал о том, чтобы подобным образом издать работу Никольса и Хэлла.

— Прошло четверть века со дня опубликования первого сообщения Лебедева. В первый раз является мысль о повторении опытов Петра Николаевича в лаборатории Герлаха.¹⁰ Что мы читаем в предисловии Герлаха? Работа Лебедева квалифицируется как классическая; работа Никольса и Хэлла оценивается как мало-доказательная и не обладающая «внутренней убедительностью».

Наша национальная гордость может быть спокойна: ничто не затмевает славы, подобающей русскому ученому, работавшему в русском университете и выдвинувшему русское достижение далеко вперед за фронт науки всемирной.

⁹ По этому поводу К. А. Тимирязев опубликовал заметку «Лебедев-классик» [15].

¹⁰ См.: W. Gerlach. [Новые измерения светового давления (совместно с А. Гольсен — A. Golsen)]. *Zs. f. Phys.*, 15, 1, 1923.

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И СОЗДАННАЯ ИМ ФИЗИЧЕСКАЯ ШКОЛА [1]

Характеристика П. Н. Лебедева как научного деятеля не была бы полна, если бы, говоря о его собственных научных работах, прославивших его имя, мы не остановились на другой стороне его научной жизни — на его трудах по созданию новой научной школы.

Мы знаем, что многие выдающиеся деятели науки не оставили после себя учеников: нет школы Ньютона, нет школы Френеля. И если укажут в виде объяснения, что они — теоретики, то можно напомнить, что не было учеников и у гениального экспериментатора Фарадея.

Талант руководителя — это особый талант, часто совсем не совпадающий с талантом ученого-исследователя: гениальный Гельмгольц почти не создал школы; не гениальный, а только очень талантливым учителем П. Н. Лебедева, А. Кундт, создал блестящую плеяду учеников.

Огромный талант исследователя в П. Н. Лебедеве сочетался с необычайной силой талантом руководителя. И, несколько не умаляя значения его научных работ, можно спросить: не был ли его главным, лучшим талантом талант руководителя?

В чем состоит этот талант руководителя? Это — сила, которая способна собрать вокруг себя учеников, увлечь их на свой путь, передать им умение идти по нему, невзирая на трудности, заставить их гореть стремлением к цели, подсказанной учителем. Это — сложная социально-психологическая проблема, и не здесь решать этот вопрос. Но если не ответ на него, то блестящую иллюстрацию к нему дает деятельность Петра Николаевича.

Есть несколько типов работников науки. Некоторые из них спокойно работают в тиши своих кабинетов и лабораторий. Их работу можно сравнивать с работой строителя, составляющего план здания. Иногда этот план — гениальная схема, и наука долгие

годы удобно живет в помещениях, созданных по этому плану. План может быть и недокончен в отдельных частях: явятся другие работники и также спокойно разработают недоделанные детали.

Но есть люди мыслящие, как художники, картинами и образами: для них здание — не план, не схема, а живое создание их художественной фантазии: это красивая анфилада комнат, это стройно возвышающийся, соразмерный в своих частях, прекрасный фасад. Здесь нет места недодуманной детали: пустое место оскорбляет глаз, оно властно требует своего заполнения. И художник творит и переживает муки творчества, и превращает ночь в день, и жадно ищет сотрудничества других, чтобы только воплотить возможно скорее в жизнь свою идею.

Так работал и наш учитель. И все, что сделали его ученики, свидетельствует о том, что он их сделал участниками своей идеи, своего творчества.

С этой точки зрения все работы, вышедшие из лаборатории Петра Николаевича, сразу получают взаимную связь, позволяющую их рассматривать как одно нераздельно целое. И с этой именно точки зрения мы сделаем сейчас их беглый очерк.

Центральная часть работы П. Н. Лебедева — это, как известно, его капитальные исследования по световому давлению. Когда они предпринимались, в науке господствовало убеждение, что они явятся решающими между старой (упругой) и новой (электромагнитной) теорией света. Противоречием этому воззрению являлись, однако, выводы Бартоли, который пришел к понятию о световом давлении совершенно независимо от каких-либо представлений о природе световых колебаний. И вот, после опубликования работы Петра Николаевича о световом давлении появляется статья лорда Рэлея, который доказывает, что не только световые, но и всякие волны должны стремиться расширить то пространство, в котором они возникают. Эта идея вполне отвечает тому представлению, которое создал себе по этому вопросу П. Н. Лебедев, и он немедленно решает проверить его опытом. Для этого прежде всего исследуются волны, распространяющиеся на поверхности жидкости. Один из учеников Петра Николаевича (Н. А. Капцов) под его руководством с успехом доводит это исследование до конца. И, согласно ожиданиям теории, оказывается, что волны стараются удалить от источников волн преграду, поставленную на их пути. Сила их при этом измеряется и также оказывается в согласии с предсказанной величиной [2].

Следующая задача — обнаружить силы давления в распространяющейся по воздуху звуковой волне. Этим исследованием занимается другой ученик П. Н. (В. Я. Альтберг) [3]. Многим ученикам Петра Николаевича памятливы те невыносимые по интенсивности и упорной продолжительности звуки, которые часами неслись из комнаты, где производилась работа. И она приводит к тому же результату: звуковое давление, несомненно, существует,

а величина его — того порядка, который предсказывается для него теорией.

Если исследователю стал известен новый факт, необходимо его изучить со всех сторон. П. Н. Лебедев не ограничивается тем, что устанавливает существование звукового давления — он делает из него новый метод исследования звуковых явлений. В. Д. Зернов получает задачу, составившую предмет его магистерской диссертации. — сравнить существующие способы измерения силы звука с новым способом, основанным на измерении давления, производимого звуком [4]. Способ звукового давления имеет некоторые теоретические преимущества перед другими в том отношении, что позволяет определять интенсивность не только чистых тонов, но и более сложных по составу звуков. Результатом двух исследований В. Д. Зернова является, между прочим, портативный и удобный фонометр — прибор для измерения силы звука [5].

В то же время возникает вопрос: не может ли звуковое давление служить методом для обнаружения таких звуков, которые не поддаются другим методам исследования? Сюда относятся такие высокие звуки, которые лежат далеко за пределами слышимости человеческим ухом. Метод их получения указан был ранее, но подробного их исследования не было произведено. Оно и производится по плану Петра Николаевича в московской лаборатории В. Я. Альтбергом [6]. При этом получают и изучаются самые короткие звуковые волны — всего только в 1.0 мм длины.

Это исследование впоследствии пришлось продолжать в несколько новом направлении Н. П. Неклепаеву [7], который по предложению П. Н. Лебедева должен был выяснить один очень интересный с теоретической точки зрения вопрос: не является ли воздух (и вообще газы) средой: мутной для этих коротких волн, так как для них воздух уже не является однородной средой и уже начинает сказываться его молекулярная «зернистость»? Работа приводит к непосредственному заключению, что в исследуемых областях уже начинает сказываться поглощение воздухом звуковых волн. Этот факт находится в согласии с положениями Кирхгофа, Стокса и Джинса, пришедших к своим выводам из чисто теоретических соображений.

Работы по коротким звуковым волнам характерны для научных вкусов П. Н. Лебедева и в другом отношении. Здесь ярко проявилось его постоянное стремление к объединению отдельно стоящих частей науки перенесением методов, свойственных одной части, в другую. Едва ли не большей долей своего необычайного изящества эти работы обязаны именно такому перенесению на них оптических методов исследования.¹ В этом направлении планы П. Н. Лебедева шли гораздо дальше того, что он и его ученики

¹ Первая работа лаборатории Петра Николаевича — работа П. Б. Лейберга о затухании резонаторов [8] — тоже основана на перенесении методов Бьеркнеса из электромагнитной области в область акустики.

успели завершить. Сюда же относится работа А. Б. Млодзеевского [9], который по плану Петра Николаевича исследовал скорость распространения звуковых волн методом, очень близким к известному оптическому методу Физо. П. Н. Лебедев предполагал впоследствии применить тот же способ к коротким, неслышимым звуковым волнам.

Вот тот цикл работ, объединенных вокруг идеи волнового давления, который выпал на счастливую долю московской школы разработать и завершить под руководством своего основателя. Одного этого цикла было бы достаточно, чтобы обратить на школу внимание ученого мира. Он — гордость и слава Лебедева как руководителя.

Я думаю, что уже отсюда достаточно ярко выясняется, в чем лежало то внутреннее обаяние, которое постоянно окружало в глазах учеников работу в лаборатории Петра Николаевича: они всегда чувствовали, что их усилия не являются разрозненными и случайными, что те камни, которые они приносили и клали, на их глазах, по указанию зодчего складывались в прекрасное здание, которое уже вырисовывалось своими строгими и классическими линиями.

Другой цикл работ лаборатории П. Н. Лебедева связан с его более ранними интересами — с вопросами об электрических колебаниях и волнах. Как известно, самые короткие электрические волны, наиболее близкие к видимым световым волнам, получены были самим Петром Николаевичем. Эту область, где он подвизался с таким блеском, он впоследствии оставил для еще более ответственных задач. Но он сохранял к ней постоянный интерес и своей колоссальной опытностью решил поделиться с другими. И вот в его лаборатории появляется ряд работ, посвященных электрическим колебаниям.

Одна из ранних работ этого цикла — докторская диссертация А. Р. Колли — ныне профессора Варшавского университета [10]. Задача была поставлена так: обнаружить, нет ли в области электрического спектра особых «аномальных» вариаций показателя преломления вещества (т. е. скорости распространения) в зависимости от длины волны, пробегающей по этому веществу. Такие вариации указывали бы, что молекулам свойственны и чрезвычайно медленные собственные колебания — в десятки тысяч раз более медленные, чем те, которые обуславливают появление видимых спектральных линий. Задачу эту ставили себе многие европейские исследователи, но решали неудовлетворительно. Работа Колли впервые дает на поставленный вопрос вполне доказательный и богатый результатами положительный ответ.

Эту тему разрабатывают потом ученики Колли — уже «внуки» П. Н. Лебедева по научной работе. В московской же лаборатории предпринимается исследование в другом направлении: теория указывает, что аномальное изменение показателя преломления всегда

сопровождается поглощением проходящих через вещество волн. По поручению Петра Николаевича В. И. Романов [11] ищет и действительно обнаруживает полосы поглощения волн веществом в тех областях электрического спектра, где Колли подметил аномальную дисперсию.

Изучение тех обстоятельств, которые сопровождают прохождение волн через вещество (спектральный анализ в широком смысле слова), служит могучим орудием проникновения в самую суть и в детали строения молекулярного мира. И П. Н. Лебедев решает поставить в своей лаборатории эту задачу во всей ее полноте. Он разрабатывает метод, позволяющий в небольшой сравнительно спектральной области изучить поглощение волн веществом. Несколько учеников получают для исследования по одному такому небольшому участку электрического спектра [12]. Далее П. Н. Лебедев вырабатывает замечательный самопишущий прибор — спектрограф, предназначенный для изучения области, промежуточной между видимым спектром и электрическими волнами, — волн инфракрасных. Этот прибор, выполненный по указанию Петра Николаевича К. П. Яковлевым, к сожалению, при жизни своего изобретателя не успел еще дать тех результатов, для достижения которых был построен [13].

Другие ученики получают для исследования видимую часть спектра, третий — еще более заманчивую задачу: выработать метод наблюдения возможно коротких ультрафиолетовых волн, чтобы перекинуть мост от световых волн, через темную и неисследованную область, к X-волнам, открытым Рентгеном. Смерть П. Н. Лебедева остановила многие из этих начинаний.

Электрические колебания интересуют Петра Николаевича и с другой стороны. Так, он проектирует изучение магнитных свойств металлов — изучение, опять-таки основанное на наблюдении распространения электрических волн по проволокам. Эту работу исполняет В. К. Аркадьев [14]; он обнаруживает интересную область чрезвычайно быстрых вариаций магнитных свойств металлов и попутно дает способ получать самые короткие колебания, распространяющиеся по проволокам.

П. Н. Лебедев много интересовался и тем, чтобы сделать учение об электрических волнах более наглядным в преподавании. Под его руководством Н. К. Щодро вырабатывает способ демонстрации (и изучения) очень коротких и притом, по-видимому, слабо затухающих электрических волн.²

Работа самого Петра Николаевича протекала преимущественно в указанных двух руслах: волновое давление и электрические ко-

² Тому же стремлению сделать более наглядным учение о волнах вообще мы обязаны вышедшей из лаборатории Петра Николаевича работе С. В. Богословского, дающей ряд чрезвычайно красивых иллюстраций к теории волн; для этого на зеркале демонстрируются разные случаи волновых волн, распространяющихся на поверхности жидкости.

лебания. Но из этого поприще работа задавала, ему пытливому исследователю, множество побочных вопросов. В частности, его сильно занимала конструкция удобных измерительных приборов. Постоянная потребность в более чувствительном гальванометре привела его к задаче магнитной панцирной защиты. Эту задачу он также поручил одному из своих учеников — В. И. Эсмарху [15], который и довел ее до удачного окончания.

При исследовании светового давления П. Н. Лебедеву пришлось столкнуться со многими свойствами газов при низких давлениях. Эти свойства занимали его и ранее, в связи с изобретенным им способом делать термоэлементы более чувствительными. С одной стороны, теоретический расчет, многократно подтвержденный и экспериментально, говорит, что теплопроводность газа не изменяется при уменьшении давления. С другой стороны, личные опыты Петра Николаевича показывают (что требуется и логикой), что этой неизменяемости теплопроводности при достаточно низкой величине давления наступает предел. Где наступает эта граница, и в чем проявляются новые свойства газа за этой границей? На эти вопросы дает ответ исполненная в лаборатории Петра Николаевича работа П. П. Лазарева «О скачке температуры» [16].

Но процессы теплопроводности и внутреннего трения в газах родственны; они обслуживаются одними и теми же движениями молекул в газах. Является задача исследовать трение газов при низких давлениях. Это — только что законченная работа А. К. Тимирязева [17], еще раз подчеркивающая интимное родство между трением и теплопроводностью газов.

Я не могу стремиться в своем изложении к полноте³ и принужден пройти мимо других работ лаборатории Петра Николаевича — знаменитого «Лебедевского подвала». Я коснусь в немногих словах того, как развивал в его стенах свою деятельность создатель московской школы [18].

Петр Николаевич не любил лекций и, как бы удачны ни были отдельные его выступления в качестве лектора, он был на кафедре чужим. Его сферой была лаборатория, тесный кружок людей, связанных с ним одними научными интересами. Здесь он любил беседовать подолгу, часами, и здесь его воодушевленные речи поражали богатством мысли и образов; эти образы, в которые он художественно обладал свои научные представления, были настойчиво просты, подчас антропоморфичны, а мысль постоянно изобилвала неожиданными сопоставлениями и парадоксами. И, наверное,

³ Мы, конечно, не могли назвать здесь всех работ, вышедших из лаборатории Лебедева, и упомянуть имена всех его учеников. Назовем еще А. Н. Генкина — впоследствии крупного профессора-электротехника во Франции, А. И. Вильзара — впоследствии работавшего у В. Вина, П. О. Эшштейна — ныне крупного теоретика в Пасадене (Калифорния), эмигранта с 1910 г.

долго будет жить среди учеников память о метких и образных выражениях учителя [19].

Беседы в лаборатории — одно из наиболее сильных воспоминаний его учеников. И, без сомнения, работа в лаборатории была одна из тех сил, которые привлекали людей к работе у него, не искавшего популярности, не любившего широких выступлений и не скупого на резкое слово в минуту неудовольствия.

В лабораторию Лебедев шел отдыхать от своих трудов, шел в неурочный час — иногда поздней ночью, и радовался, когда тут заставал прилежных тружеников. Приходил и больной, к отчаянию врачей. И почему знать: может быть, без этих долгих, утомительных обходов ему было бы хуже...

Научное общение Петр Николаевич считал одним из важнейших элементов развития начинающего ученого. Он первым в московском университете занял для своих учеников коллоквиумы — еженедельные собеседования: здесь докладывалась текущая научная литература и учились выступать начинающие. Праздником было самостоятельное сообщение которого-нибудь из работающих о собственном законченном исследовании. И над всем царил слово председателя, изумляющего всех памятью, богатством и разнообразием сведений и личных воспоминаний.

Из этих коллоквиумов выросло юное Московское физическое общество, носящее ныне имя своего основателя и первого председателя. В нем объединяются для совместной научной работы московские физики — по большей части ученики Петра Николаевича [20].

Мне вспоминается здесь один из парадоксов покойного: он часто доказывал, что у него нет ни одного ученика, и доказывал так: талантливых людей он не учил — они выходили в люди благодаря своему таланту; труд, время и нервы он тратил на людей без дара, а из них все равно ничего не вышло.

Над московской школой одна за другой разразились две катастрофы: сначала невероятный уход П. Н. Лебедева из университета и разрушение его научной лаборатории, а затем, менее чем через год, его преждевременная кончина. Если московская школа не погибла при этом и не погибнет в дальнейшем, то это будет лучшим ответом учеников Петра Николаевича на его трагично-шутливую теорию.

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ АКАДЕМИКА П. П. ЛАЗАРЕВА [1]

Руководитель и создатель московской школы физиков П. Н. Лебедев много рассказывал своим ученикам о знаменитом коллоквиуме, работавшем под руководством его учителя в Страсбурге Августа Кундта. При этом он постоянно сокрушался, что нам такое предприятие еще не под силу.

Но в 1902 г. он по настоянию своих старейших учеников сделал попытку к организации такого научного коллоквиума (ныне такие собрания называют чаще семинарами) при Московской физической лаборатории (Физический институт еще не был к тому времени достроен). Коллоквиум [2] сразу удался и увлек как его председателя, так и других участников. Как первый опыт подобного рода в Московском университете, он заинтересовал представителей и других специальностей, и в числе посетителей его в разное время можно назвать К. А. Тимирязева, Б. К. Млодзеевского (математика), Н. Н. Лузина и др.

И вот в первые же дни существования коллоквиума на его собраниях, с разрешения председателя, стал появляться не принадлежавший к сотрудникам Петра Николаевича молодой человек, не принимавший участия в прениях, вообще всегда весьма оживленных, но жадно прислушивавшийся ко всем выступлениям. При попытках вовлечь его в частные разговоры на научные темы он охотно шел им навстречу и поражал своей феноменальной памятью, огромной уже тогда эрудицией, скромностью, доходившей до застенчивости, и горячей верой в каждое напечатанное слово. Это был молодой врач, а впоследствии крупный ученый-физик П. П. Лазарев.

В то время Петр Петрович интересовался преимущественно физиологией органов чувств. Он только что сделал свои первые две работы: о независимости звукового впечатления от разности фаз между гармоническими компонентами звука и о взаимодействии органов слуха и зрения [3]. Значительно позже, должно

быть, в 1913 или 1914 г., он показывал на своем коллоквиуме такой опыт: в темной комнате звучит электромагнитный камертон, дающий звук постоянной интенсивности. В это время заливается лампочка. В момент ее вспышки все в аудитории явно слышат усиление (конечно, кажущееся) звука.

В дни молодости Петр Петрович преклонялся перед Гельмгольцем, воздавая ему едва ли не божеские почести. Из русских ученых он благоволил перед К. А. Тимирязевым и чрезвычайно высоко ставил его классические работы по действию света на хлорофилл.

П. П. Лазарев родился в 1878 г. и в 1901 г. окончил курс медицинского факультета Московского университета. По-видимому, именно интересы к физиологии и физике органов чувств привели его в клинику ушных болезней университета. Последняя была организована профессором Ст. Ф. Штейном на деньги, пожертвованные известной благотворительницей того времени Базановой. Клиника была оборудована по своему времени с большой роскошью и обладала богатым собранием физических, преимущественно акустических, приборов. Петр Петрович начал свою научную карьеру с должности заведующего этим кабинетом.

Затем наше знакомство с Петром Петровичем прерывается года на два: он уезжает в Страсбург, я — на японскую войну. Когда я возвратился и вновь получил место для работы в лаборатории П. Н. Лебедева — уже в новом институте, в знаменитом «Лебедевском подвале», — мне пришлось работать с Петром Петровичем в одной комнате, находившейся в подвальном этаже башни института. Он уже кончал свою работу по фотохимическому выцветанию красителей. Здесь ему, как известно, удалось весьма точными физическими измерениями, очень характерными для лебедевской школы, доказать точную приложимость закона Вант-Гоффа к реакции обесцвечивания красок [4]. Но, хотя исполнение работы имеет лебедевский стиль, сама тема совершенно чужда нашему общему учителю. Она явно принадлежит самому Петру Петровичу, который принес ее сюда из сферы своих физиологических интересов, отчасти, может быть, из знакомства с вышеупомянутыми работами К. А. Тимирязева об усвоении световой энергии хлорофиллом растений.

Мне не приходится здесь говорить о фотохимических работах Петра Петровича и его школы более подробно — этому посвящен особый доклад С. И. Вавилова [5]. Скажу только, что открытый им закон независимости квантового выхода фотохимической реакции внутри одной полосы поглощения — мы здесь применяем терминологию, которой сам Петр Петрович в то время еще не мог пользоваться, — этот закон, несомненно, вдохновлял и С. И. Вавилова, когда он в применении к явлениям фотолюминесценции устанавливал еще более широкую закономерность, известную ныне у нас и за границей под именем «Закона Вавилова» [6]. В 1907 г.

происходил, как известно, первый Менделеевский съезд (в Петербурге, в конце года). На этом съезде Петр Петрович показывал демонстрационное расположение, дающее возможность в условиях лекционного эксперимента показать выцветание цианина одновременно в лучах различных спектральных участков.

Сам он в это время работал над новой темой — о температурном скачке на границе твердого тела в газе крайнего разрежения. В противоположность первой его физической работе эта работа подсказана, несомненно, П. Н. Лебедевым. Ее происхождение таково. Петр Николаевич опубликовал работу, в которой показал, что можно усилить чувствительность термоэлемента, помещая его в наилучшую достижимую пустоту. Между прочим, с тех пор такие термоэлементы фабричного изготовления вошли во всеобщее употребление, но никому не приходит в голову назвать их именем их прямого автора: выпускаемые в продажу приборы приносят пользу — да и славу — не тому, кто их изобрел, а тому, кто их первый запатентовал... Идея таких термоэлементов связана с некоторыми тонкими физическими соображениями, которые не могли не занимать ученика кундтовской школы П. Н. Лебедева. Ведь сам Кундт, а не кто другой, доказал впервые, что при доступных в его время диапазонах низких давлений газов внутреннее трение и их теплопроводность не зависят от давления. При экстраполяции к ультравысоким разрежениям это свойство ведет к абсурдным следствиям: полная пустота должна вести себя так же, как любой газ при атмосферном давлении.

Ясно, что при крайних разрежениях должны проявляться какие-то новые обстоятельства, и теория указывает их для внутреннего трения — в скольжении газа у твердой границы, а для теплопроводности — в скачке температуры у этой же границы. Оба эти факта подверглись проверке в лаборатории П. Н. Лебедева: скачку температуры посвящено исследование П. П. Лазарева (впоследствии это его магистерская диссертация [7]), а особенностям внутреннего трения — прекрасная работа А. К. Тимирязева [8]. Обе эти темы вытекали из необходимости теоретически обосновать усиление чувствительности термоэлементов при эвакуации их баллонов.

Справедливость требует указать также, что самый интерес к вопросам высоких разрежений у Петра Николаевича возник, несомненно, в связи с его капитальной работой о световом давлении, где успех был определен в значительной мере тем, что посредством остроумного приема Петру Николаевичу удалось повести разрежение несколько дальше, чем его предшественникам в этого рода исследованиях.

Исследование П. П. Лазарева по-лебедевски просто и прозрачно по своей методике: в регулируемом вакууме два металлических зеркала поставлены на близком расстоянии друг от друга и параллельно друг другу. Верхнее — при более высокой,

нижнее — при более низкой температуре. Между ними перемещается термозлемент, измеряющий температуру газа в той точке, где он находится, а также при непосредственном прикосновении к зеркалу — температуру последнего. Факт скачка температуры устанавливается непосредственным опытом и оказывается близким к теоретически ожидаемой величине.

Работа эта, как сказано, была защищена Петром Петровичем в виде диссертации на степень магистра. К сожалению, она, не в пример другим его работам, не имела прямого продолжения в работах его учеников; по-видимому, подсказанная П. Н. Лебедевым, она осталась нуждой собственным интересам П. П. Лазарева. Но, когда он впоследствии стал основателем и научным руководителем завода рентгеновской аппаратуры, близкое знакомство с вопросами вакуумной физики и методики не могло не оказаться весьма для него полезным.

Однако это случилось значительно позже. А в то время интерес Петра Петровича к молекулярной физике увлек его в глубь статистических методов. Помню, что он носился тогда с мечтой о введении в уравнения статистики времени как независимой переменной. Если бы это удалось осуществить, то термодинамика перестала бы быть наукой о равновесных системах и открылась бы возможность предсказывать течение всех тепловых процессов во времени. Иногда Петру Петровичу казалось, что он близок к решению этой фундаментальной задачи. Но мне неизвестно, чтобы в дальнейшем он что-нибудь писал по этому вопросу.

К этому времени параллельно интеллектуальному росту Петра Петровича определялось и постепенное возвышение его положения в лаборатории П. Н. Лебедева: из начинающего он стал зрелым ученым, из допущенного к работе постороннего посетителя лаборатории он стал старшим ассистентом Петра Николаевича, его правой рукой и помощником во всех его начинаниях. В частности, Петр Николаевич стал доверять его совершенно самостоятельному руководству известную часть сотрудников лаборатории, вплоть до определения тематики их работы. В это время стали появляться в лаборатории работы по статистике, по скорости распространения взрывных химических процессов и т. п. Это — тематика П. П. Лазарева, получившая свое полное развитие позже.

Сам он к этому времени вернулся к своей фотохимической работе, занялся кинетикой фотохимических реакций. Но спокойному течению этой работы суждено было испытать ряд трагических перерывов.

Немногие помнят теперь историю разгрома Московского университета министром народного просвещения, бывшим профессором Московского университета Кассо. Позволю себе восстановить эту грустную страницу нашей культурной истории в памяти читателей.

В самом начале 1911 г. Министерство народного просвещения разослало по высшим учебным заведениям своего ведомства циркуляр, предлагавший президиумам этих заведений принимать самые энергичные меры против назревавших студенческих волнений, или, как тогда их называли, «беспорядков». В частности, президиумам предписывалось при первых же сходках студентов вызывать на помощь полицию. Президиум Московского университета (ректор — А. А. Мануйлов, проректор — П. А. Минаков и помощник ректора — М. А. Мензбир, ныне все уже покойные) справедливо счел этот циркуляр нарушением университетской автономии, которая вверяла все заботы о поддержании порядка в университете работникам самого университета, и в таком духе составил доклад совету университета.

Совет с основаниями доклада согласился и уполномочил ректора на соответственные действия. При последовавшей сходке ректор отказался от услуг полиции. Тогда министр распорядился отстранить всех трех членов президиума от их должностей. Распоряжение это вызвало в университете бурю протестов. Многие члены совета, голосовавшие за предоставление президиуму полномочия не подчиняться незаконному распоряжению министерства, сочли себя наравне с президиумом ответственными за все последствия и подали в отставку. Движение получило широкое распространение: в отставку подали свыше 40 профессоров университета. К ним не замедлили присоединиться многочисленные младшие преподаватели университета — приват-доценты, ассистенты и пр., хотя они на совете университета не присутствовали, голосом в нем не пользовались (предмет постоянных ссор между «профессорской» и «младшей» группами старого академического союза), а потому никакой моральной ответственности за его действия нести не должны были.

Для многих деятелей университета наступили часы мучительных колебаний. Едва ли не тяжелей всех эти колебания были для П. Н. Лебедева. Он к этому времени был тяжело болен грудной жабой; от его бывшего довольно крупного состояния оставалась лишь малая часть, но под вопрос ставилось не только материальное благосостояние, а в особенности возможность продолжения научной работы. Он никогда не имел никаких совместительств, не был связан ни с одним научным учреждением вне университета, и ему, уйдя он из университета, пришлось бы начать заново строительство дела, которому он отдал в Московском университете без малого двадцать лет своей трудовой жизни. Но он ушел, принося в жертву гражданскому долгу больше, чем кто бы то ни было из его товарищей и подчиненных.

Ушел, конечно, и П. П. Лазарев, и тут впервые ученикам Петра Николаевича, вообще бывшего всегда далеким от вопросов политики и общественной деятельности, пришлось погружаться с головой в дело устройства лаборатории П. Н. Лебедева на но-

вых началах общественной поддержки. В то время это значило искать сочувствия в слоях богатой буржуазии, недовольной порядками царской России. Не все здесь шло гладко. Я помню одно посещение богатого просвещенного представителя московской купеческой знати — человека, который в то время сам пробовал заниматься научными исследованиями. Мы были у него вдвоем с Петром Николаевичем. Хозяин принял нас любезно, выразил полное сочувствие к цели нашего посещения и обещал подумать о том, что можно было бы предпринять сейчас же. На следующий день он сам позвонил Петру Петровичу и объявил ему, что Лебедеву и его ученикам предоставляется полная свобода и распоряжение приборами физической коллекции Московской практической академии коммерческих наук. Так называлось одно среднее коммерческое училище, в коем обучались сыновья богатого купечества. . . В его «кабинете» и предлагалось вести научную работу главе всемирно известной физической школы со всеми его сотрудниками.

Первые неудачи не сломили духа у Петра Петровича и других учеников Лебедева. Но сколько нервов и трудов стоило им всем добиться понимания размеров возникшей задачи — это могут себе ясно представить только непосредственные участники этих трудов и их ближайшие товарищи. Первые шаги на пути к новому устройству были поддержаны народным университетом им. Шанявского, который снял для лаборатории Петра Николаевича подвал в доме № 20 по Мертвому переулку, на Пречистенке. В том же доме повыше поселились в двух близкорасположенных квартирах П. Н. Лебедев и П. П. Лазарев. Здесь их близость приняла характер тесной дружбы. И как ни удивительно, во многих вопросах доминировал здесь не недостижимо высокий для всех нас Петр Николаевич, а наш товарищ — Петр Петрович. Отчасти это объяснялось тем, что он внушал Петру Николаевичу неограниченное доверие как врач, а Петр Николаевич, как утопающий, хватался уже и за соломинку. . . Но в большей мере это имело в своей основе тот факт, что для устройства всех внешних сторон жизни на новый лад из всех окружающих Петра Николаевича людей больше всех сделал, конечно, П. П. Лазарев.

Петр Николаевич Лебедев прожил после всех этих событий недолго. В апреле 1912 г. мы похоронили его, почтили торжественным заседанием, издали его труды и обратились к повседневной работе. Коллоквиум Лебедева перешел под руководство П. П. Лазарева в университет Шанявского. Работы учеников Петра Николаевича тоже кое-как устроились. Сам Петр Петрович продолжал свою фотохимическую работу в лаборатории Московского высшего технического училища.

Судьба устроила для этой работы еще один перерыв. В один ужасный вечер препаратор училища позвонил Ольге Александровне Лазаревой и сообщил ей самым категорическим тоном, что у Петра Петровича взорвался прибор и что при этом один глаз

выбило, а на второй он ничего не видит... К счастью, дело оказалось не в такой мере ужасным: при взрыве пострадал только один глаз, причем дело ограничилось кровоизлиянием. Я помню наше испуганное паломничество к Петру Петровичу в частную хирургическую лечебницу П. А. Постникова. Он оправился довольно быстро, но у него остался какой-то дефект в цветовом зрении на поврежденный глаз. Сам Петр Петрович не унывал, а впоследствии сумел из своего «увечья» сделать метод для исследования некоторых вопросов цветового зрения...

Дело общественной помощи науке, изгнанной из Московского университета, между тем, шло своим ходом и дало богатые результаты. В частности, для физиков был построен прекрасный институт, впоследствии описанный Петром Петровичем [3]. Его все знают — это нынешнее здание Физического института Академии наук. Но открытие его не обошлось без некоторого «скандала». Я не буду здесь входить в описание этого печального события. Последующее развитие событий оправдало Петра Петровича от многих вин, действительных и воображаемых; из полученного им института он сумел в короткое время и при самых грозных внешних условиях создать солидное научное учреждение с широкой и своеобразной тематикой.

Но вот грянул гром революции. Многие научные работники при его первых раскатах совершенно и безнадежно растерялись; как те, которые стояли за новый порядок, так и те, которые были «по ту сторону баррикады». Приходилось искать для своего привычного дела новых оснований и новых применений, говорить с новыми людьми и на новом языке.

Несомненно, одним из самых первых, нашедших себя в новой обстановке, был Петр Петрович Лазарев. Я помню наши беседы после долгой разлуки (я в то время работал в Харькове), которые меня совершенно поразили; я изнывал от того, что не мог достать нужный мне один спектрофотометр, а у Петра Петровича я их увидел целых пять или шесть, и получены они были уже после революции. Мы все были воспитаны на теориях «чистой науки», а здесь я увидел в широком масштабе прикладные темы и практические задачи: дело шло о задачах маскировки и демаскировки. Подход к решению их был вполне научен и даже казался чрезмерно научным при тогдашних более чем скромных возможностях молодой пролетарской республики. Но тон П. П. Лазарева был уверен и бодр, а достижения и возможности — налицо. Приходилось не только согласиться с его подходом к делу, но и учиться у него тому, как приниматься за дело по-новому, располагая достаточным старым багажом.

К сожалению, кроме упомянутых работ по маскировке, Петр Петрович не обратился после этого ни разу к темам чисто физического характера. Но он достиг крупных успехов на других поприщах, и прежде всего — в области геофизики. Здесь на первом

месте следует поставить его работы по исследованию Курской магнитной аномалии [10].

История этого вопроса такова. О существовании Курской магнитной аномалии в науке было известно уже давно, но подробным исследованием ее мы обязаны приват-доценту, а впоследствии профессору Московского университета Э. Е. Лейсту. На свои более чем скромные приват-доцентские достатки он ежегодно ездил в область аномалии, нанимал телегу — тоже на те же «достатки», — и производил сотни кропотливых и точнейших измерений магнитных элементов. Впоследствии критики ставили Лейсту в вину, что он при преувеличенной точности магнитных измерений довольствовался гораздо более грубыми данными о координатах наблюдений. Все же его измерения — первая солидная основа наших знаний о Курской аномалии.

До революции подробное исследование аномалии не принесло других осязаемых результатов, кроме ажиотажа на земельном рынке: местные помещики разживались и прогорали на спекуляциях своими земельными участками. Сам Лейст утверждал, что аномалия такой громадной протяженности и абсолютной величины может вызываться исключительно наличием громадных залежей железа. Геологи согласно утверждали — это необходимо помнить, — что в железе в этих местах не может быть и речи. Против геологов ни Лейст, ни заинтересованные в его торжестве помещики не могли возразить ничего, кроме лепета о том, что в одном месте они видели ржавую воду в источнике и т. п.

После революции Лейст ездил за границу и там умер. По-видимому, он пытался заинтересовать в курской руде германские промышленные круги. Во всяком случае, составленная им карта аномалии попала в руки немцев, а они пытались продать ее Л. Б. Красину за какие-то миллионы золотых марок. Л. Б. Красин при случае спросил мнения на этот счет П. П. Лазарева. Последний энергично восстал против германских домогательств и предложил заново снять карту с затратой меньших средств.

С этого начались труды грандиозной Комиссии по исследованию Курской аномалии. Петр Петрович впервые поставил эту задачу непосредственно на службу практической геологии, вернее, геологической разведке. Задача такова: обследовать область аномалии — и не только магнитными, но и различными гравиметрическими методами — и по результатам определить, где и в каком количестве залегают обуславливающие ее магнитные, т. е. железные, массы. Задача эта весьма сложна, а при беглом взгляде представляется даже безнадежной: как известно из теории потенциала, одно и то же силовое поле вдали от источников может производиться бесконечным разнообразием источников. Истинную плотность зарядов, как показывают уравнения Лапласа и Пуассона, можно однозначно определить только измерением поля в непосредственной близости к источникам.

Некоторый выход из этого положения дается соображениями уже не математического, а геологического характера. Дело в том, что не всякое распределение масс, все равно — магнитных или материальных, — оказывается вероятным с геологической точки зрения. Вот почему геологам должно было принадлежать в некоторых случаях решающее слово в Комиссии по Курской магнитной аномалии, и в обиход ее рассуждений вошли пласты горизонтальные и наклонные, наломы пластов, похороненные хребты и т. п.

Таковы были теоретические предписания работы Комиссии, которые далеко не представлялись такими ясными вначале. Затем надлежало выработать и практическую методику изысканий. В этом вопросе большое значение получило веское указание академика А. Н. Крылова, который предложил для пользования Комиссией прибор, применяемый в морском деле, гораздо менее точный, чем лейстовские инструменты, но зато работающий не в пример быстрее. Если вспомнить хозяйственную и политическую обстановку того времени, то приходится с величайшим уважением отнестись к трудам Комиссии, которой удалось получить карту аномалии, расширив ее далеко за первоначально предполагавшиеся пределы, истолковать ее геологически, проверить расчетные данные результатами непосредственного бурения и, в конце концов, подарить Советской родине точно обследованное месторождение железа в центре страны, в двух шагах от нашего главного угольного бассейна, и притом по общему содержанию железа превосходящее все, что имеется в Европе. Этот успех должен быть связан с именем П. П. Лазарева.

Исследованиям Курской магнитной аномалии не исчерпываются геофизические работы П. П. Лазарева [11], но в дальнейшем они уже никогда не поднимались до таких размеров и до таких огромных практических достижений. Мы можем, однако, назвать его интересную работу по теории течений в земных океанах и объяснению смены климатов в различные геологические эпохи изменяющимися направлениями этих течений. Далее следует ряд сейсмологических работ как самого П. П. Лазарева, так и его учеников. Работы эти тоже в своей совокупности не лишены значения. Короче, и вне связи с Курской магнитной аномалией можно говорить о Петре Петровиче как о геофизике.

Петр Петрович работал и над задачей о стекле и стеклообразном состоянии [12]. Но и здесь нам предстоит выслушать отдельный доклад об этих работах, и я могу ограничиться только упоминанием об этом.

И все же мы не коснулись самой важной стороны деятельности Петра Петровича — его трудов в области биофизики. Вполне естественно, что он, врач по образованию, уже с самых молодых лет задумывался над физическими и химическими задачами, возникающими в области физиологии и биологии вообще [13]. Об его ранних работах по физиологии органов чувств

мы говорили в начале нашего доклада. Но главный цикл его работ в этой области возник позже, в связи с выдвинутой Неристом теорией нервного возбуждения. Редкая способность Петра Петровича заражать своим энтузиазмом окружающих повела к тому, что мы, его приятели, совсем не врачи и не биологи по образованию, обзавелись книжкой Лёва «Динамика живого вещества» и дискутировали вопросы о путях распространения возбуждения в центральной нервной системе и другие подобные проблемы. О том, что создалось далее на этой основе, мы услышим от профессора Б. В. Дерягина.

Петр Петрович много интересовался вопросами психологии творчества и очень любил книжку В. Оствальда «Grosse Männer». На него большое впечатление производило оствальдовское разделение творцов науки на «классиков» и «романтиков». Первые спокойно работают в тиши и одиночестве над своими темами, не нуждаясь в помощи сотрудников, своим собственным трудом завершая свои мысли, часто даря человечеству неоценимые сокровища мысли и опыта. Вторые работают нервно, с надрывом, не поспевая облечь в плоть собственной работы свои идеи, рождающиеся у них в мучительном изобилии и властно требующие от них привлечения к немедленному разрешению возникающих задач все новых и новых учеников и сотрудников.

Наш общий учитель П. Н. Лебедев, несомненно, был таким типичным романтиком, и за ним по этому пути пошел и П. П. Лазарев. Этот путь он избрал сознательно и, я уверен, с некоторым насилием над своей природой и своими ранними привычками. Мы помним его молодым, когда он поражал своими инстинктивно здоровыми вкусами, соблюдал крайне простой режим, не признавал и в пище ничего острого, не прикасался даже к легкому красному вину, знал только одно излишество — в неустанной работе. Как-то трудно соединить с этими подробностями образ «романтика». Но идей у него рождалось множество, и учеников для разработки их он привлекал за свою жизнь много десятков, далеко превзойдя в этом отношении своего учителя...

Оглядываясь на эту жизнь, прожитую в великую, но трудную эпоху, полную труда, в постоянно меняющихся условиях, поражаешься богатством и разнообразием одушевляющих ее интересов. У кого другого из его — из наших — современников мы найдем такие обширные серии работ и по чистой физике, и по физической химии, и по геофизике, и по биофизике — работ, оставивших по себе память и сохранивших свое действительное значение?

Сегодня мы поминаем добрым словом ушедшего в вечность товарища по научной работе. Вместе с нами помянут его многочисленные товарищи и друзья, еще более многочисленные ученики и все, кому по разнообразнейшим вопросам придется рыться в громадном наследии, оставшемся после П. П. Лазарева.

ПАМЯТИ Д. С. РОЖДЕСТВЕНСКОГО [1]

Со смертью Д. С. Рождественского мы понесли крупную потерю. Когда большой человек уходит со сцены, хочется определить его место среди других оставшихся работников, учесть те кадры, которые его окружали и которые ему наследуют. Маленькая табличка, которую мне удалось составить, показывает, что Дмитрий Сергеевич Рождественский принадлежит к тому поредевшему, небольшому, но еще плотному строю ученых, которые продолжают работать на ниве русской науки.

В самом деле, если мы сгруппируем всех физиков, оставшихся в живых с дореволюционного времени, по пятилетиям, то самых старых — они, правда, еще не достигли 80 лет — физиков, родившихся от 1861 до 1865 г., осталось три: Г. Г. де Метц, А. А. Эйхенвальд и В. В. Скобелевы; из родившихся в пятилетие 66—70 г. я мог вспомнить только М. А. Шателена и Н. П. Кастерина; родившихся в 70—75 г. уже семь человек; старейшие из них Б. П. Вейнберг и В. Ф. Миткевич; к этой же группе относится как один из младших А. И. Тудоровский. А дальше строй становится более сомкнутым и крепким; здесь — тринадцать человек, в том числе наши академики П. П. Лазарев, Л. И. Мандельштам, А. Ф. Иоффе, Н. Д. Папалекси; к ним же принадлежал и Д. С. Рождественский; все они, кроме последнего, еще держатся и активно работают на пользу Родины. Мог бы работать и Д. С. Рождественский, но судьба решила иначе.

Я не задаюсь целью рассказать вам подробно биографию, но хочу описать все содеянное Дмитрием Сергеевичем. Мне только хочется по случаю близости дня полугодия с момента его кончины восстановить всем нам знакомый, а бы сказал, родной образ, восстановить в памяти все то главное, чем отличался Дмитрий Сергеевич, все то главное, что мы потеряли с его смертью.

Дмитрий Сергеевич — выходец из интеллигентной семьи. Его родители: отец сначала был преподавателем истории, автором нескольких учебников истории для средних и высших школ; мать

его — урожденная Щерба (Л. В. Щерба, член-корреспондент Академии наук — двоюродный брат Дмитрия Сергеевича). Впоследствии отец был директором народных училищ С.-Петербургской губернии. Семья жила безбедно; на деньги от преподавания и учебников могла даже приобрести дачу-хуторок. Мальчик изучал иностранные языки, играл на рояле.

Затем мы видим его в гимназии; знаем об этом, впрочем, очень мало. Мальчик — как другие: очень вдумчивый, хорошо работающий, иногда бывающий первым, во всяком случае, остающийся в числе первых и заканчивающий гимназию с серебряной медалью.

Мы мало знаем также и о годах учения в университете. На этих годах хочется остановиться. Это была глухая эпоха 90-х годов — годов полного торжества, полного внедрения так называемого Университетского устава 1884 г. Эта эпоха может быть названа мрачной в истории русской культуры и русских университетов. Университеты превращены в громадные бюрократические ведомства, где определены обязанности каждого, в том числе и профессора; определены те программы, которым он должен следовать, по которым должен излагать предмет. О науке ничего не говорится, за исключением тех мест, где говорится о достижении магистерской и докторской степеней: наука не фигурирует в числе обязательных занятий студентов. И можно констатировать, что этот порядок скоро утвердился и принес «пышные» плоды. Только уж слишком не подходяще этот эпитет к печальному положению, которое создалось в те годы. Было бы преувеличением сказать, что в русских университетах в те годы не было научной жизни, но жизнь эта теплилась слабо. Мы знаем хороших профессоров, мы знаем хороших ученых того времени, но научных школ почти не существовало.

В особенности печально было положение в области физики. В это время существовала только одна физическая школа, созданная как раз в эти годы трудами П. Н. Лебедева в Москве. Что касается Петербурга, то здесь, может быть, дело было еще печальнее, чем в других местах.

Главой русской физики был в то время А. Г. Столетов: он умер в 1896 г. После него наибольшим уважением пользовался один из старейших русских физиков, превосходный ученый, хотя весьма реакционно настроенный, Н. Н. Шиллер. Были и другие очень хорошие работники; например, по теоретической оптике работал Д. А. Гольдгаммер в Казани. Среди петербургских физиков можно назвать имена И. И. Боргмана и О. Д. Хвольсона. Боргман — автор первого учебника, где проагандировалось учение Максвелла. О. Д. Хвольсон — автор всемирно известного труда, переведенного на все языки (я имею в виду его курс физики). Жив был еще профессор Ф. Ф. Петрушевский, написавший прекрасный учебник, однако уже безнадежно устаревший к тому

времени, когда мы учились в университете. Эти лица, которых я называл, — очень почтенные сами по себе и много работали, но школы они не основали. И мы не знаем людей, вышедших из университета в то время, которые не испытали бы потребности поехать за границу и посмотреть, как там живут и работают физики и над чем работают.

Вот в какой обстановке Дмитрий Сергеевич решился работать. В то время в числе приват-доцентов университета был профессор Военно-медицинской академии Н. Г. Егоров — лицо, памятное в истории науки и часто цитируемое, потому что ему вместе с покойным Н. Н. Георгиевским принадлежит открытие некоторого явления, которое можно привести в связь с явлением Зеемана, и притом сделанное раньше, чем явление Зеемана было открыто. По-видимому, Дмитрий Сергеевич уже тогда интересовался оптикой, потому что он взял студенческую работу именно у Н. Г. Егорова; но ни тема, ни работа эта не сохранились.

Дмитрий Сергеевич сначала поступил на естественное отделение физико-математического факультета и увлекся ботаникой (это увлечение не оставляло его до последних дней). Но в конце года он увидел, что призванием его является более строгая наука, и потому перешел на отделение математических наук. Он прошел обучение на этом отделении за четыре года: начал в 1895 г. и должен был окончить в 1899 г. Но в этом году было два события в культурной жизни России: с одной стороны — столетие со дня рождения Пушкина, с другой стороны — грандиозные «беспорядки» в университете, впервые вылившиеся в форму всеобщей забастовки. И вот эта забастовка помешала Дмитрию Сергеевичу держать экзамены в 1899 г., он не захотел, как тогда говорили, быть в числе «пушкинского выпуска»; он отложил экзамены и держал их только в 1900 г.

Следует еще отметить большое и плодотворное влияние на Дмитрия Сергеевича во время учения его старого товарища, сначала учителя, а потом друга и даже свойственника — А. А. Добиаша.

После окончания университета Дмитрий Сергеевич делает все, чтобы начать научную работу. Это звучит сейчас очень странно: нужно было предпринимать какие-то усилия, чтобы работать в науке. В настоящее время научная работа для всех лиц преподавательского, учебного и ученого состава высших учебных заведений и научно-исследовательских учреждений считается не только нравственным, но и служебным долгом, который нельзя забывать ни на минуту. В то время — время действия Университетского устава 1884 г. — понятие о таком долге не выработалось.

Впоследствии в беседах с Дмитрием Сергеевичем я спрашивал его: «Вот у нас в это время в Москве был Лебедев, который настянул и науку, учил, что она есть главная движущая сила университета, а в Петербурге вы ничего подобного не имели; там

никто не работал; почему Вы сами стали работать?». Он отвечал: «Этого мало: в Петербургском университете считалось неприличным работать — тот, кто начинал работать, тот „выскакивал“ из числа других, которые не работали; этот кастовый дух вел к дальнейшему принижению общего уровня до уровня слабейших». «Что же Вы сделали? — спрашивал я Дмитрия Сергеевича. — А наплевал... и начал работать».

Но начать работать на пустом месте — это не так легко. В самом деле, в чем трудность научной работы для начинающего? Во-первых, выбор темы; начинающий редко ясно представляет себе, насколько та или другая тема актуальна и возможна по исполнению; если тема выбрана, надо уметь преодолеть представляющиеся экспериментальные затруднения; по меткому выражению выдающегося экспериментатора, П. Н. Лебедева, «всякая экспериментальная работа состоит сплошь из одних затруднений». Только в действующей лаборатории, на организованном рабочем месте, при хорошем руководстве и в окружении товарищей, работающих в близкой области, работа идет плавно и без больших задержек. Но ничего этого Дмитрий Сергеевич не мог получить, как было выше сказано, в старом Петербургском университете.

Он два раза ездил за границу. Он ездил к Винеру, знаменитому автору работы о стоячих световых волнах. Ездил на один семестр к Друдэ и занимался с некоторым успехом определением оптических констант металлов. Из начатых там работ он ни одной не окончил. Ездил еще в Париж, но обстановка научной работы в Париже произвела на Дмитрия Сергеевича самое удручающее впечатление; и единственное, что он мог там делать, — это собирать некоторый материал и инструментарий для последующей работы.

И вот, приехав домой, он начинает работать и создает сразу классическую работу.

Чем отмечены научные интересы начала XX в., когда Дмитрий Сергеевич приступал к своей работе? Теория Максвелла и Герца только что стала общепризнанной; работы Рубенса и Лебедева приносят ее окончательное подтверждение во всех деталях; но уже в 1900 г. образуется первая трещина в этой теории в виде формулы Планка. Однако это еще не мешает всем мыслить в терминах электромагнитной теории Максвелла и направлять свои работы по путям, указанным этой теорией. Теория Максвелла как раз в это время испытывает дальнейшее развитие в виде электронной теории, одновременно создаваемой, с одной стороны, теоретическими трудами Г. А. Лоренца, с другой — экспериментальными трудами, в особенности Кавендишской лаборатории и отчасти геттингенских научных институтов.

Ясно, что оптик того времени должен был заинтересоваться преимущественно вопросами, связанными с электронами оптике.

А это есть в широком понимании теория аномальной дисперсии. Не случайно, что в то время такие работы возникают и в Москве, и здесь в Петербурге. Дмитрий Сергеевич совершенно уверенно берется за эту задачу, как одну из самых актуальных.

Он имел своих предшественников. Явление аномальной дисперсии было открыто за 40 лет перед тем Кундтом и Христиансенем; аномальной дисперсией занимаясь сам Гельмгольд; появилось и несколько новых экспериментальных исследований над аномальной дисперсией — в частности и паров натрия; и это дело включился Вуд. До сих пор в наших кабинетах мы пользуемся той блестящей демонстрацией аномальной дисперсии в парах натрия, которая была предложена Вудом; но у него это исследование и осталось по существу только блестящим лекционным экспериментом. Затем этим делом занимался С. Лориа. Однако при исследовании аномальной дисперсии ему удалось только констатировать начало аномалии с той и с другой стороны полос. Он не только не мог наблюдать явление в спектральном промежутке между двумя полосами поглощения натрия, но вообще мог только вычислением обнаружить, что дисперсия описывается лучше двучленной, а не одночленной формулой. Ему удалось подойти к полосам на несколько ангстремов с той и с другой стороны от них. Всего, что находится ближе к середине, он не видел.

И вот тут является эксперимент Дмитрия Сергеевича, который проникает внутрь промежутка между этими полосами и делает не приблизительную разведку этой области, а классическое исследование, создавая при этом метод, который живет до сих пор в работах не только советских, но и иностранных ученых [2].

Дмитрий Сергеевич, разрабатывая метод исследования аномальной дисперсии, имел в виду не только его прямое назначение, видел свою цель не только в подтверждении теории аномальной дисперсии, но ставил и другую задачу — путем измерения аномальной дисперсии найти соотношение между силами вибраторов; он полагал, что для решения этой задачи аномальная дисперсия есть наиболее безупречная, хотя, может быть, и не самая чувствительная методика.

Вторая работа Дмитрия Сергеевича (докторская диссертация) посвящена отысканию сил вибраторов в разных дублетах и в разных спектрах [3].

Д. С. Рождественский вернулся к своей работе по аномальной дисперсии и в конце своей жизни; в последний год ее он успел сделать блестящее исследование, показавшее, что методика определения сил вибраторов с помощью аномальной дисперсии и открытого им метода «крюков» может быть продолжена и развита и на случай тугоплавких металлов. Первые такие измерения он успел сделать. Статья эта им оставлена в таком виде, что может посмертно появиться в печати [4].

Вот каким представляется нам Дмитрий Сергеевич на первых порах его работы. Это — настоящий ученый, с прекрасной собственной тематикой, неустанно работающий и, что особенно важно, начинающий привлекать к своей работе учеников. По аномальной дисперсии появляются и другие работы в Физическом институте университета [5]. Мы назовем в числе первых сотрудников и учеников Дмитрия Сергеевича Л. Д. Исакова и В. И. Турове-рова.

Внешне жизнь Дмитрия Сергеевича протекала таким образом: он по очереди проходил лаборантский, или ассистентский, стаж, потом стал экстраординарным профессором, к 1916 г. — ординарным профессором и директором Физического института Петроградского университета.

Мы, современники Дмитрия Сергеевича, его товарищи по работе, хотя и отделенные пространством, все еще мыслями в то время в терминах теории квазиупругого электрона в максвелловской теории. И вот раздался удар грома: появились работы Бора, которые показали, что путь, на котором беспомощны основы классической теории, приводит к легкому выходу, к естественному выходу, если отказаться от этой теории квазиупругого электрона и встать на точку зрения электрона, какими-то квантовыми условиями ограниченного в своем кружении около ядра атома. Да, ударом грома была эта боровская статья. Всем ясно, насколько трудно человеку, работающему с какой-нибудь им же созданной, выпестованной моделью, отказаться от нее и переключиться на совершенно другие воззрения. Это тем труднее, чем зрелее человек и чем более зрелы те работы, которые он вел в других представлениях. Однако Дмитрий Сергеевич это сделал.

В годы разрухи, когда мы потеряли вследствие блокады всякую связь с заграницей, Дмитрий Сергеевич опубликовал ряд своих замечательных работ, создал второй цикл своих исследовательских работ, относящийся к строению спектров водорода и (так им названных) водородо-подобных элементов [6]. Он воспользовался при этом очень остроумным приемом, подметив, что если начинать рассмотрение с далекой инфракрасной области, то можно легче найти соответственные орбиты у водорода и щелочных металлов.

Дмитрий Сергеевич распутал очень много до тех пор путанных вещей, исправил многие ошибки, которые были сделаны заграничными исследователями; короче говоря, сделал все то, что на Западе соединяют с именем Арнольда Зоммерфельда. И когда восстановилась наша связь с заграницей, то оказалось, что советские ученые ни в малейшей степени не отстали от своих заграничных коллег, что они знают то же самое, что знают и за границей — только знают в несколько отличном виде, иногда лучше, чем на Западе.

На основе своих исследований Дмитрию Сергеевичу Рождественскому удалось воспитать целую школу русских спектроскопистов, которая и в настоящее время продолжает свою работу на этом поприще, — воспитать не в каких-нибудь устарелых воззрениях, а в воззрениях, которые оказались прогрессивными и поставили нашу оптику на одинаковый уровень с иностранной. В этом тоже есть бессмертная заслуга Дмитрия Сергеевича Рождественского.

У Дмитрия Сергеевича есть еще целый ряд других работ. Из них более известны работы по микроскопии [7].

Отмечу еще одно: Дмитрий Сергеевич — выдающийся мастер интерферометрии. Он охотно обращался к ее образам и методам. Он показал, что явления интерференции должны играть большую роль и при образовании микроскопического изображения прозрачных для света предметов. Он показал, что одной дифракции недостаточно, а важна еще именно интерференция. Это показывает, что когда он думал об интерференции, то он думал о ней не только как об отвлеченной картине, но и как о методе, который позволяет распутать очень многие вопросы, в том числе вопросы практического значения. Я с сожалением должен сказать, что не сумел прочно запечатлеть в памяти одного разговора с Дмитрием Сергеевичем, который важен потому, что он может служить исходной точкой для весьма значительных работ, работ по приложению явления интерференции к построению особого дальномера. По мысли Дмитрия Сергеевича, интерференцию можно было бы в некоторых случаях сделать гораздо более чувствительным методом, чем те методы, на основании которых дальномеры строятся ныне.

Дмитрий Сергеевич является совершенно исключительной фигурой среди русских ученых конца XIX и начала XX в., и вот в каком отношении. Русская промышленность в то время находилась в жалком состоянии. Она не предъявляла никаких запросов ученым и не испытывала потребности в них. Единственная наука, которая являлась в этом отношении некоторым счастливым исключением, была химия, и мы, физики, всегда завидовали химикам, что они черпают в самой, можно сказать, туше практических интересов и средства и новые задачи для дальнейшей разработки. Мы, физики, в известном смысле должны были вариться в своем собственном соку.

Странно, что в это время воспиталось и представление, что наука должна жить где-то на высоте, далеко от земли и мало интересоваться повседневными земными — промышленными и военными — нуждами. Я помню, как во время мировой войны в одной химической комиссии, которая занималась мобилизацией химических сил на службу обороне, многие ученые предлагали разные лабораторные эксперименты, разные лабораторные приготовления в небольших количествах нужных веществ: все соглашались делать граммы, в лучшем случае килограммы и литры, и когда кто-то

сказал, что сейчас десятки пудов приготовленного какого-нибудь простейшего вещества, например извести, лучше, чем 5 граммов протаргола, то присутствующие даже обиделись: «Мы не заводские, а лабораторные химики и не должны делать ничего другого, кроме этого».

Еще хуже, как уже отмечалось, обстояло дело с физикой. Теперь странно даже представить себе такое положение. Сейчас не хватает кадров физиков для обслуживания разных видов промышленности: не только в оптической промышленности, но и во всех отраслях промышленности (об электрической нечего и говорить) нужны образованные физики. Тогда было совсем другое. И вот пионером того движения, которое привело отечественную физику на служение промышленности и обороне, был Дмитрий Сергеевич Рождественский. И в этом его вторая и бессмертная заслуга. Как это случилось?

Во время мировой войны оказалось, что Россия полностью зависит в оптике от Германии. У нас не было оптических заводов, не умели делать оптического стекла, не умели проектировать оптические приборы. Впрочем, был один (!) оптик — покойный А. Л. Гершун, который умел рассчитывать оптические системы. За оптическое стекло Германия получала от нас хлеб по какому-то расчету, кажется, через Швецию. Насколько помню, говорили, что за тонну оптического стекла Германия получала вагон или несколько вагонов зерна.

При таких условиях началась в тогдашней России борьба за оптическое стекло. И, несомненно, главные усилия и главные успехи были связаны с именем Д. С. Рождественского. Он связался с бывшим императорским фарфоровым заводом; он там присутствовал при первых опытах над варкой оптического стекла; он подбирал всю ту, тогда молодую, ныне почтенную ячейку, которая взялась за это дело и довела его до современного состояния. Об оптическом стекле уместен отдельный обстоятельный доклад. Позвольте мне только сказать, что в настоящее время, как вы знаете, мы не выписываем из-за границы ни одного килограмма оптического стекла. Вам понятно, какие громадные трудности стояли на пути и как нужно было их преодолеть, чтобы прийти к такому результату. Дмитрий Сергеевич был один из самых воодушевленных работников этого дела. В свое время его консультантская и организационная работа на этом поприще отмечалась и правительством и прессой.

Я помню, как на меня, человека, только что пришедшего в Оптический институт, произвело впечатление то, с каким увлечением Дмитрий Сергеевич говорил о том, на каких новых принципах, как красиво можно построить рациональный каталог оптического стекла.

Эти заботы Дмитрия Сергеевича привели к основанию Оптического института. Все знают Оптический институт в его теперешнем

виде. В каком виде Оптический институт был в начале его существования? Теперь уже осталось очень немного лиц, которые это помнят. Директор Физического института Петроградского университета Д. С. Рождественский отделил 14 комнат в Физическом институте для работы Оптического института. К числу работников института было причислено что-то вроде 40 человек. Места тогда хватало с избытком. Когда впоследствии оказалось тесно и Оптическому институту удалось добыть новое здание, то Рождественский качал головой и говорил: «Когда и чем мы напоем это здание?». В 1926 г. там уже было тесно, и в 1930 г. было освоено новое помещение. Но и там уже через два года оказалось тесно, пошел еще дом, пошла надстройка над ним.

Это все совершилось на глазах старых работников. И совершилось потому, что потребность в этом правильно угадал и решение вопроса правильно поставил на надлежащую стезю Дмитрий Сергеевич. Вначале, конечно, не существовало ясных контуров, по которым бы разделялся Оптический институт. Была «атомная комиссия», был «ультрафиолетовый отдел»; уже потом пришло новое разделение. Основная идея была такова: иметь мощный научный отдел, в котором решаются так называемые чисто научные вопросы и воспитываются для работы кадры. Затем имеется ряд прикладных отделов. На первых порах были: оптотехнический, вычислительный, фотометрический, отдел оптического стекла; после к ним присоединились и другие. Была еще создана маленькая фотографическая ячейка, насчитывавшая трех работников.

Дмитрий Сергеевич неоднократно в своих замечательных речах высказывался о том, как он представляет себе построение научно-исследовательского института. На мартовской сессии Академии наук в 1936 г. он говорил [3], что институты должны формироваться по производственному признаку; например, раз есть оптическое производство, то должен быть и оптический институт. Институт должен быть комплексным; если он занимается оптикой, то он должен заниматься всеми сторонами оптики; если в оптику входят физическая оптика и геометрическая оптика, должны быть отделы физической и геометрической оптики; если есть фотометрия, должен быть фотометрический отдел; если есть вычисление систем, должна быть вычислительная оптика; если оптика применяется для получения изображения при фотографировании, то должен быть тут же фотографический отдел; если есть фотохимические задачи, тут же должна быть фотохимическая лаборатория; если есть часть оптики, занимающаяся изучением цвета, то здесь же должна быть и цветовая лаборатория. Дмитрий Сергеевич полагал, что создание такого комплексного института даст такую силу, которой нигде на Западе, где нет этой комплексности, не существует.

Он полагал тогда, что главное в таком институте — его прикладная часть, что эта прикладная часть, обслуживающая промыш-

ленность, должна сопровождаться обширной научной ячейкой, которая работает теми средствами, которые дает соответствующая отрасль промышленности. Он ставил в упрек творцам других институтов, что они исходят из противоположного воззрения, устраивают физические институты и уже потом находят для этих физических институтов приложение. Нет, приложение должно быть первым, а научная работа должна в значительной части вытекать из тех запросов, которые ставятся практикой.

Схема Дмитрия Сергеевича гласила далее: надо идти в промышленность, надо изучать ее, надо становиться выше этой промышленности и надо завоевывать эту промышленность для новых методов, для новых приборов и т. д. И это должен делать физик, пришедший в эту промышленность.

Эта роль, приписываемая физику, часто оспаривалась и, я думаю, оспаривается и до сих пор. В самом деле, мы, физики, приходящие в промышленность и — мы часто говорили так Дмитрию Сергеевичу — знакомые с этой промышленностью, конечно, более или менее теоретически, не знаем всех тех трудностей, которыми она живет; часто эти трудности бывают просто организационного порядка, и наше вмешательство может не помочь, а даже повредить. Он все эти возражения всегда отметал. Отметал чем? Прежде всего личным примером: «Вот я пришел в стекловаренную промышленность тоже со стороны, тоже не знал ее...» У оппонента сразу возникал в уме вопрос: кто оставил в стекловаренной, оптической стекловаренной, промышленности большой след, чем Дмитрий Сергеевич? Ответ один: вероятно, никто.

Могут сказать, что это только одна отрасль — отрасль оптического стекловарения. Послушаем, что говорит один из старых сотрудников Дмитрия Сергеевича — И. Е. Александров⁽²⁾. Дмитрий Сергеевич, работая в оптике и желая быть знакомым со всеми отраслями оптики, пришел к нему, чтобы изучить дело шлифовки и полировки стекла, и был прилежным и внимательным учеником. Но скоро роли переменялись. Дмитрий Сергеевич заявил, что все это надо делать иначе; надо создать точные методы контроля. И если теперь промышленность Советского Союза имеет такие методы, то, безусловно, надо сказать, что этим мы обязаны Дмитрию Сергеевичу и его трудам.

Таким образом, он, благодаря своему необыкновенному таланту, благодаря своим недюжинным организаторским способностям, сумел преодолеть те трудности, о которых я говорил, и сумел найти и сказать новое, решающее слово.

Что касается вообще вопроса о построении институтов, о том, что в институте является главным и что является второстепенным, то это вопрос дискуссионный. Промышленность охотно признает, что институты устроены для промышленности, но не всегда промышленность понимает вторую сторону вопроса, что для того, чтобы эта промышленность хорошо обслуживалась, надо, чтобы

хорошо обслуживалось и чисто научное дело соответствующего института. Вопросу о комплексности тоже мешает во многих институтах ведомственное разделение. И если в каком-нибудь институте один вопрос является нужным непосредственно тому ведомству, в котором находится этот институт, а другой нужен другому ведомству, то очень часто этот второй вопрос страдает из-за ведомственных неувязок.

Мне надо еще сказать об организационной деятельности Дмитрия Сергеевича в университете. Одно дело работать самому, другое дело — дать начало целой научной школе. Как я уже говорил, в предреволюционное время существовала одна школа русских физиков, — это московская школа Лебедева. В Петербурге был разброд, одиночество. Если в настоящее время вы в сфере физики можете именно в Ленинграде видеть особо высокий рост, особенно блестящие результаты, то и это связано с именем Дмитрия Сергеевича Рождественского.

В первом десятилетии нашего столетия три человека особенно много потрудились над тем, чтобы объединить петербургских физиков. Это был прежде всего П. С. Эренфест, который в то время приехал из-за границы, был женат на русской, Т. А. Афанасьевой, и сделал чрезвычайно много, чтобы объединить русских петербургских физиков и чтобы зажечь в них интерес, слабо представленный тогда к теоретической физике. Вторым и третьим надо на равных началах назвать А. Ф. Иоффе и Д. С. Рождественского. А. Ф. Иоффе недавно был по заслугам чествован за эту сторону своей деятельности — создание кадров советских физиков. Д. С. Рождественский умер раньше, чем эта роль его была отмечена официально.

Эта школа физиков, школа оптиков, началась в университете. И, собственно, университет пожал от нее, может быть, главные плоды. В настоящее время вышло так, что физический факультет университета на две трети состоит из людей, вышедших из школы Д. С. Рождественского и им возвращенных. Они находятся там и у деканского поста, и заведуют главными кафедрами, и играют наибольшую роль в преподавании. Но в еще большей мере это можно сказать об Оптическом институте. Все старейшие работники, кроме, конечно, самых старейших, вышли из школы Оптического института. Оптический институт сам себя пополняет. У Дмитрия Сергеевича есть теперь «внуки» по науке, а может быть, есть и «правнуки».

Остановимся, однако, на том моменте, когда все это пришлось создавать, когда, кроме Дмитрия Сергеевича, ни одного русского оптика не существовало в Петербурге и в Петрограде. Сопоставьте это с тем, что сейчас есть, и громадность содеянного Дмитрием Сергеевичем предстанет перед нами во всем величии.

Дмитрий Сергеевич замечателен и своими речами, которые поразительны не только по своему содержанию, но и по свежести

мысли. Возьмите его речь на Менделеевском торжестве, когда он, начавший свою работу с квазинупрягого электрона, становится на точку зрения оптики шредингеровского волномеханического представления для объяснения структуры молекул [10]. Возьмите другую замечательную речь, произнесенную на пятидесятилетии Государственного оптического института [11]. Я присутствовал еще при одной речи, которую слышали лишь немногие на оптическом заводе. Организуются лекции, чтобы этот завод приобщить постепенно к интересам оптико-механической промышленности. Тогда является Дмитрий Сергеевич и прочитывает речь о микроскопе. Это — шедевр в смысле изложения, в смысле постановки задач. [12]

Есть, однако, много дел Дмитрия Сергеевича, о которых мало кто знает, так как они не получили своего завершения. Напомню одно. Издательство «Советской энциклопедии» решило издавать физическую энциклопедию, и вот Дмитрий Сергеевич загорелся этим делом, взял на себя редактирование этого словаря, разработал все необходимые планы. Очень скоро, к сожалению, оказалось, что у издательства не хватает ни бумаги, ни средств, ни денег, ни людей, что такие грандиозные мероприятия сразу по всем отделам науки ему пока не под силу; это дело еще ждет своего будущего, которое, конечно, придет. Как Дмитрий Сергеевич составлял эти планы, как их разрабатывал, объединял, как беседовал с авторами, что от них требовал и на что указывал — это хотя и незавершенное, но тоже совершенно исключительное дело Дмитрия Сергеевича. Это характеризует его не только как человека, целеустремленного планом, но и еще как художника в душе, который видит картину уже законченной, оскорбляется всякими неудачами, всякими недоделанными местами и не успокаивается до тех пор, пока эта выношенная в глубине его души картина не получит своего окончательного завершения.

О последних годах Дмитрия Сергеевича надо говорить либо очень мало, либо очень много. Я предпочитаю ничего не сказать.

Впрочем, я думаю, что и сказанного достаточно, чтобы как мы, его старейшие товарищи, так и менее знавшее Дмитрия Сергеевича более молодое поколение запечатлело в душе этот замечательный образ человека, учителя, ученого и беспартийного большевика.

ПАМЯТИ А. Н. КРЫЛОВА [1]

Товарищи, я отчетливо представляю себе, насколько трудна моя задача. Яркая фигура А. Н. Крылова, конечно, не потускнела после года, прошедшего с тех пор, как мы его видели последний раз, и сказать что-нибудь такое, что бы адекватно изобразило его фигуру, что бы сравнилось с тем образом, с которого мы пишем слабое подобие, — это задача очень и очень трудная. Но все же у всех нас, соприкасавшихся по своей работе, есть чем поделиться друг с другом. И вот таким несовершенным очерком своих личных воспоминаний об Алексее Николаевиче, о его жизни и творчестве, о его деятельности как ученого и человека я и займу вас в течение предоставленного мне короткого срока.

Боюсь, что и в дальнейшем буду несколько злоупотреблять местоимением «я». Прошу не принять это за признак нескромности: это неизбежно, раз я хочу говорить о своих личных воспоминаниях как человек, имевший счастье знать Алексея Николаевича и часто встречаться с ним.

Редко, но все же бывает, что первая встреча с человеком производит неизгладимое впечатление. В моей жизни таких встреч было две-три. В их числе я считаю и встречу с А. Н. Крыловым.

Это было в 1909 или 1910 г. Я был еще начинающим ученым, а А. Н. Крылов, в расцвете своих сил и таланта, приехал в Москву — в Московское математическое общество, чтобы рассказать о своих работах по стабилизации миноносца на волне с помощью гироскопов.

Живо вспоминаются присутствовавшие на собраниях Математического общества. Я туда хаживал редко, потому что я физик, а не математик, но, конечно, знал всех участников. Вот Н. Е. Жуковский, черный, грузный, рассеянный и невнимательный в докладе. Он все время отвлекается собственными мыслями, но иногда вдруг воодушевляется словами докладчика и подает ему реплики неожиданно тонким для его фигуры голосом. Вот больше-

головый, с умным и чрезвычайно добродушным лицом С. А. Чап-
дыгин. Вот механики — ученики Н. Е. Жуковского — Г. Г. Апфель-
рот и Д. Н. Горячев. Из математиков — «китаец» (или
«Ли Хун-чанг») П. А. Некрасов, А. К. Лактин, Д. Ф. Егоров.
В более ранние годы там бывали Н. В. Бугаев, В. Я. Цингер;
долгое время секретарь общества, маленький Б. К. Млодзеевский —
талантливейший лектор, с необыкновенно оживленной и почти
непрекращающейся жестикуляцией.

Все они довольно плохо одеты, довольно плохо причесаны,
словом, имеют как раз такой вид, какой полагается иметь ученым
«провинциальной» Москвы. А у доски стоит высокий ростом
военный, с окладистой черной бородой (ее почти обязательно
носили военные времена Александра II), с хорошей строевой
выправкой, с хорошими командными нотками в голосе. Он яв-
ляется — тогда необычайное для военного дело — целый ряд шести-
кратных интегралов и выводит из них простые механические и
физические следствия, вплоть до числовых результатов. А мне,
недавно вернувшемуся из армии и все еще находящемуся под
обаянием настоящей воинской дисциплины, так и представляется,
что А. Н. Крылов командует всеми этими уравнениями и инте-
гралами и они по его команде послушно проделывают все те пре-
образования, которые он им указывает.

В последующие годы я часто встречал имя А. Н. Крылова:
познакомился с его статьей в «*Encyclopädie der mathematischen
Wissenschaften*» [2] и узнал, что он — один из немногих иностран-
ных участников этого издания и является мировым авторитетом
в вопросах кораблестроения. С большим уважением отзывался об
А. Н. Крылове живший тогда в России П. С. Эренфест, впослед-
ствии — преемник Г. А. Лоренца на кафедре Лейденского универ-
ситета. Затем я много восторженных отзывов слышал об Алексее
Николаевиче от моего приятеля П. П. Лазарева, который встре-
чался с ним в кружке молодых ученых физико-математического
факультета Петербургского университета, собиравшемся у Л. А. Чу-
гаева. Там постоянно бывал В. А. Стехлов, заглядывал иногда
И. П. Павлов. Туда заходил и А. Н. Крылов.

Потом имя А. Н. Крылова связывается в моих воспоминаниях
с огромным событием в русской физической литературе — с выхо-
дом в свет (1916) русского перевода «Начал» Ньютона. Эта книга
сейчас же появилась на наших книжных полках, и знакомство
с ней заставило всех нас с особым уважением отнестись к чело-
веку, который с таким подъемом и энтузиазмом, а одновременно
с таким искусством исполнил эту работу, являющуюся предметом
нашей гордости. Напомним, что далеко не все народы создали
что-нибудь подобное для приближения своего научного читателя
к родоначальнику всего нашего научного естествознания.

Имя А. Н. Крылова в дальнейшем связывали с набраньем
в Академию П. П. Лазарева. Тут многие из нас не были согласны

с его мнением и считали первым кандидатом в Академию не П. П. Лазарева, а покойного А. А. Эйхенвальда. Но, видимо, обаяние личного знакомства с П. П. Лазаревым определило в данном случае выбор А. Н. Крылова.

Мое личное знакомство с А. Н. Крыловым состоялось в 1928 г. и сопровождалось извинениями с моей стороны. Вот как это произошло: С. Ф. Ольденбург поручил мне в крайне короткий срок составить обзор деятельности Академии по математике и физике за послереволюционные годы. Я отказывался: я не ленинградец, материалов было мало, лично я мало кого знал. С. Ф. Ольденбург настаивал. В конце концов пришлось в одну ночь написать статью. Написал и... наделал ошибок: приписал академику А. Н. Крылову работы члена-корреспондента Н. М. Крылова. Вот за это я и просил у него извинения при первом нашем знакомстве. Он отвечал: «Да, я это видел, это пустяки, конечно, но вы напишите Николаю Митрофановичу. Я то не обиделся, а он обидится». Так оно и вышло: Н. М. Крылов при встрече до сих пор корит меня за то, что я наделал в 1928 г.

Вскоре после этого А. Н. Крылов взял на себя директорство в Физико-математическом институте, а я оказался его ближайшим помощником. Работа у нас шла дружно и, насколько я могу судить, продуктивно. Здесь я мог наблюдать А. Н. Крылова вблизи, увидеть его как человека и ученого в полный рост.

Я помню бесконечные разговоры и споры в дальнейшие годы со своим учителем П. Н. Лебедевым о том, какой тип развития человека следует считать нормальным. Петр Николаевич ненавидел системы, ставящие себе целью «создать тип всесторонне развитого человека». По его мнению, которое он защищал со страстью, нормальным типом развития является такое развитие, когда человек с самого начала не ставит себе задач об овладении всей суммой человеческих знаний, а стремится продвинуть научное исследование вперед в одной какой-нибудь, хотя бы очень узкой, области знания. Дальше уже идет вопрос таланта: если человек талантлив, то вокруг этого стержня «своей специальности» он расширяет свои работы до очень широких масштабов. Если он не талантлив, то остается довольно узким, но хорошим и полезным специалистом.

Так вот, если бы к теории П. Н. Лебедева понадобилась иллюстрация, то нельзя было бы придумать более убедительную и блестящую, чем пример А. Н. Крылова.

А. Н. Крылов начал свою сознательную жизнь с того, что поступил в специальное морское училище. Он был моряком-математиком, моряком-инженером, моряком-артиллеристом, моряком-магнитологом, моряком-историком. Все многогранные проявления его личности связаны с этой основой, которая обнаруживает во всей его жизни настоящего моряка. Но при этом он оказался человеком необыкновенного таланта, а потому расширил и свой зна-

ния и возможности своего дела до чрезвычайно широких пределов. Ему понадобился математический метод для его работы — и он математикой овладел так, как будто его главной специальностью была именно математика. Он не ограничивался журнальными сводками, а глубоко изучал всю литературу, решительно шел до конца, или, вернее, до начала вопроса, и если его изыскания заводили его все дальше и дальше, то он доходил и до Лапласа, и до Ньютона, и до их предшественников. Поэтому обычные литературные сводки, которые обязательны для каждого автора, принимали у него характер настоящего исторического изыскания, и он постепенно делался выдающимся специалистом по истории науки.

Он — опять же, как настоящий моряк, — должен был знать и историю русского флота, и это привело его к глубокому знакомству с эпохой Петра I, к глубокому знанию ее законодательства и языка. Кстати, о языке самого А. Н. Крылова с необыкновенным уважением говорил такой знаток русского языка, как С. Ф. Ольденбург. Недавняя статья А. С. Орлова подчеркивает особый характер этого «крыловского» языка и ставит задачу его изучения.¹ Мне хотелось бы отметить близость языка Алексея Николаевича к языку Петровской эпохи.

Но, будучи таким глубоким знатоком ряда отраслей — не знаю только, можно ли всю математику назвать отраслью, — Алексей Николаевич сознательно отрекся от всего того нового в физике и механике, что не имело того или иного прямого отношения к его специальности. Следует признать особой заслугой покойного Л. И. Мандельштама то, что он, когда они жили вместе в Боровом, много говорил ему о новой физике, и А. Н. Крылов здесь впервые вник в идеи новой физики. Но, конечно, и после этого они остались чуждыми его методам мышления и работы.

Совсем анекдотом звучит то, как Алексей Николаевич относился к вопросам эстетики, в частности — в архитектуре. Тут у него на первом плане стояла категория полезности. Вспоминаю по этому поводу рассказ покойного заведующего секретариатом Академии наук Б. Н. Моласа. Это был исключительно культурный человек, мысливший о жизни преимущественно в терминах искусства и красоты. Приходит к нему А. Н. Крылов и говорит: «Я придумал, как расширить помещение Физико-математического института». — «Как же Вы хотите это сделать?». — «А знаете, во втором этаже потолки непомерно высоки. Нужно разделить все комнаты по высоте пополам». — «Это уже пробовали сделать в другом крыле здания. Выходит плохо: в верхней половине помещения темно, так как туда выходит только один квадрат окна, да

¹ Академик А. С. Орлов. Академик А. Н. Крылов — знаток и любитель русской речи. Вестн. АН СССР, 1946, № 1, стр. 78—83; см. также в кн.: Языки русских писателей. Изд. АН СССР, Л., 1948, стр. 178—187.

² Оно было расположено в главном здании Академии наук, на углу Университетской набережной и Менделеевской линии.

и то у самого пола». — «Ничего, мы еще прорубим окна». — «Алексей Николаевич, кто же это позволит? Ведь это здание Гваренги!».

А. Н. Крылов приходит в негодование: «Какой-то . . . Гваренги построил нелепое здание, а я не имею права его перестроить!».

Мне довелось встречаться со многими крупными людьми, и почти все они являли ту же особенность: наряду с глубокими мыслями в одной — в их родной — области они позволяли себе быть на грани наивности в других областях, а то и за этой гранью. Но то, что было бы непростительно для обыкновенного человека, не только не компрометировало их, а, напротив, придавало их облику особую прелесть самобытности и неподдельности.

Сильнейшее впечатление производил каждый разговор с А. Н. Крыловым, а нам удалось иметь их немало. В Физико-математическом институте, в котором протекала наша работа, были организованы совместные завтраки: устилали бумагой верстак в мастерской, заваривали чай. За завтраком шли разговоры, а в них пальма первенства принадлежала Алексею Николаевичу. Все те истории и примеры, которые вошли в том его сочинений, посвященный преподаванию механики, были рассказаны нам здесь. При этом возникали споры, но состязаться с Алексеем Николаевичем было нелегко — он в спорах бывал необыкновенно остроумен и крепок.

В особенности любили мы выслушивать суждения А. Н. Крылова по морским вопросам и обо всем, что с ними связано. Вот, например, мы прочитали утром в газете о гибели в Красном море французского парохода «Жак Филиппар» и о том, как оказавшиеся вблизи советские моряки оказали ему помощь и как французы их же обвинили в поджоге парохода. Мы сейчас же интерpellуем к Алексею Николаевичу, и он начинает рассказывать всю эту историю на свой лад, но как рассказывать! Он знает решительно все: и финансовые дела общества «Messageries Maritimes», которому принадлежал погибший пароход, и правила Ллойда о страховании пароходов, и города (Марсель и Сайгон), между которыми «Жак Филиппар» курсировал, нравы в этих городах, состав населения Сайгона и пассажиров парохода, их поведение во время рейса. Он знает, почему пожар начался в пустой каюте. И все это вычитывается из краткой и сухой газетной заметки и сообщается с категоричностью и убедительностью очевидца и острого наблюдателя.

Своеобразных характеристик, изречений, метких слов и острых словцов вспоминается столько же, сколько было разговоров с Алексеем Николаевичем. Я не без колебаний решаю все это вспоминать, но в конечном счете уверен, что никто из моих слушателей не примет этого за знак недостаточного уважения к светлой памяти А. Н. Крылова: ведь я хочу представить Вам не подделанное под общий стандарт и потому выдуманное лицо, а живого

человека, и притом необыкновенно оригинального, самобытного и яркого в своей самобытности.

А. Н. Крылов несомненно был художником слова. Он сам это чувствовал, и потому многое из своих рассказов он записал. В его архиве хранится немало заметок, не имеющих научного значения, а попавших туда как остроумный анекдот, как тонко подмеченное слово, произведшее в свое время на Алексея Николаевича впечатление, и т. п. Эти заметки, хранящиеся в его архиве, доставят большое художественное наслаждение тому, кто будет в них разбираться. Часть этих материалов вошла в его «Воспоминания», которые А. Н. Крылов опубликовал под конец своей жизни [3]. Книга — превосходная, и все прочли ее с большим удовольствием. Фигура Алексея Николаевича вырастает перед нами как живая. Однако всем нам, знавшим А. Н. Крылова лично, кажется, что книга все же далеко недостаточно доносит до читателя образ ее автора, потому что в жизни он был еще разнообразнее, еще многостороннее и самобытнее во всех своих высказываниях и повседневных действиях.

Читая его книгу, все время вспоминаешь, что и как по тому же поводу рассказывал Алексей Николаевич устно. Читаем, например, воспоминание о вынужденной его работе в Главной физической обсерватории. А вот его устный рассказ о том, как он запретил производить некие согласованные в международном порядке наблюдения. Дело касается наблюдения температуры на поверхности почвы. Все согласны в том, что эта величина не поддается точному определению. Тем не менее ее продолжают во всем свете полагающееся число раз в сутки измерять. Узнал об этом Алексей Николаевич, зовет к себе заведующего наблюдениями, спрашивает, так ли у него производят наблюдения. «Так!». — «Как по Вашему мнению, это правильно?». — «Нет, не вполне правильно, но существует международное соглашение по этому поводу». На другой день А. Н. Крылов издает приказ по обсерватории: «Запрещаю производить наблюдение температуры на поверхности почвы». Об этом случае в обсерватории долго рассказывали со священным ужасом. Может быть, если бы на свете было побольше таких людей, как А. Н. Крылов, в разных частях земного шара не делали бы ежесуточно нелепых наблюдений...

Особенно жалко, что в своих «Воспоминаниях» Алексей Николаевич почти совсем не касается вопроса о том, как он работал над своими произведениями. А между тем, нам, знающим огромное значение его научных работ, так жадно хотелось бы заглянуть в эту скрытую от нас лабораторию.

Из докладов комиссии по изданию сочинений А. Н. Крылова нам известно, что он почти не оставлял после себя неоконченных трудов — он все задуманное успевал завершить. Почему? Потому что он никогда, начав работу, не оставлял ее для другой ранее ее

окончания, и единственная действительно незаконченная работа А. Н. Крылова — это доклад об истории открытия Нептуна, доклад, который он хотел прочесть осенью 1946 г. на заседании, посвященном 100-летию со дня этого открытия. Я не обижу докладчиков, выступавших с прекрасными докладами на состоявшемся юбилейном заседании, если скажу, что без А. Н. Крылова это заседание не могло пройти так, как оно прошло бы с ним.

О том, как Алексей Николаевич работал, раз взявшись за какой-нибудь труд, мы найдем указание в трудах его самого. Вот что он пишет в своем предисловии к переведенным им «Началам» Ньютона: «Я придерживался латинского текста издания 1871 года и, переводя его сперва почти подстрочно, неоднократно перечитывал и исправлял этот перевод так, чтобы при точном сохранении не только смысла подлинника, но и самих слов автора достигнуть правильности и гладкости русского языка и избежать употребления латинских слов вроде: импульс, эффект, факт и т. п., которые от написания их русскими буквами не становятся русскими. Затем для еще более тщательной чистки я этот перевод вновь переписал сам для подготовки его к печати». Да послужит это поучение на пользу тем, кто будет приниматься за работу над классическим сочинением!

В справочнике о ленинградских ученых А. Н. Крылов написал о себе: «Прикладная математика и математическая физика; колебательное движение материальных систем». Здесь на равных правах фигурируют чистая теория и ее приложения. Это вполне соответствует убеждению Алексея Николаевича. Его вельзя было более рассердить, как говорить о противополжении одной другому. Я напомним, как на первой выездной сессии Академии (тогда еще ленинградской) в Москве он утверждал, что вопрос об отношении между теорией и прикладными задачами поставлен в русской литературе еще Фонвизиним в его «Недоросле», и под общий хохот цитировал Митрофанушку — его бессмертное разделение дверей на «прилагательные», которые к своему месту приложены, и «существительные». При разговорах на эту тему он считал необходимым применять фигуры настоящей издевки.

Этот человек, умевший быть ужасающе резким, имел дар подойти к другому с теплотой и, можно сказать, нежностью, которые производили глубокое впечатление. Лично я считаю, что наибольшее одобрение во всей моей жизни я получал именно от Алексея Николаевича, когда мы вместе покидали работу в Физико-математическом институте. Он позвал меня в свой кабинет и сказал: «Ну что же, Торичан Павлович, вместе работали, вместе и уходим. Разрешите подвести итоги. Я здесь был капитан корабля, а Вы, позвольте Вам это засвидетельствовать, — превосходный старший офицер». С глубокой благодарностью я вспоминаю об этом собеседовании.

В заключение я вспоминаю те слова, которые когда-то маститый Гельмгольц произнес на своем юбилее, говоря о своем учителе Иоганне Мюллере: «Кто раз пришел в соприкосновение с человеком первоклассным, у того духовный масштаб изменен навсегда — он пережил самое интересное, что может дать жизнь».

Алексей Николаевич Крылов навсегда оставил для нашего труда и успехов образец, при сравнении с которым многие наши достижения окажутся малыми и скромными. Спасибо ему за предоставленную нам возможность сделать такое сравнение! Спасибо ему за многие яркие впечатления, которыми он украсил наши воспоминания о прошлом!

С. И. ВАВИЛОВ [1]

(Очерк жизни и деятельности)

С. И. Вавилов родился 24 (12) марта 1891 г. в Москве на Пресне. Сергей Иванович, младший (третий) ребенок в семье, был отдан в Коммерческое училище на Остоженке (ныне Метростроевская улица). Это было лучшее в Москве коммерческое учебное заведение, с прекрасным подбором преподавателей, богатым оборудованием кабинетов и с практическими занятиями для учеников. Преподавание в нем было поставлено на большую высоту, требования к учащимся предъявлялись весьма строгие. Но родители учащихся, отдавая их в это учебное заведение, часто упускали из виду одно важное обстоятельство: министерство торговли и промышленности принимало особые меры к тому, чтобы сохранить питомцев средних коммерческих учебных заведений для нужд торговли; оно лишало оканчивающих в них курс права поступления в высшую школу, за исключением специально для того же созданных коммерческих институтов.

Но С. И. Вавилов стремился в университет, на физико-математический факультет. Трудности не остановили его; напротив, он проявил редкую для юноши настойчивость и целеустремленность. Он изучил латинский язык¹ и успешно выдержал экзамен на аттестат зрелости, который и открыл ему дорогу в любую высшую школу.

Осенью 1909 г. С. И. Вавилов был зачислен студентом физико-математического факультета Московского университета. В те времена на этом факультете было сосредоточено преподавание всех наук, которые в настоящее время изучаются на факультетах — математическом, физическом, химическом, биологическом, геолого-почвоведении и географическом. Факультет делился на два отдела:

¹ Латинский язык впоследствии очень пригодился С. И. Вавилову, когда он переводил на русский язык сочинения Ньютона.

ния — математических и естественнo-исторических наук. На первом получали образование будущие математики, механики, астрономы и физики. Сюда и поступил молодой С. И. Вавилов.

Московский университет в 1909 г. переживал пору своего высокого расцвета. Это относится, в частности, и к физико-математическому факультету. На первом курсе студент сразу попал под обаяние блестящего лектора-математика Б. К. Млодзевского. Меньший блеск, но большую глубину он мог оценить в лекциях Д. Ф. Егорова. Тогда же начинал свою творческую деятельность будущий основатель московской школы теории функций вещественной переменной Н. Н. Лузин. Механика (правда, студент приступал к ней только со второго курса) была в руках Н. Е. Жуковского и С. А. Чаплыгина, — эти имена сами за себя говорят. Лекции по астрономии В. К. Цераского также поражали своим внешним блеском — их сбегались слушать со всех факультетов. Его старшими помощниками были известный ученый-большевик П. К. Штернберг и ныне здравствующий С. Н. Блажко, тогда еще молодой ученый.

Наконец, физика была представлена особо блестящим созвездием: Н. А. Умов — глубокий теоретический ум, склонный к самым широким обобщениям и философским выводам, материалист старой школы, а в теории поклонник классических методов и представлений; А. А. Эйхенвальд — активный и влюбленный пропагандист новых воззрений, недавно перед тем опубликовавший свои классические исследования о магнитном действии движущихся зарядов, человек всесторонне одаренный, наконец, — о нем нужно было бы говорить в первую очередь — П. Н. Лебедев — создатель в Московском университете первой крупной школы физиков-экспериментаторов, малоизвестный широкой публике, чуждавшийся публичных выступлений, но в среде более знакомых с наукой — гремевший как автор всемирно известных исследований коротких электрических волн, светового давления на твердые тела (1900—1901) и на газы (1908—1910).

Назовем еще имена крупнейших ученых других отделений и факультетов: по ботанике — К. А. Тимирязева, по химии — Н. Д. Зелинского, по зоологии — М. А. Мензбира, по минералогии и кристаллографии — В. И. Вернадского и Ю. В. Вульфа, по геологии и палеонтологии — А. П. Павлова и М. В. Павлову, по географии и антропологии — Д. Н. Анучина.

С. И. Вавилову и его товарищам-однокурсникам, можно сказать, повезло. В конце первого полугодия, в декабре 1909 г. — январе 1910 г., в Москве состоялся очередной съезд естествоиспытателей и врачей; была на нем организована и физическая сессия. На съезд съехались физики со всех концов страны; московская студенческая молодежь могла прослушать доклады и выступления П. С. Эренфеста, А. Н. Крылова, А. Ф. Иоффе, Д. А. Рожанского, А. Р. Колли; выступали, конечно, и «лебедевы» во главе

со своим учителем. Заседания проходили в университете, на Высших женских курсах и в других учебных заведениях.

В университетской большой аудитории (тогда еще новенькой²) П. Н. Лебедев прочел доклад, в котором повторил перед слушателями все главнейшие опыты А. Г. Столетова, в свое время столь трудные, а в указанному моменту уже повторимые на экспериментальном аудиторном столе. Ассистировал при опытах знаменитый помощник А. Г. Столетова — И. Ф. Усагин. Так как в 1909 г. исполнялось 70-летие со дня рождения Столетова, петербургские участники съезда возложили после доклада венки на портрет А. Г. Столетова, висевший в аудитории. Делегацию от Петербурга составляли И. И. Боргман, К. К. Баумгарт и А. П. Афанасьев.

Впечатление огромного подъема овладевало всеми членами съезда по мере того, как из докладов, прений, демонстраций, наплыва участников выяснялось, какой большой шаг вперед сделала русская наука за первые годы нашего века. Этот огромный подъем особенно ярко чувствовался молодыми участниками съезда.

В числе студентов-распорядителей физической секции нам отчетливо запомнилась фигура Сергея Вавилова.

Но вот праздник кончился, опять наступили трудовые будни. Студент Вавилов ревностно занимается в огромном физическом практикуме Московского университета, занимавшем весь четвертый этаж здания Физического института. Он успевает сделать какое-то рекордное число задач и открывает себе этим доступ в специальную лабораторию П. Н. Лебедева. Таким образом, ему досталось счастье приобщиться к школе П. Н. Лебедева.

Школа П. Н. Лебедева также достигла к этому времени своего высшего расцвета: в ней одновременно работали 25 молодых людей — учеников Петра Николаевича^[2]. Все их работы были объединены общей тематикой, так или иначе связанной с работами знаменитого руководителя; это были или работы по спектральному анализу, понимаемому в самом широком смысле слова, или работы, посвященные свойствам газов при больших разрежениях, или исследование диэлектрических постоянных, или еще интересные попытки перенесения методов исследования из одного отдела физики в другой. В особенности обширен был первый цикл: здесь один исследовал поглощение дециметровых волн, другой — изменение магнитных свойств вещества в той же области, третий — поглощение в видимой области, четвертый — то же, но в инфракрасной области, с постройкой оригинального регистрирующего спектрографа. Старший — не по годам, а по заслугам — помощник Петра Николаевича, Петр Петрович Лазарев, к тому времени закончил свою работу по фотохимическому выцветанию красителей.

² Физический институт Московского университета был открыт в 1904 г.

Еще один практикант создавал новую методику получения сантиметровых волн (с дугой высокого напряжения).

Тесное общение создало дружный коллектив, горячо преданный общему интересу к науке. Каждый допущенный в лабораторию имел ключ от входной двери, от своей комнаты, от мастерской и от библиотеки. Поощрялась работа в любое время. Считалось обязательным ясно представлять себе тематику своих товарищей. Сам Петр Николаевич являлся в лабораторию ежедневно и проводил в ней часы за беседами с отдельными учениками. Петр Николаевич был страстным любителем музыки, постоянным посетителем симфонических и филармонических собраний. Он ценил у своих учеников все проявления таланта и любовь к искусству. Его разнообразные и оригинальные беседы — одно из самых сильных впечатлений его учеников.

Каждую неделю происходил коллоквиум — то, что ныне называют семинаром. Коллоквиум не носил учебного характера. Начинаящие должны были подтягиваться до понимания докладов и дискуссий, которые всегда были чрезвычайно оживленными и интересными, а руководитель коллоквиума поражал колоссальной эрудицией и памятью, близким знакомством со многими замечательными людьми своего века; рассказами о них сопровождалась беседа после коллоквиума где-нибудь в недорогом ресторане, куда шли всей ватагой во главе с Петром Николаевичем. Коллоквиум был первым по времени в Москве, да и во всей России. На нем бывали представители и других специальностей: К. А. Тимирязев, Н. Н. Лузин, С. Н. Бланко и др.

Был еще один способ втягивать молодежь в общую научную работу. Раз в неделю Петр Николаевич Лебедев читал лекции по специальному курсу на тему «Новое в физике». Он приходил в малую аудиторию, куда собиралось человек 30—40, с двумя-тремя тетрадками новых журналов в руках и объявлял, что в данном номере есть интересного; затем рассказывал содержание статей, потом по памяти — всю историю вопроса лет за 20, указывая, что еще остается не выясненным по этому вопросу, и намечал возможные темы для дальнейших исследований. Все это часто бывало потрясающе интересно.

Когда Сергей Иванович окончил обычный практикум, в лаборатории Петра Николаевича Лебедева было два-три свободных места, но у него самого уже не хватало ни времени, ни сил, чтобы взять еще нового практиканта. Его старший ассистент П. П. Лазарев уже год, как получил от Петра Николаевича предложение брать новичков под свое руководство. Так и второкурник Вавилов попал в его непосредственные питомцы. Кстати, Петр Николаевич, а вслед за ним П. П. Лазарев не уставали твердить, что приобщение к науке нужно начинать не позже, чем со второго курса. Представился случай проверить правильность этого принципа. Первый опыт Петра Николаевича и Петра Петровича

имел блестящий успех. Позволительно, однако, в данном случае значительную долю этого успеха отнести не за счет принципа, а за счет объекта испытаний — С. И. Вавилова.

П. П. Лазарев [2] занимался в это время аномалиями в теплопроводности газов при крайне низких давлениях (его магистерская диссертация), а ранее он уже закончил первую часть своего второго большого труда — о выцветании красителей. В дальнейшем последняя тема послужила предметом его докторской работы. Он уже установил, что выцветание (т. е. уменьшение поглощения) идет пропорционально количеству поглощенной энергии; коэффициент пропорциональности остается одинаковым для всех длин волны, лежащих в пределах одной полосы поглощения.

Для дальнейшего развития этой темы Петр Петрович привлек к работе одного из своих сотрудников по Московскому высшему техническому училищу, где он получил кафедру, — Б. С. Швецова, который по его предложению сделал небольшую работу по исследованию влияния температуры на изученные П. П. Лазаревым фотохимические реакции с красителями. Б. С. Швецов показал, что это влияние весьма мало. Вместе с тем известно, что обычные реакции обнаруживают, наоборот, весьма сильную зависимость от температуры. Вот эту зависимость от температуры теплового выцветания тех же красителей студент Вавилов и должен был изучать. Методика изучения была спектрофотометрическая, инструментом служил известный и в то время весьма совершенный прибор Кёнига — Мартенса.

Легко представить себе то огромное впечатление и не менее огромное влияние, которое должен был испытать молодой Вавилов, попав в среду, окружавшую П. Н. Лебедева: лекции (конечно, и вышеупомянутый специальный курс П. Н. Лебедева), коллоквиум, собственная научная работа, постоянное научное общение и с товарищами, и с руководителем, близость исключительного человека, каким был Лебедев, — все это в те годы, когда духовные способности человека растут и развиваются особенно быстро. Эти условия не могли не отразиться самым благоприятным образом на исключительно способном и талантливым юноше.

Но С. И. Вавилову пришлось получить в свои студенческие годы и другие предметные уроки. И в первую очередь здесь мы имеем в виду учиненный царским министром просвещения Кассо разгром Московского университета и уход из него многих выдающихся ученых, в том числе и П. Н. Лебедева вместе со своими учениками.

Московская общественность пришла на помощь великому ученому и его школе. Спешно была организована весьма скромная лаборатория в подвале дома № 20 по Мертвому переулку (ныне — переулок Островского). Там стали работать сотрудники и уче-

ники школы Лебедева, которые не имели возможности работать по месту своей службы. Там делал свою работу и С. И. Вавилов. Старшие товарищи хорошо помнят его комнату и то место в комнате, где стоял его лабораторный стол.

К 1914 г. (год окончания университетского курса) С. И. Вавилов имел в своем активе две печатные статьи: первая, за которую автор получил золотую медаль, — о тепловом выцветании красителей [4]; вторая — обзорная — о фотометрии разноцветных источников [5]. Первой статьей он вошел в строй работающих физиков и, в частности, в круг идей школы Лебедева — Лазарева. Но и вторая статья имеет в истории творчества Сергея Ивановича крупное значение. Будучи учеником П. П. Лазарева и работая фотометрическим методом, он, несомненно, должен был вместе со своим учителем задумываться над многими вопросами фотометрии, лежащими на границе между физикой и физиологией.

Упомянутую вторую статью нужно рассматривать как первый экскурс Сергея Ивановича в область, которая впоследствии сделалась предметом его основных исследований — о независимости поглощения от интенсивности светового потока, о дискретной структуре последнего. Для психологии творчества интересно установить на примере Сергея Ивановича, как самые крупные идеи большого научного работника формируются на самых ранних стадиях его творчества, находя свое отражение в достижениях на всех этапах его последующей научной деятельности.

В студенческие годы С. И. Вавилов содержательно и интересно проводил свой летний отдых. П. Н. Лебедев был страстным альпинистом (превосходно знал Швейцарию и Тироль) и усердно пропагандировал этот вид отдыха среди своих учеников; составлял маршруты поездок, перед летом устраивал особый, заключительный, colloquium с демонстрацией снимков — как своих, так и других альпинистов (например, Ю. В. Вульфа — любителя стереоскопических снимков). Сергей Иванович никогда не был спортсменом, но турizam очень любил и летом ездил на весьма скромных и дешевых началах в Италию. Там он, уже превосходно зная и любя русскую картину и гравюру, страстно полюбил и раннее итальянское искусство — архитектуру, скульптуру, живопись, научившись хорошо их понимать и даже написал две небольшие статьи об итальянских городах (Ареццо и Вероне), опубликованные в «Известиях общества преподавателей графических искусств» [6].

Готовясь к научной деятельности, С. И. Вавилов упорно и всесторонне работал над собой, развивая все стороны своей богато одаренной натуры. И если он, уже будучи президентом Академии наук, авторитетно высказывал свои мнения среди художников (например, по вопросу о художественном убранстве Нескучного дворца, о реставрации Кунсткамеры, о статьях по искусству

в Большой Советской Энциклопедии), то следует иметь в виду, что эту авторитетность он приобрел большим и неустанным трудом еще в раннюю пору своей жизни.

Но вот университетские годы позади. В мае 1914 г. Сергей Иванович сдает государственные экзамены. Тут же получает предложение остаться при университете (что соответствует современной аспирантуре). Университет, лишившись почти всех своих физиков, остро нуждался в пополнении этих кадров, и человек с развитым стремлением в карьере легко мог бы ее сделать, пойдя навстречу тем руководителям, которые, несмотря ни на что, остались в университете. Но Сергей Иванович был не таков: он и раньше, в 1911 г., предпочел подвергнуть свою научную судьбу известному риску, но не пошел на компромисс со своей совестью, с чувством преданности своим учителям, со своим гражданским долгом. И теперь он решительно отклонил это предложение. Перспектива научной деятельности повисла в воздухе.

Отклонив предложение остаться при университете, Сергей Иванович должен был отбывать воинскую повинность. И он поступил полноопределяющимся в один из саперных батальонов Московского военного округа (25-й саперный батальон, размещавшийся, если не ошибаюсь, в Зарайске). На летние месяцы вся 6-я саперная бригада выезжала в лагерь в с. Любуцкое — чудесную местность на берегу Оки, в 12 километрах от Алексина, Тульской губернии. С. И. Вавилов, оказался сослуживцем другого физика — С. Н. Ржевкина. В свободное время он мог отлучаться в Алексин и видеть других живших там товарищей.

Это, хотя и военное, но вполне мирное житье было резко нарушено в июле 1914 г. Последовала всеобщая мобилизация, началась первая мировая война. Сергей Иванович надолго был втянут в ее грозный и неумолимый водоворот. Сначала как рядовой, а потом как офицер, он с боями прошел вдоль и поперек поля и горы Галиции, Польши, Литвы. Война, конечно, дала ему мало отрядных впечатлений. Мы очень мало знаем о его воинских делах — был он скромен и о себе говорить не любил. Знаем, что он скоро захотел работать там, где его участие могло быть более квалифицированным, а потому сумел перейти в радиочасти; там он мог действовать уже не как прапорщик Вавилов, а как ученый, умеющий разбираться в нарушенных схемах и в недействующих приборах, добиваться нужных результатов и улучшать последние. Знаем, что он остался верен и тем традициям, которые получил от своих учителей и которые сохранил на всю жизнь: во время своих военных дел он сумел находить минуты досуга и для научной работы, для литературы. В 1914—1916 гг. появились вышеупомянутые статьи о Вероне и Арццо, короткая заметка «Об одном возможном выводе из опытов Майкельсона» [7].

в 1919 г. как отзыв его военных работ — статья «Частота колебаний нагруженной антенны» [1].

В 1918 г. С. И. Вавилов демобилизуется и возвращается к научной деятельности. Сергея Ивановича поразили те величайшие перспективы, которые открыла перед страной Великая Октябрьская социалистическая революция. Особое впечатление произвели на него те огромные усилия, которые молодая, неокрепшая республика делала по пути развития научно-исследовательской работы и высшего образования.

Одним из первых ученых, пришедших в лагерь Советской власти, был учитель Сергея Ивановича — П. П. Лазарев. Он перед самой революцией получил в свое ведение институт (впоследствии Институт физики и биофизики НКЗдрава), который был задуман московской общественностью для П. Н. Лебедева, но осуществлен только после смерти последнего, уже во время первой мировой войны.

Сергей Иванович по возвращении, естественно, пришел к своему бывшему учителю. Тот немедленно принял его в свой институт. Здесь и начался новый период работы Сергея Ивановича. Мы будем говорить в дальнейшем об отдельных направлениях этой работы.

Педагогическая работа в высшей школе. Сергей Иванович начал вести эту работу почти с самого момента своего возвращения в Москву — сначала как преподаватель, а потом как профессор Московского высшего технического училища. Отметим, что Сергей Иванович преподавал здесь, кроме общей физики, еще теоретическую светотехнику. Мы видим, что и по линии преподавания С. И. Вавилов сохранил свои фотометрические интересы.

Важным этапом роста Сергея Ивановича как педагога-руководителя было сосредоточение им своей работы в Московском государственном университете. Ответственная работа в университете, по-видимому, давала большое удовлетворение Сергею Ивановичу, развернувшему здесь во всю ширь свои творческие способности. Приемы привлечения к работе учеников и приемы руководства ими были хорошо знакомы ему с юношеских лет: коллоквиум, беседы с учениками, близость с ними, чтение специальных курсов — все это было им использовано в полной мере. При его прирожденном таланте успех, которого он достиг в короткое время, можно считать и понятным и естественным. Здесь выросли первые ученики Сергея Ивановича, создалась его школа, представители которой нам хорошо известны; они дружной семьей окружали своего учителя до последнего дня его жизни.

Но чтение лекций представляло для Сергея Ивановича всегда некоторый физический труд, так как при слабости его легких требовало значительного напряжения. Во всяком случае, он, будучи прекрасным лектором, самым процессом чтения тяготился.

Может быть, этому обстоятельству следует отчасти приписать то, что уже с 1932 г. он совершенно оставил преподавание, шедшее у него с таким успехом, и дальнейшим методом своей работы с молодежью сделал исключительно научное руководство лабораторией.

Научная работа. Мы остановимся здесь только на уяснении тех главных направлений, по которым следовали работы С. И. Вавилова, их генезиса и развития.

Время, когда начал работать Сергей Иванович, совпадает с кризисом в физике, глубокий анализ которому дал В. И. Ленин в своей гениальной работе «Материализм и эмпириокритицизм». С теоретической точки зрения, этот кризис имел корни в крушении классических представлений о микромире, не отличавшихся по своей сути от тех представлений, которые физика составила себе о макромире. В частности, в оптике обозначался крупный поворот в сторону корпускулярных воззрений на природу света. Здесь воцарился своеобразный дуализм — одновременное сосуществование двух взаимоисключающих теорий, которые обе были по существу неудовлетворительны, так как каждая объясняла только один ряд явлений, принципиально отказываясь «пока что» от объяснения остальных.

Сергей Иванович в своих первых работах отразил все эти мучительные искания современной науки. Остановимся на двух-трех примерах, которые нам покажут, как постепенно развивались основные воззрения ученого и как они в конце привели его к гармоническому синтезу.

Первой областью работы Сергея Ивановича после его работ довоенного времени были явления фотометрические. Он предпринимает исследование того, насколько сохраняет свое значение основной закон поглощения, данный еще Бугером: количество поглощаемой в некотором слое энергии пропорционально количеству энергии, проникающей в этот слой. Соблюдение закона представлялось хорошим доказательством правильности классических воззрений. И вот, произведя превосходные измерения в чрезвычайно широкой области значений светового потока (Сергей Иванович в конце концов изменял его в 10^{18} раз!), он не нашел при этом чувствительных отступлений от закона [2].

Но задача эта не переставала занимать Сергея Ивановича и в дальнейшем. И в его школе были найдены те принципиальные нарушения, которые закон испытывает как при экстремно больших, так и экстремно малых значениях светового потока.

В первом случае, когда большое число атомов переводится в возбужденное состояние и теряет способность поглощать свет прежней длины волны, поглощение должно падать. Это наступит тем скорее, чем дольше электроны, перейдя на возбужденный уровень, задержатся на нем. Соответственные явления и наблюда-

лись сначала С. И. Вавиловым и В. Л. Левшиным, а затем Б. Я. Свешниковым.³

Наоборот, при низких значениях светового потока, когда в единицу времени на приемник падает сравнительно небольшое число квантов, должны наблюдаться статистические флуктуации светового потока, и эти флуктуации должны быть тем больше, чем квантов меньше. По величине флуктуаций можно найти абсолютное значение числа квантов, составляющих поток. Это, с одной стороны, дает новое наглядное доказательство дискретной структуры света, конечного значения его элементарных составных частей — квантов, или фотонов. С другой, — это новый фотометрический метод для обнаружения крайне малых световых потоков.

Все эти основные мысли с большой глубиной изложены в последнем произведении Сергея Ивановича — в книге «Микроструктура света» [10]. Мы видим, какие нити протягиваются к этому шедевр, завершающему жизненный путь ученого, от тех мучительных поисков и сомнений, которые ясно видны в его первых научных трудах.

Другая основная область оптики, в которой работал Сергей Иванович, — область явлений интерференции. Как увязать волновые представления, служащие необходимой предпосылкой для объяснений интерференции, с квантовыми воззрениями на природу света? Сергей Иванович ищет разрешения этого вопроса в самых сложных задачах: явлениях, происходящих при больших углах между интерферирующими пучками, при малых величинах соответствующих потоков и т. д. Это опять самые основные вопросы новой развивающейся оптики. С. И. Вавилову принадлежат выдающиеся результаты и в этом направлении.

Он показал, между прочим, что старое представление о молекуле как системе, излучение которой равномерно во все стороны, слишком элементарно и не может изобразить всей сложности наблюдаемых в действительности явлений. И в классическую картину излучения необходимо ввести некоторые усложнения: атом должен быть уподоблен либо диполью (тривиальный случай), либо квадруполью, у которого излучение будет ограничиваться несколькими преимущественными направлениями.

Мы видим непрерывное развитие мысли ученого и ее окончательное завершение в блестящем учении об интерференционном поле, даваемом в той же упомянутой выше книге о микроструктуре света.

Есть еще одна принципиальная область, где замысел Сергея Ивановича привел к открытию совершенно нового оптического явления. Мы говорим о так называемом «явлении Черенкова».

³ Нам известно, что независимо от Б. Я. Свешникова необходимость этого уменьшения поглощения при высоких значениях светового потока была предсказана А. С. Топорцом.

Что должно возникнуть в среде, в которой электрон движется со скоростью, превышающей скорость распространения света в этой среде? Пример: гамма-электрон со скоростью, приближающейся к 2.9×10^{10} см/сек.⁻¹ в воде, где скорость распространения света 2.25×10^{10} см/сек.⁻¹. Воспользуемся аналогией: пароход идет по Неве со скоростью 20 км/час, а скорость распространения волн на Неве 16 км/час. Мы знаем, что тогда за носом парохода тянутся две волновые борозды под углом, тангенс которого равен 0.8, т. е. около 40°. Эти борозды бегут вперед и только вперед; их лучи направлены под углом 50° к оси движения парохода.

Подобное явление в оптике и было обнаружено путем трудных и длительных опытов П. А. Черенковым. Обстоятельная теория его дана И. Е. Таммом и И. М. Франком [11].

Но, конечно, главная область научной деятельности Сергея Ивановича — область, по работам которой он известен далеко за пределами круга ученых-специалистов, — это его исследования люминесценции. Отметим генетическую связь этих исследований с его ранними работами и их значение в оценке общего характера всей его деятельности.

В квантовой теории вопросы люминесценции стоят рядом с вопросами поглощения: поглощенный квант переводит электрон на более высокий энергетический уровень; в дальнейшем накопленная энергия может или целиком перейти в тепловую — это случай «чистого поглощения», или перейти целиком в испускание — это случай «резонансного испускания», или, наконец, на испускание может быть израсходована только часть ее. Но мы помним, что в своей первой работе Сергей Иванович находился под законным и весьма сильным влиянием идей своего учителя П. П. Лазарева, который вывел из опыта закон об одинаковости величины коэффициента полезного фотохимического действия в пределах одной полосы поглощения. Естественно, что и в явлениях люминесценции Сергей Иванович должен был искать подобную закономерность. И он нашел закономерность, гораздо более широкую, — так называемый «закон Вавилова» об одинаковости величины квантовой отдачи люминесценции в пределах всего спектра.

Работы по люминесценции — одно из важнейших достижений Сергея Ивановича. Можно без преувеличения сказать, что наши знания о люминесценции до работ С. И. Вавилова и после них находятся на совершенно различных уровнях. Важно и то, что в этой области С. И. Вавилову удалось завершить весь цикл деятельности, который является долгом советского ученого: он изучил явления люминесценции, исследовал их глубже своих предшественников, создал школу, работающую в этой области, написал о люминесценции превосходные популярные статьи и книги и, наконец, широко внедрил в практику достижения своих лабора-

торий. Мы знаем, что появление у нас в Союзе люминесцентных ламп в значительной степени дело его энергии и инициативы.

Работа в области истории науки. Сергей Иванович с ранней юности интересовался историей науки. В хронологическом порядке на первом месте стоят его труды по циклу «Newtoniana».

В 1927 г. ученый мир отмечал 200-летие со дня смерти Ньютона. Этой юбилейной дате физическая общественность Советского Союза отдала должное внимание; в частности, журнал «Успехи физических наук» посвятил этому событию целый номер. Здесь была помещена и статья Сергея Ивановича «Принципы и гипотезы оптики Ньютона» [12]. Она содержит обширный исторический материал и обнаруживает в авторе глубокое знакомство с обстоятельствами творчества Ньютона и с его идейным содержанием.

Здесь же Сергей Иванович опубликовал два оптических мемуара Ньютона, где автор знаменитого изречения «Hypotheses non fingo» («Я не измышляю гипотез») предстает неожиданно для читателя как физик, охотно пользующийся именно методом гипотез [13]. Выпуск журнала весьма нарядно оформлен; мы угадываем за всеми его иллюстрациями, заставками и прочим деятельное участие С. И. Вавилова — это его стиль, многократно им проявленный в других позднейших изданиях.

Эта часть работы завершается выходом в свет «Оптики» Ньютона в переводе С. И. Вавилова [14].

Отступая от хронологического порядка, перечислим вкратце другие работы Сергея Ивановича о Ньюtone.

В январе 1943 г. Москва отмечала 300-летие со дня рождения Ньютона. По этому поводу Академией наук был выпущен особый сборник «Исаак Ньютон» [15]. Здесь на втором месте (первое было отдано переводчику «Математических начал натуральной философии» А. Н. Крылову) мы находим статью С. И. Вавилова «Эфир, свет и вещество в физике Ньютона». Здесь опять ярко сопоставляются два метода физического исследования — метод принципов и метод гипотез, приводятся важнейшие гипотезы Ньютона и особо подчеркивается близость основных физических воззрений Ньютона к современным взглядам: отрицательное отношение к гипотезе эфира, убеждение в двойственной (корпускулярно-волновой) природе света и т. д. То же, но в более популярной форме высказано в статье «Ньютон и современность» в «Природе» за тот же 1943 г. [16].

К этой юбилейной дате приурочен еще один капитальный труд Сергея Ивановича — научная биография Ньютона, первое издание которой вышло в 1943 г., второе — в 1945 г. Благодаря этому мы получили первую серьезную биографию Ньютона на русском языке [17].

В 1946 г. Сергей Иванович опубликовал в серии «Классики науки» последнее, неизвестное ранее русскому читателю, оптиче-

ское сочинение Ньютона — его «Лекции по оптике» [18]. Он рассказывает в редакционной статье невероятную историю этого произведения: оно было забыто (1) на родине Ньютона, и его русский перевод — это вообще первый и пока единственный полный перевод сочинения Ньютона на живой язык. Мы стоим перед лицом удивительного факта забвения учеными в течение, по крайней мере, целого века замечательного научного памятника. Воздержимся здесь от комментариев и эпитетов по адресу соотечественников Ньютона, столь гордящихся его славой. Сергей Иванович как президент Академии в 1946 г. направил в подарок Лондонскому королевскому обществу (оно праздновало в июле 1946 г., с запозданием на три года, Ньютонский юбилей) собрание всех сочинений Ньютона на русском языке, в том числе и такого, какого не существовало на языке английском.

К той же юбилейной дате Сергей Иванович сделал свой последний вклад в познание Ньютона — написал доклад «Атомизм И. Ньютона». Он напечатан по-русски в «Успехах физических наук» за 1947 г. [19].

Труды Сергея Ивановича по ньютоновскому наследию поставили его в ряды лучших мировых знатоков Ньютона. Перед русским читателем С. И. Вавилов имеет историческую заслугу: он познакомил его со всеми произведениями по оптике одного из основоположников современного естествознания — он совершил в области оптики то, что ранее в откошении «Начал» было осуществлено А. Н. Крыловым.

Однако наибольшие заслуги Сергей Иванович имеет в области изучения истории отечественной науки. Здесь главнейшая заслуга его — выдвижение на должное место колоссальной фигуры первого русского академика М. В. Ломоносова. Кто не писал о Ломоносове? Однако не будет преувеличением сказать, что ни подлинный рост, ни истинный облик нашего гениального соотечественника еще не выяснен, а содержание его творчества еще недостаточно известно нашему читателю. Если это положение теперь начинает изменяться в лучшую сторону, то после исследований Б. Н. Меншуткина главная заслуга в этом принадлежит, конечно, Сергею Ивановичу.

Здесь основным делом его следует назвать издание Полного собрания сочинений Ломоносова, причем многие из его чисто научных произведений выйдут в свет на русском языке вообще впервые. Первые два тома уже вышли в свет в 1950 и 1951 гг. Выход в свет третьего тома ожидается в ближайшем будущем. Для нас, физиков и химиков, и особенно для тех, кто не владеет латинским языком, первые четыре тома будут иметь выдающийся интерес как полная документация, с одной стороны, творчества Ломоносова, с другой — того строя знаний и представлений, которые характерны для его эпохи.

Сергеем Ивановичем написано несколько работ, посвященных выяснению отдельных черт научного творчества Ломоносова. В новом издании жизнеописания Ломоносова, написанного Б. Н. Меншуткиным, глава, посвященная оптике, заново написана С. И. Вавиловым [20]. Кроме того, он отдельно писал о «ночевательной» трубе Ломоносова [21], его теории цветот и другие статьи. Во всех этих произведениях сквозит подлинная любовь к творчеству патриарха русской науки и глубокое преклонение перед его гением.

Той же любовью к Ломоносову, тем же высоким патриотизмом отмечены и другие его начинания, связанные с именем Ломоносова. Он организует два ежегодных собрания памяти Ломоносова. Он организует музей Ломоносова. Он выпускает «Ломоносовские сборники» — собрания статей, освещающих отдельные стороны творчества Ломоносова. Он всячески приветствует и выдвигает исследования о Ломоносове.

Одним из главных начинаний Сергея Ивановича было составление новой истории Академии наук; он создал коллектив работников-энтузиастов в этой области и до последнего дня своей жизни не ослаблял ни интереса, ни темпов работы в этом направлении. Сергей Иванович был горячим сторонником собрания, хранения и разработки архивных материалов по вопросам истории науки. Деятели Архива Академии наук никогда не забудут его неутомимой инициативы в этих делах и поддержки с его стороны всех начинаний такого рода.

Мы могли здесь коснуться только главнейших работ С. И. Вавилова по истории науки. Сергей Иванович неизменно стоял на почве исторического материализма, положения которого стремился творчески применить и к вопросам истории науки.

Скажем несколько слов о работах Сергея Ивановича, посвященных творчеству Лукреция и Галилея.

Лукреций привлекал Сергея Ивановича как последовательный, страстный и, главное, талантливый пропагандист идей материализма в изысканной поэтической форме. Он посвящает ему доклад на объединенном заседании Отделений физико-математических наук, истории и философии, литературы и языка (18 января 1946 г.) — одно из его первых президентских выступлений [22].

Позволим себе процитировать из этого доклада (он вышел в «Комментариях» к поэме Лукреция, во 2-м томе издания в серии «Классики науки») вступительные строки: «Едва ли другое поэтическое и научное произведение древности, если говорить даже о творениях Гомера, Еврипида, Эвклида, Архимеда, Вергилия и Овидия, донесло до наших дней через тысячелетия такую же свежест и злободневност, как неуывдаемая поэма Лукреция. Ею восхищались Цицерон и Вергилий, на нее раздраженно обрушивались отцы церкви, справедливо прозревая в Лукреции страшную для себя опасност. Эта поэма определила мно-

ные черты мировоззрения Ньютона и Ломоносова, приводила в восторг Герцена, глубоко интересовала молодого Маркса и служила знаменем механистического материализма для Л. Бюхнера. Немецкий перевод поэмы Лукреция (Дильса) вышел с предисловием Эйнштейна. Лукреция, вероятно, читал тургеневский Базаров, а герои А. Франса не расставались с заветной книжкой и в самые критические моменты жизни».

Тонкий анализ поэмы делает честь одинаково Вавилову-историку, Вавилову-физику и Вавилову-философу.

Особенно замечательна статья Сергея Ивановича в сборнике, посвященном 300-летию со дня смерти Галилея [23]. Дать о ней полное представление значило бы переписать здесь большую ее часть. Она содержит изложение взглядов С. И. Вавилова на историю науки и представляет собой творческое применение основных представлений исторического материализма к истории науки.

Воспитанный на его идеях, Сергей Иванович жестоко обрушивается на представление об истории науки как истории непрерывного логического развития идей. Он показывает, что история науки не есть последовательное, «одномерное» развитие все усложняющегося знания, что она знает случаи полного забвения того, что потомство оценивало как важнейшее, и т. д. Сергей Иванович считал занятие историей науки важным делом, но настойчиво предостерегал от опасности сделать его достоянием людей, не сумевших заниматься самой наукой. По его мнению, кандидатские диссертации по истории науки должны допускаться в виде редкого исключения; докторские диссертации он считал естественным явлением, в связи с образованием у квалифицированного ученого строя собственных мыслей и представлений о ходе исторического процесса в избранной им отрасли науки.

Мы не считаем себя компетентными подробно разбирать философскую сторону научной деятельности С. И. Вавилова и надеемся, что найдутся другие люди, которые будут на должной высоте при исполнении этой работы.

Несомненно одно, что Сергей Иванович глубоко изучал диалектический материализм и стремился сделать его руководящим методом своего научного творчества. Идеи диалектического материализма не являются в его сочинениях чем-то внешним — они пронизывают его мысль, определяют ее течение. Достаточно прочесть такие его работы, как «Новая физика и диалектический материализм» [24], «Ленин и современная физика» [25] и другие, чтобы убедиться в этом.

Чрезвычайно ценны публицистические, полные горячего патриотизма труды Сергея Ивановича; его обзоры, написанные им уже на посту президента Академии, являются глубокой оценкой невиданного развития и качественных особенностей науки нашей эпохи, ее исключительной роли в деле великого строительства коммунизма. Эти работы выражают стремление Сергея Ивано-

вича — президента Академии наук СССР — поставить науку на службу народу, на построение его светлого будущего.

Из книг научно-популярного характера мы на первое место поставим его замечательную книжку «Глаз и Солнце» [26]. Мы ограничиваемся этим упоминанием только ввиду необходимости краткости. Научно-популярная деятельность Сергея Ивановича заслуживает отдельного и весьма подробного рассмотрения.

Научно-организаторская деятельность. В 1931 г. основатель Государственного оптического института (ГОИ) академик Д. С. Рождественский почувствовал упадок сил и решил устранившись от повседневного научного руководства своим любимым детищем. В качестве преемника себе он остановил свой выбор на Сергее Ивановиче и предложил ему взять на себя руководство институтом.

После некоторых колебаний Сергей Иванович принял ответственный пост научного руководителя ГОИ. Все, что нужно для этой работы, было дано ему природой и развито неустанной работой над собой: молодость (40 лет), здоровье, знания, талант и горячая, активная любовь к делу. Отметим главное, что приходит на память в связи с этими воспоминаниями: новая лаборатория, возглавляемая самим Сергеем Ивановичем, превосходные работы, выходящие одна за другой из его лаборатории, великолепный семинар, всегда привлекавший множество участников из других лабораторий, высокий авторитет, который придал Сергей Иванович всем работам ГОИ.

С 1932 г. у ГОИ появился «соперник», если не отнимавший у ГОИ любовь к нему Сергея Ивановича, то все же требовавший много времени и заботы. В 1932 г. он получил в свое заведывание Физико-математический институт (ФМИ), тогда весьма скромное учреждение с числом работников, не доходящим до десяти. Управление этим учреждением, находившимся к тому же недалеко от ГОИ, не представляло трудности. Хуже стало, когда Академия наук переехала в Москву, а физическая часть ФМИ преобразовалась в Физический институт Академии наук (ФИАН) и стала быстро разрастаться. Для Сергея Ивановича наступила трудная пора постоянных разъездов между Ленинградом и Москвой. Мы не будем гонорить здесь о работе С. И. Вавилова в ФИАН; но кто сравнит нынешний ФИАН со скромным ФМИ, тот оценит организационную работу С. И. Вавилова, вынесенную им на своих плечах за последние 15 лет.

Уже с первых дней своей академической работы С. И. Вавилов — не только директор ФИАН; сразу наметилось несколько других направлений его деятельности. Так, он очень скоро стал принимать близкое участие в издательской деятельности Академии и оценил те возможности, которые давала Академия для работы в этом направлении. Но особенно близко стал Сергей Ива-

пошли к Архиву АН СССР — этому богатейшему собранию бесценных памятников русской науки и старины; он принял руководящее участие в работах в тесной связи с Архивом Комиссии по истории Академии. Его горячими и неустанными стараниями дело воскрешения истории Академии поставлено на огромную высоту, на прочное и солидное основание непосредственного документального исследования и изучения, и из индивидуального оно превратилось в общественное.

Великая Отечественная война принесла изменение тематики научных работ Сергея Ивановича. Работа в качестве уполномоченного Комитета обороны потребовала от него новых трудовых подвигов, — они еще ждут своего исследования и оценки. Здесь достаточно сказать одно: близкие друзья, наблюдая его в те дни, уже тогда явно видели, что он — один из ближайших кандидатов на самые ответственные посты в деле управления советской наукой.

Окончилась Великая Отечественная война. В июне 1945 г. С. И. Вавилов избирается на пост президента Академии наук СССР. Можно сказать, что первым президентом, взявшим дело управления Академией целиком в свои руки, был С. И. Вавилов. Как он умудрялся справляться с этим чрезвычайно разросшимся делом, знают только очень близкие к нему люди, которые могут засвидетельствовать, сколько упорного труда, нервов и напряжения он на это тратил.

Что вспоминается прежде всего в связи с деятельностью Сергея Ивановича на посту президента Академии?

Не будет преувеличением сказать, что именно с его работой связано осуществление в полной мере планового начала в работе Академии. Обладая разносторонними глубокими знаниями, пользуясь при этом неограниченным авторитетом среди ученых самых разнообразных специальностей, Сергей Иванович проявил себя истинным хозяином и талантливым организатором науки: каждому научному учреждению Академии он указал его значение и место в общем строю, старался использовать для нужд науки и строительства максимум сил, которые были в распоряжении Советского государства. Он искал и новые силы, чтобы и их поставить на службу великому делу, — искал в неиспользованных резервах местных и национальных кадров. Не случайно при нем получили большое развитие академические базы и филиалы, открылся ряд новых академий в союзных республиках. Он организовал при Академии Совет по координации научной деятельности академий наук союзных республик и сам возглавил это ответнейшее дело.

В результате такой планомерной работы Академия, получившая в послевоенные годы невиданный ранее размах, превратилась в один могучий организм, поставленный на службу великим задачам построения коммунизма.

Как в личной научной работе, так и в своей организационно-административной деятельности С. И. Вавилов держался принципа: наука должна служить народу. Он не представлял себе науки, оторванной от практики, и допускал чисто теоретические работы как преддверие к новым и еще более широким практическим приложениям достигнутых в теории результатов. Напомним, что при нем в Академии было обращено особое внимание на внедрение законченных работ в производство и организован учет этой стороны деятельности Академии.

Под руководством Сергея Ивановича широко развернулась издательская деятельность Академии. С его именем связана организация новой серии научно-популярной литературы, а также великолепной серии «Классики науки» и биографий, превосходно задуманной серии «Литературные памятники», серии массовой популярной книги и многое другое. Пожелаем, чтобы эти серии в память их основоположника получили дальнейшее распространение и развитие. Напомним еще одно дело громадного культурного значения, к которому С. И. Вавилов был весьма причастен, — это своевременное, к празднеству, окончание монументального академического издания Пушкина.

Сергей Иванович много внимания уделял восстановлению пострадавших от войны учреждений Академии. При его активном содействии шла новое строительство Пулковской и Симеизской обсерваторий, разрушенных гитлеровскими оккупантами. Он заботился и о сохранении исторических памятников Академии. Не без его участия прошла реставрация лицейского актового зала, по которому ходишь теперь с таким невольным умилением. Это он предпринял художественную реставрацию старой Кунсткамеры и украсил позолоченной армиллой ее башню.

За последние годы в науке получил широкое развитие плодотворный метод творческой работы — дискуссии по основным проблемам науки, по ее ближайшим целевым и методологическим установкам. С. И. Вавилов содействовал разворачиванию научных дискуссий, принимал в ряде их личное участие, подводил их итоги.

Но это все крупные задачи, широкие начинания. Сергей Иванович не чуждался и «малых дел», и в них, может быть, лучше всего проявлялись его внимание и участие ко всем окружающим. Он личным вмешательством устранял всякую несправедливость, всякую «мелкую несправность аппарата», которую видел сам или на которую ему указывали.

Общественная работа. Сергей Иванович Вавилов был депутатом Верховного Совета СССР. Тысячи людей обращались к нему по многим делам, в которых его личное вмешательство могло оказаться нужным и полезным. И он терпеливо и внимательно выслушивал каждого, записывал в толстую книгу суть дела и его возможное направление в дальнейшем. Депутат — служба на-

рода, и С. И. Вавилов находил силы и возможности и для этого почетного, но нелегкого дела.

Сергей Иванович — главный редактор второго издания Большой Советской Энциклопедии. Только три первых тома увидели свет при его личном участии, хотя под его руководством подготовлено значительно большее число томов. Мы знаем, какую огромную долю труда внес он в это дело исключительного научного и политического значения. Он и здесь действовал по своему обычному методу: сам работал за четверых, а, заметив ошибки, исправлял их, показывая личным примером, как надо выполнять работу правильно и образцово.

Сергей Иванович — председатель Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний. Там он направлял дело популяризации знаний и по руслу лекционной пропаганды вдобавок к той работе, которую вел через книжные издательства. Общество под его руководством превратилось в мощную организацию всех сил, работающих в области политического и научного просвещения самых широких масс.

* * *

Выдающаяся деятельность Сергея Ивановича Вавилова была высоко оценена нашим правительством. Он был награжден двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалями Советского Союза. Его научные труды были четырежды удостоены Государственной премии — 1943, 1946, 1951 и 1952 гг.

С. И. Вавилов значителен тем, что во всей своей деятельности он руководствовался указаниями Коммунистической партии, идеям которой он, беспартийный ученый, был предан, ибо сознавал, что дело партии есть дело народа. Строительство нового общества захватило его и воодушевляло в великом благородном труде. Это был не просто труд — это был подвиг. Сергей Иванович дал всем нам, знавшим и наблюдавшим его, высокий образец одухотворенного служения Родине на всех ее трудных исторических путях, по которым она смело идет, руководимая Советским правительством и партией Ленина.

ПРИМЕЧАНИЯ

НЬЮТОН И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ТРУДОВ В РОССИИ

(Стр. 7—30)

¹ Речь, произнесенная 4 января 1943 г. в Москве на торжественном заседании Академии наук СССР, посвященном 300-летию со дня рождения И. Ньютона. Ранее была опубликована в кн. Исаак Ньютон. 1643—1727. Сборник статей к 300-летию со дня рождения. Под ред. акад. С. И. Вавилова. Изд. АН СССР, М.—Л., 1943 (далее: Исаак Ньютон), стр. 312—328. — Рукопись хранится в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 82).

² В связи с 200-летием со дня смерти И. Ньютона в 1927 г. 2-й выпуск 7-го тома журнала «Успехи физических наук» был посвящен его памяти. Содержание выпуска: В. К. Фредерикс. Начало механики Ньютона и принцип относительности (стр. 75—86); С. И. Вавилов. Принципы и гипотезы оптики Ньютона (стр. 87—106); Я. И. Френкель. Механические и электромагнитные свойства световых атомов (квантов) (стр. 107—120); Исаак Ньютон. Оптические мемуары (Предисловие С. И. Вавилова, стр. 123—124; Новая теория света и цветов, стр. 124—134; Одна гипотеза, объясняющая свойства света, изложенные в нескольких моих статьях, стр. 135—158; Примечания С. И. Вавилова в переводе «Оптических мемуаров» Ньютона, стр. 159—163).

³ См.: Протоколы заседаний Конференции имп. Академии наук с 1725 по 1803 г. Т. I (1725—1743), СПб., 1897; т. II (1744—1770), СПб., 1899; т. III (1771—1785), СПб., 1900; т. IV (1786—1803), СПб., 1911. — Протоколы издаются под наблюдением акад. К. С. Веселовского.

⁴ См.: Материалы для истории имп. Академии наук, т. 1—10. СПб., 1885—1900. — Опубликованные в них документы охватывают период с 1716 по 1750 г.

⁵ Протоколы заседаний Конференции имп. Академии наук с 1725 по 1803 г., т. I, стр. 2.

⁶ Имеются в виду «Lettres philosophiques sur les anglais» Вольтера, осужденные декретом Парижского парламента и сожженные по выходе в свет. Вольтер пропагандировал идеи Ньютона и в своей работе «Elements de la philosophie de Newton», в письмах и записках, представлявшихся в Академию наук. По инициативе Вольтера мадам дю Шатле перевела «Начала» Исаака Ньютона на французский язык. Подробнее об этом см.: А. М. Деборин. Ньютон и история культуры. В кн.: Исаак Ньютон, стр. 343—347; А. Д. Люблинская. К вопросу о влиянии Ньютона на французскую науку. Там же, стр. 383—384.

⁷ Полное название этой книги: Н. Н. Маракчев. Ньютон, его жизнь и труды. СПб., 1855.

⁸ Полное название книги Ж. Рогро: *Traité de physique par Jacques Robault*. Paris, 1671.

⁹ В самое последнее время опубликованы материалы, свидетельствующие о глубоком внимании и тщательности, с которыми Л. Эйлер изучал труды И. Ньютона, и в частности его «Начала» (см.: В. И. Лисенко. О замечаниях Эйлера к «Математическим началам натуральной философии» Ньютона. В сб.: Вопросы истории естествознания и техники, вып. 20, Изд. «Наука», М., 1966, стр. 38—46).

¹⁰ Полное название этой работы Л. Эйлера: *Theoria motus Lunae exhibens omnes ejus inaequalitates. In additamento hocidem argumentum aliter tractatur simulque ostenditur quemadmodum motus Lunae cum omnibus inaequalitatibus imperisabilis modis representari atque ad calculum revocari possit*. Berolini, 1753. — Рукопись этого сочинения Л. Эйлера по теории движения Луны с опубликованным собственноручным дополнением автора к введению хранится в АО Архива АН СССР (ф. 136, оп. 1, № 163, лл. 1—81 об.).

¹¹ Полное название этого издания книги Л. Эйлера: *Theoria motuum Lunae, nova methodo pertractata und cum tabulis astronomicis, unde ad quodvis tempus loca Lunae expedite computari possunt incredibili studio atque indefessolore trium academicorum: Johannis Alberti Euler, Wolffgangi Ludovici Krafft, Johannis Andreae Lexell. Opus dirigente Leonhardo Eulero*. Petropoli, 1772. — Есть русский перевод: Новая теория движения Луны. Перевод с латинского первой части и извлечений из частей второй и третьей А. Н. Крылова. Л., 1934.

¹² Издана на русском языке в 1757 г. В том же году переведена на латинский язык адъюнктом Академии наук Г. В. Козицким и издана в 1759 г. Опубликована на русском языке в кн.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 3, Изд. АН СССР, М.—Л., 1952, стр. 315—344.

¹³ Издана на русском языке в 1760 г. В том же году переведена на латинский язык. Опубликована в кн.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 3, стр. 377—409.

¹⁴ См.: Исаак Ньютон, стр. 329—344.

¹⁵ Имеется в виду письмо М. В. Ломоносова к Л. Эйлеру от 5 июля 1748 г. (см.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 2, 1951, стр. 169—193).

¹⁶ Имеется в виду работа: *Edleston. Correspondance of sir Isaac Newton and professor Cotes, London, 1650*.

¹⁷ Выступления А. Г. Столетова о Г. Ф. Гельмгольце («Г. Ф. Гельмгольд. Биографический очерк и общая характеристика». «Гельмгольд и современная физика», «Заключительные слова цикла лекций о Г. Ф. Гельмгольце») см. в кн.: А. Г. Столетов, Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1941, стр. 267—277, 307—340, 303—306.

¹⁸ См.: А. Г. Столетов. Леонардо да Винчи как естествоиспытатель. Собр. соч., т. 2, стр. 341—368.

¹⁹ См.: А. Г. Столетов. Очерк развития наших сведений о газах. Собр. соч., т. 2, стр. 55—185.

²⁰ О работе акад. А. Н. Крылова над переводом «Начал» И. Ньютона см. в кн.: Академик А. Н. Крылов. Воспоминания и очерки. М., 1956, стр. 227—228.

²¹ Статья акад. Н. Н. Лукина «Ньютонова теория пределов» опубликована в кн.: Исаак Ньютон, стр. 53—74.

²² Статья И. А. Хвостикова «Ньютон и развитие учения о рефракции света в земной атмосфере» опубликована в кн.: Исаак Ньютон, стр. 142—160.

²³ См.: Академик А. Н. Крылов. Мысли и материалы о преподавании механики в высших технических учебных заведениях СССР. Изд. АН СССР, М.—Л., 1943.

²⁴ См.: Исаак Ньютон. Оптика, или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света. Пер. с 3-го англ. изд. 1721 г. С прим.

С. И. Вавилова. Госиздат, М.—Л., 1927. (Серия «Классики естествознания», кн. 17).

²⁵ См. прим. 2.

²⁶ См. Ньютон (Newton), 1727—1927. Изд. АН СССР, Л., [1927] (АН СССР. Очерки по истории знаний). — Содержание собрания: Некоторые даты жизни Ньютона (стр. 1—2); А. А. Белицкий. К двухсотлетию со дня кончины Исаака Ньютона (стр. 3—10); А. Н. Крылов. «Начала» Ньютона (стр. 11—44); П. П. Лазарев. Оптические работы Ньютона (стр. 45—53); А. А. Иванов. Значение открытого Ньютоном закона всемирного тяготения для астрономии (стр. 54—73).

²⁷ См.: И. Ньютон. Лекции по оптике. Перевод, комментарии и редакция С. И. Вавилова. Изд. АН СССР, М.—Л., 1946. (Серия «Классики науки»).

²⁸ См.: С. И. Вавилов. Эфир, свет и вещество в физике Ньютона. В кн.: Исаак Ньютон, стр. 33—52.

²⁹ См.: И. Ньютон. Математические работы. Перевод с латинского, вводящая статья и комментарии Д. Д. Мордухай-Болтовского, ОНТИ, М.—Л., 1937.

³⁰ См.: Э. А. Цейтлин. Наука и гипотеза. Историко-критическое исследование математических начал натуральной философии в связи с учением о методе естествознания и общественных наук. Госиздат, М.—Л., 1926.

³¹ См.: С. И. Вавилов, Исаак Ньютон. Изд. АН СССР, М.—Л., 1943. Изд. 2, просмотренное и дополненное, Изд. АН СССР, М.—Л., 1945.

³² См.: A. Friedmann. 1) [О кривизне пространства]. *Zs. f. Phys.*, 10, 1922, стр. 377; 2) [Возможность мира с постоянной отрицательной кривизной пространства]. Там же, 21, 1924, стр. 326.

³³ См.: В. А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения. Гостехиздат, М., 1955.

³⁴ См.: A. Einstein. [Замечания к работе А. Фридмана «Кривизна мира»]. *Zs. f. Phys.*, 16, 1923, стр. 222.

³⁵ См.: Н. Г. Чеботарев. Многоугольники Ньютона и его роль в современном развитии математики. В кн.: Исаак Ньютон, стр. 99—126.

НЬЮТОН КАК ФИЗИК

(Стр. 31—40)

¹ Публикуется по машинописному тексту, хранящемуся в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 85А).

² Публикуемый текст являлся докладом, подготовленным для выступления на заседании, посвященном памяти И. Ньютона (в Гос. оптическом институте в 1944 г.). В повестку дня заседания была включена также доклад на тему «Работы Ньютона в области механики».

³ Русские переводы этих работ Ньютона были осуществлены С. И. Вавиловым (См.: ред. прим. 24 и 27 к статье «Ньютон и изучение его трудов в России»). Об оптике Ньютона см. также: Л. И. Мандельштам. Оптические работы Ньютона. Изв. АН СССР, сер. физ., 1945, №№ 1—2, стр. 99—121. Л. И. Мандельштам. Полн. собр. соч., т. 3, М., 1956.

⁴ См.: С. Л. Соболь. История микроскопа и микроскопические исследования в России в XVIII в. Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 331—354.

⁵ Незвестная ранее рукопись Ньютона, содержащая описание серии опытов по интерференции в тонких пленках, обнаружена недавно среди так называемых портсмутских материалов Ньютона (см.: R. S. Westfall. Isaac Newton's coloured circles twist two contiguous glasses. *Arch. Hist. Exact. Sci.*, 2, N 3, 1965, стр. 181—196).

⁶ Рукопись «Лекций по оптике», читанных в 1669—1671 гг., в первоначальном виде была помещена на хранение в Архив Тринити Колледжа в Кембриджском университете. Издана она была после смерти И. Ньютона в 1728 г., когда был опубликован английский перевод первой, по преимуще-

ству математической, части рукописей. В 1749 г. было осуществлено латинское издание этого труда.

¹ См.: А. Н. Крылов. Ньютонова теория астрономической рефракции. Изд. АН СССР, М.—Л., 1935. То же: Архив истории науки и техники, вып. 5, М.—Л., 1935, стр. 183—250.

² «De natura acidogeni» («О природе кислот») опубликован на латинском языке с английским переводом в 1710 г. в приложении к «Lexicon Technicum» Джона Гарриса. Из предисловия видно, что он написан раньше, так как уже в 1692 г. Ньютон передал его «некому другу».

«276 ЗАМЕТОК ПО ФИЗИКЕ И КОРПУСКУЛЯРНОЙ ФИЛОСОФИИ» М. В. ЛОМОНОСОВА (Стр. 41—48)

¹ Текст доклада на объединенном заседании Комиссии по истории Академии наук, Комиссии по истории физико-математических наук и других по случаю 238-й годовщины со дня рождения М. В. Ломоносова 23 ноября 1949 г. Публикуется по машинописному тексту (с поправками и дополнениями автора), хранящемуся в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 275, лл. 1—10). Ранее опубликовано в «Трудах Института истории естествознания и техники» (т. 22, М., 1959, стр. 106—113).

² См.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950, стр. 103—167. — Оригинал на латинском языке; заметка 183 на французском языке; в некоторых заметках отдельные слова и фразы на русском и на немецком языках.

³ Окончательно время составления этого сочинения Ломоносов отнесено редакцией 1-го тома на промежутки 1741—1743 гг. (см. т. 1 Полного собрания сочинений, стр. 549).

⁴ Статья опубликована в т. 1 Полного собрания сочинений, стр. 65—83.

⁵ Статья опубликована в т. 1 Полного собрания сочинений, стр. 85—101. Полное ее название: «Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте, начертанное М. Ломоносовым в 1741 году, в августе месяце».

⁶ Статья опубликована в т. 3 Полного собрания сочинений (Изд. АН СССР, М., 1952, стр. 15—99). Полное ее название: «Слово о явлении воздушных, от электрической силы происходящих, предложенное от Михаила Ломоносова».

⁷ См. ред. прим. 15 к статье «Ньютон и изучение его трудов в России».

⁸ Имеется в виду сочинение Л. Эйлера «Lettres à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie» (т. 1, 2, St.-Petersbourg, 1768). Есть русский перевод под названием: Письма о разных физических и философических материях, писанные к некоторой немецкой принцессе, с французского языка на российский переведенные Степаном Румовским. Ч. 1, СПб., 1766; ч. 2, СПб., 1772; ч. 3, СПб., 1774; ч. 4, СПб., 1796.

⁹ О Хр. Вольфе — знаменитом ученом-энциклопедисте — и его отношении к М. В. Ломоносову во время обучения последнего в Марбурге см.: 1) М. Сухомлинов. Ломоносов — студент Марбургского университета. Русск. вестн., т. 31, 1861, стр. 31; 2) Briefe von Christian Wolf aus den Jahren 1719—1753. Ein Beitrag zur Geschichte der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften zu Petersburg. St.-Petersburg, 1860; 3) Б. Н. Мяншуткин. Биоописание Михаила Васильевича Ломоносова. Изд. 3, с доп. П. Н. Беркова, С. И. Вавилова, Л. В. Модзалевского. Под ред. С. И. Вавилова и Л. В. Модзалевского. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947, стр. 30—39; 4) А. А. Морозов. Михаил Васильевич Ломоносов, 1711—1765. Предисловие акад. С. И. Вавилова. Изд. «Молодая гвардия», М., 1950, стр. 198—235; 5) В. Г. Куанов. Творческий путь Ломоносова. Гостехиздат, М., 1956.

¹⁰ «Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers» («Энциклопедия, или Толковый словарь наук, искусства и ремесел») —

французская энциклопедия, издававшаяся Д. Дидро и Ж.-А. Д'Аламбером. Всего вышло 35 томов за период с 1751 по 1780 г. Это издание объединило прогрессивных философов, естествоиспытателей, писателей, публицистов, отрицательно относившихся к феодальному строю, абсолютизму и церкви. О нем см., например: О. А. Старосельская-Никиткина, *Очерк по истории науки и техники периода французской буржуазной революции 1789—1794 гг.* Под ред. акад. С. И. Вавилова и акад. В. П. Волгина. Изд. АН СССР. М.—Л., 1946, стр. 25 и сл.

¹¹ Имеется в виду труд Г. Бургава (Hergmann Boetavaus *Elementa chemiae, qual anniversario labore docuit, in publicis, privataeque scholis*, т. 1, 2. Lugduni Batavorum, 1732). 2-й раздел 1-го тома этого труда (стр. 126—422): «De igne» («Об огне»).

¹² Речь Ломоносова была издана в 1757 г. под названием: «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее, в публичном собрании имп. Академии наук июля 1 дня 1756 года говоренное Михайлом Ломоносовым» (см.: М. В. Ломоносов, Полн. собр. соч., т. 3, Изд. АН СССР, М.—Л., 1952, стр. 313—344). Ломоносов проявлял большой интерес к изучению природы света и теории цветов еще с самого начала своей научной деятельности. Еще в плане работы по физике, которая должна была завершать его «Элементы математической химии» (1741), одна из глав общей части должна была быть посвящена учению о цвете. Большое место в «276 заметках» занимают записки, посвященные теории света и цветов. Из Ломоносова помечает цифрой «2» на полях. В них кратко изложены наблюдения, возможно, и опыты Ломоносова и некоторые теоретические положения, которые вошли в дальнейшем в «Слово». В заметках о будущих исследованиях, которым извершается рассматриваемая работа, есть темы: «О белом и черном», «О цветах», «Об окрашенных телах» и т. д.

¹³ Число исследований, посвященных различным сторонам творчества М. В. Ломоносова в области естественных наук, очень велико. Отсылаем интересующихся к библиографии трудов о нем, собранной в книгах: 1) История естествознания. Литература, опубликованная в СССР (1917—1947). М.—Л., 1949; 2) История естествознания. Литература, опубликованная в СССР (1948—1950). М., 1956; 3) История естествознания. Литература, опубликованная в СССР (1951—1956). М., 1963. См. также: Е. Б. Рысс и Г. М. Корovin. 1) Библиография сочинений М. В. Ломоносова и литературы о нем за 1917—1950 гг. В сб.: Ломоносов, III, М.—Л., 1951, стр. 501—607; 2) Библиография сочинений М. В. Ломоносова и литературы о нем за 1951—1955 гг. В сб.: Ломоносов, IV, М.—Л., 1960, стр. 401—438; Е. Б. Рысс. Библиография сочинений Ломоносова и литературы о нем за 1956—1960 гг. В сб.: Ломоносов, V, М.—Л., 1961, стр. 355—381.

Академией наук СССР было издано Полное собрание сочинений М. В. Ломоносова в 10 томах. Первый том вышел в 1950 г., а последний, десятый, — в 1957 г. Кроме того, Институт истории естествознания и техники АН СССР осуществляет выпуск неперiodических сборников исследований «Ломоносов». Первый сборник вышел в 1940 г., последний, шестой, — в 1966 г.

К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ АКАДЕМИКА Г. В. РИХМАНА (Стр. 49—61)

¹ Статья написана в 1953 г. совместно с М. И. Радовским. Публикуется по машинописному тексту (с пометами и дополнениями Т. П. Крайца), хранящемуся в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 286). С незначительными разночтениями опубликована в журнале «Успехи физических наук» (т. 51, вып. 2, 1953, стр. 287—299).

² См.: Материалы для истории имп. Академии наук, т. 4 (1739—1741). СПб., 1887, стр. 330.

³ Там же, стр. 370.

² См.: История имп. Академии наук в Петербурге Петра Пекарского, т. I. СПб., 1870, стр. 698.

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ См.: Материалы для истории имп. Академии наук, т. 5 (1742—1743). СПб., 1889, стр. 624—625.

⁸ О С. К. Котельникове см.: Т. М. Попова, С. К. Котельников — первый русский академик-математик. Учен. зап. Ростовск. н/Д. ун-ва, т. 24, вып. 1, 1955, стр. 213—223; В. Е. Прудников, Русские педагоги-математики XVIII—XIX вв. Учпедгиз, М., 1956.

⁹ О М. Софронове см.: В. И. Смирнов и Е. С. Кулябко, Михаил Софронов — русский математик середины XVIII в. Изд. АН СССР, Л., 1954.

¹⁰ Это сочинение Г. В. Рихмана опубликовано в русском переводе в кн.: Г. В. Рихман. Труды по физике. Подготовка текста, вступительная статья, примечания и редакция Н. А. Елисеева, В. П. Зубова, А. М. Мурашова. Редактор тома А. Т. Григорьев. Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 11—24.

¹¹ См.: J. C. Wilcke. Om Snöns kyla, vid smältningen. [О холоде снега при таянии]. Kongl. Vetensk. Acad. Handlingar, 33, 1772, стр. 97.

¹² См.: I. Black. Lectures on the elements of chemistry, vol. 1. Edinburgh, 1803, стр. 501—508.

¹³ Имеется в виду работа Г. В. Рихмана «De legibus evaporationis aquae» («О законах испарения воды»), опубликованная в издании: Diem imperii... Elisabethae... imperatricis... Academia Scientiarum solemniter conventu celebrat postridie Illius diei novembris XXVI. Petropoli, 1749. — Русский перевод опубликован в кн.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 192—204.

¹⁴ См. ред. прим. 12 к статье «К истории изобретения фотографии».

¹⁵ Ж.-Б. Фурье в 1807 г. опубликовал свой первый мемюар по теории теплопроводности. Второй его мемюар (о теории распространения тепла в твердых телах) был опубликован в 1811 г. и удостоен премии Парижской академии наук. Теории распространения тепла Фурье посвятил еще несколько работ, опубликованных в 1824—1829 гг. в Трудах Парижской академии наук.

¹⁶ Имеется в виду книга: М. Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству. Пер. с англ. под ред. Т. П. Кравца. М., 1947. — Предисловие к ней Т. П. Кравца публикуется в настоящем издании.

¹⁷ Стефан Грей — английский физик. Его труды многократно цитируются Г. В. Рихманом в исследованиях, посвященных изучению электричества (см.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 230, 298, 337, 355 и др.).

¹⁸ Иоганн Генрих Вилклер — немецкий ученый. В 1729—1744 гг. опубликовал много работ по статическому электричеству. Его труды многократно цитируются Г. В. Рихманом в исследованиях, посвященных изучению электричества (см.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 231, 237, 238, 269, 298, 299 и др.).

¹⁹ Полное название этого сочинения: «Рассуждение об указателе электричества и о пользовании им при исследовании явлений искусственного и естественного электричества». Это русский перевод сочинения Г. В. Рихмана «De indice electricitatis et de ejus usum definiendis artificialis et naturalis electricitatis phaenomenis dissertation». Опубликовано в кн.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 338—359.

²⁰ Сочинение Г. В. Рихмана «Новые опыты с электричеством, порождаемые в телах» — русский перевод «De electricitate incognitis producenda nova tentamina». Опубликовано в кн.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 245—261.

²¹ См.: А. А. Эйзенвальд. Избр. работы. Под ред. и с прим. А. Б. Молодзевского, Гостиздат, М., 1956, стр. 9—109.

²⁴ Громоуной машиной М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман называли установку для изучения атмосферного электричества (см.: письмо М. В. Ломоносова к И. И. Шувалову от 31 мая 1753 г. в Полном собрании сочинений М. В. Ломоносова, т. 10, Изд. АН СССР, М.—Л., 1957, стр. 480—483; см. также: Б. Н. Менделеев и Ж. В. Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова, Изд. 3, с доп. П. Н. Беркова, С. И. Вавилова и Л. Б. Модзалевского, Под ред. С. И. Вавилова и Л. Б. Модзалевского, Изд. АН СССР, М.—Л., 1947, стр. 104—105).

²⁵ Рапорт о вскрытии трупа Г. В. Рихмана, произведенном 28 июля 1753 г. (ЛО Архива АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 707, лл. 82—83).

²⁶ Рапорт Х. Г. Кратценштейна, представленный в Академию наук 27 июля 1753 г., хранится в ЛО Архива АН СССР (подлинник на немецком языке — ф. 3, оп. 1, № 707, лл. 86—88 об.; авторизованный перевод XVIII в., подготовленный переводчиком Василием Лебедевым, — ф. 3, оп. 1, № 707, лл. 68—70 об.). Русский перевод опубликован в кн.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 548—550. — Сообщение о смерти Рихмана, составленное проф. Г. Ф. Миллером, было опубликовано Академией наук в «Санкт-Петербургских ведомостях» 3 августа 1753 г. (№ 62, стр. 499—502).

²⁷ Сообщения о смерти Рихмана были опубликованы в крупнейших научных журналах тех дней («Philosophical Transactions», «Histoire de l'Académie Royale des Sciences [de Paris]», «Journal des Savants» и др.), газетах («Daily Advertiser», «Tübingsche Berichte von gelehrten Sachen» и др.), в книге (Д. Пристли, И. Винклера и др.). Подробные сведения об этом см.: Г. В. Рихман. Труды по физике, стр. 696—700.

К ИСТОРИИ ИЗОБРЕТЕНИЯ ФОТОГРАФИИ

(Стр. 62—110)

¹ Вводная статья на кн.: Документы по истории изобретения фотографии. (Перечисляя Ж. Н. Ньепса, Ж. М. Дакерра и других лиц). Редакция и вводная статья чл.-корр. АН СССР Т. П. Крауца, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 11—56. (Труды Архива АН СССР, вып. 7). — Рукопись статьи хранится в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 92).

² Обширное собрание документов по истории изобретения фотографии, хранящееся в ЛО Архива АН СССР (ф. 85, оп. 2), было передано в 1850 г. петербургскому академику И. Х. Гамелю Исидором Ньепсом, сыном Нисефора Ньепса. Эти материалы должны были послужить Гамелю для составления истории изобретения фотографии и восстановления приоритета Н. Ньепса. Об этом см. статью Г. А. Кияева «Значение и происхождение публикуемых материалов» в указанной выше, в прим. 1, книге (стр. 5—10).

³ Здесь и далее автор, говоря о «настоящем сборнике», о «настоящем издании», имеет в виду указанную выше, в прим. 1, книгу.

⁴ Журнал «La Lumière» от 15 и 16 февраля, 9 и 30 марта 1851 г.

⁵ Полное название этой книги: Victor Fouque. La vérité sur l'invention de la photographie. Nicéphore Niépce, sa vie, ses essais, ses travaux d'après sa correspondance et autres documents inédits. Paris et Chalon-sur-Saône, 1867.

⁶ Полное название этой книги: Historique de la découverte improprement nommée Daguerriotype précédé d'une notice sur son véritable inventeur feu Joseph Nicéphore Niépce, de Chalon-sur-Saône, par son fils, Isidore Niépce. Paris, 1841.

⁷ Здесь и далее так даются ссылки на книгу, полное название которой приведено выше, в прим. 5.

⁸ Полное название этой книги: Geschichte der Photographie von Prof. Dr. Josef Maria Eder, Vierte gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Haale (Saale). Verlag von W. Knapp, 1905.

⁹ См. ред. прим. 3 к статье «Б. С. Якоби — предшественник открытия закона сохранения энергии».

¹⁰ Институт Франции — высшее научное учреждение конца XVIII и начала XIX в., созданное Конвентом в октябре 1795 г. Институт делился

на три класса: первый класс объединял представителей физических, математических и особенно экспериментальных наук; второй класс составляли науки моральные и политические; третий — литература и искусство. Создание Института, в состав которого вошли виднейшие представители французской научной мысли, заложило прочные основы развития науки.

¹¹ Здесь и далее так даются ссылки на книгу, полное название которой приведено автором на стр. 65.

¹² См.: S. Carnot, *Réflexions sur la force motrice du feu et sur les machines à développer cette puissance* par S. Carnot, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Paris, 1824. — Эта книга переведена на русский язык под редакцией проф. В. Р. Бурсиана и Ю. А. Круткова и напечатана в серии «Классики естествознания»: Сади Карно. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу. М.—Пер., 1923.

¹³ Гидравлическая машина в Марли была знаменитым инженерным сооружением XVII—XVIII вв. Она была построена голландским архитектором С. Ренкеном в 1688 г. по заказу французского короля Людовика XIV для подачи воды в пруды Версальского парка. Насосная установка располагалась в Марли на Сене, в нескольких километрах от Версаля. Вода поднималась 235 насосами в особый водоем, расположенный на высоте 163 м над уровнем реки и в 5 км от нее. Далее вода по каменному наледу поднималась в парк. Насосы действовали при помощи 13 колес, каждое из которых имело 8 м в диаметре. В качестве вспомогательных приспособлений использовались 48 различных рычагов, 122 больших балансира, 2108 кривошипов, 63 744 штока. На сооружение этой удивительной для того времени гидростанции было израсходовано 85 т дерева, 17 т железа, 850 т свинца и столько же меди. Ее строили 1800 рабочих в течение 7 лет. Несмотря на столь грандиозные размеры, станция могла подать в водоем не более 200 м³ воды в час.

¹⁴ См.: Arthur Chevalier, *Etude sur la vie et les travaux de Charles Chevalier*, Paris, 1862.

¹⁵ См. прим. 4.

¹⁶ Полное название этой брошюры Дагерра: *Historique et description des procédés du Daguerreotype et du Diorama par Daguerre peintre, inventeur du Diorama, officier de la Légion d'Honneur, membre de plusieurs Académies etc.*, Paris, 1839.

¹⁷ Здесь и далее так даются ссылки на книгу, полное название которой приведено выше, в прим. 8.

¹⁸ Здесь и далее так даются ссылки на брошюру, полное название которой приведено выше, в прим. 16.

¹⁹ Е. Штенгер. Из ранней истории фотографии. Световые изображения на службе библиотек. Bericht über den VIII intern. Kongress für Wiss. u. angew. Photographie (Dresden, 1931), Leipzig, 1932, стр. 715.

²⁰ О. Штерн: 1) Непосредственное измерение тепловых скоростей молекул. *Zs. f. Phys.*, 2, 1920, стр. 49. 2) Дополнительные замечания к моей работе «Непосредственное измерение...», *Zs. f. Phys.*, 3, 1920, стр. 417.

²¹ Е. Дерт и Г. Дюрр: 1) Новый метод сухой гиперсенсибилизации фотографических эмульсий. *Joint. Soc. Mot. Pict. Engin.*, 28, 1937, стр. 178; 2) О сенсibilизации фотографических эмульсий с помощью паров ртути. *Veröff. Wiss. Labor. Agfa*, 5, 1937, стр. 150.

М. ФАРАДЕЙ И ЕГО «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ»

(Стр. 111—156)

¹ Редакционные статьи к переводу трудов Фарадея «*Experimental Researches in Electricity*» (I—II. London, 1839—1856) на русский язык в серии «Классики науки»: Михаил Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству. (Том I. Пер. с англ. Е. А. Чернышевой и Я. Р. Шмид.

Комментарии и редакция чл.-корр. АН СССР проф. Т. П. Крайца. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947, стр. 733—778; Том II. Пер. с англ. А. В. Яковлевой. Комментарии и редакция чл.-корр. АН СССР проф. Т. П. Крайца. Изд. АН СССР, М.—Л., 1951, стр. 407—422) — Рукописи обеих статей хранятся в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 78). Кроме указанных двух томов, на русский язык переведен и III том «Экспериментальных исследований по электричеству» Фарадея (Пер. с англ. В. С. Гохмана и Т. Н. Каадо. Комментарии и редакция чл.-корр. АН СССР проф. Т. П. Крайца и Я. Г. Дорфмана. Изд. АН СССР, М.—Л., 1959). Труды Фарадея состоят из 29 серий (в I томе — серии 1—14, во II томе — 15—16, в III томе — 19—29). Серии включают разделы (1—37); в некоторых случаях разделы подразделяются на главы. Каждый раздел (или глава) состоит из аннумерованных пунктов; их нумерация сквозная по всем 29 сериям. Серии представляют собою доклады Фарадея на заседаниях Королевского общества, напечатанные затем в «Philosophical Transactions of the Royal Society». Например, 1-я серия доложена 24 ноября 1831 г., а 25-я — 2 февраля 1843 г. К упомянутым докладам Фарадея вне серий добавлен (во II и III томах) еще ряд статей по электричеству смешанного характера, опубликованных в «Quarterly Journal of Science», «Philosophical Magazine» и других изданиях.

² М. И. Радосский. Фарадей, М., 1936, стр. 49—58. (Серия «Жизни замечательных людей», вып. 19—20)

³ См. стр. 155.

⁴ J. C. Maxwell. A Treatise on Electricity and Magnetism, vol. 1—2. Oxford, 1873. — См. также ред. прим. 11 к статье «Пути развития максвелловой электромагнитной теории».

⁵ H. Helmholtz. Die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Electricität. Vortrag zu Faradays Gedächtnisfeier gehalten vor der Chemischen Gesellschaft zu London. 1881. В сб.: H. Helmholtz. Vorträge und Reden. Bd. 11, 4. Auflage. Braunschweig, 1896, S. 253. — Русский перевод: Г. Гельмгольц. Современное развитие взглядов Фарадея на электричество. В сб.: Г. Гельмгольц. Популярные речи. СПб., 1898, стр. 105.

⁶ См. ред. прим. 8 к статье «Пути развития максвелловой электромагнитной теории».

⁷ См. здесь прим. 4.

⁸ Опубликовано в 1913 г.: А. Ф. Иоффе. Элементарный фотоэлектрический эффект. Магнитное поле катодных лучей. СПб., 1913. См. также: М. С. Сомицкий. А. Ф. Иоффе. Изд. «Наука», М.—Л., 1964, стр. 92—96.

⁹ O. Lehmann. Die elektrischen Lichterscheinungen oder Entladungen, bezeichnet als Glimmen, Buschel, Funken und Lichtbogen. Halle, 1898.

¹⁰ Имеется в виду второй том «Исследований» Фарадея (см. здесь прим. 1).

О РАБОТАХ Э. Х. ЛЕНЦА В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА (Стр. 157—163)

¹ Печатается по тексту статьи, опубликованной в кн.: Э. Х. Ленц. Избр. труды. Ред. и прим. чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца. Изд. АН СССР, Л., 1950. — Кроме статьи Т. П. Крайца «О работах Э. Х. Ленца в области электромагнетизма» (стр. 465—474), в этой книге опубликованы статьи проф. К. К. Баумгарт «Э. Х. Ленц. Краткий биографический очерк» (стр. 449—455), акад. Л. С. Верга «Заслуги Э. Х. Ленца в области физической географии» (стр. 456—464).

² См. ред. прим. 1 к статье «М. Фарадей и его «Экспериментальные исследования по электричеству»».

³ Мемуар Э. Х. Ленца «Об определении направления гальванических токов, возбуждаемых электродинамической индукцией» был опубликован

в журн.: *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 31, 1834, стр. 483—494. — Русский перевод (М. В. Савостьяновой) опубликован в кн.: Э. Х. Ленц, Избр. труды, стр. 145—157.

⁴ Мемуар Э. Х. Ленца «О влиянии скорости вращения на индукционный ток, производимый магнитоэлектрическими машинами» был опубликован в журн.: *Bull. classe phys.-math. Acad. sci. St.-Pbg.*, 7, 1849, табл. 257—285; 12, 1854, табл. 46—62, 16, 1858, табл. 177—192; *Mélanges phys. et chim.*, 1, 1849—1854, стр. 567—590; 3, 1856—1859, стр. 235—254; *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 76, 1849, стр. 494—523; 92, 1854, стр. 128—182. Русский перевод (М. В. Савостьяновой) опубликован в кн.: Э. Х. Ленц, Избр. труды, стр. 159—239.

⁵ Мемуар Э. Х. Ленца «О законах выделения тепла гальваническим током» был опубликован в журн.: *Bull. classe phys.-math. Acad. sci. St.-Pbg.*, 1, 1843, табл. 209—253; 2, 1844, табл. 161—188; *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 59, 1843, стр. 203—239, 407—419; 61, 1844, стр. 18—49. — Русский перевод опубликован в кн.: Э. Х. Ленц, Избр. труды, стр. 359—446.

⁶ Статья Э. Ленца и Б. Якоби «О законах электромагнитов» была опубликована в журн.: *Bull. scientifique Acad. sci. St.-Pbg.*, 4, №№ 22, 23 (94, 95), 1838, стр. 337—367; *Bull. classe phys.-math. Acad. sci. St.-Pbg.*, 2, 1844, стр. 65—108; *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 47, 1839, стр. 225—270; 61, 1844, стр. 254—280 и 448—465. — Русский перевод опубликован в кн.: Э. Х. Ленц, Избр. труды, стр. 241—358.

Б. С. ЯКОБИ — ПРЕДШЕСТВЕННИК ОТКРЫТИЯ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

(Стр. 164—174)

¹ Публикуется по машинописному тексту статьи, датированной августом 1953 г., с пометами и подписью автора, хранящейся в ЛО Архива АН СССР (ф. 853, оп. 1, № 142). Один из вариантов этой работы Т. П. Кравца опубликован под названием «Б. С. Якоби о превращении энергии» в журн.: Вопросы истории естествознания и техники, т. 20, М., 1966, стр. 53—55.

² См. ред. прим. 17 к статье «К 200-летию со дня смерти академика Г. В. Рихмана».

³ Ряд документов, освещающих эту работу братьев Ньепсов, опубликован в кн.: Документы по истории изобретения фотографии. (Переписка Ж. Н. Ньепса, Ж. М. Дагерра и других лиц). Редакция и вводная статья чл.-корр. АН СССР Т. П. Кравца. Тр. Архива АН СССР, вып. 7, М.—Л., 1949, стр. 67—91. — См. также: I. J. Konfederatov a. N. M. Rasikin. The story of the internal combustion engine. Actes du IX Congrès inter. d'Histoire des Sciences. Barcelona—Madrid, 1—7 sept. 1959, Vol. 1, p. 211. — См. ред. прим. 2 к статье «К истории изобретения фотографии».

⁴ См.: Документы по истории изобретения фотографии..., стр. 168, 170.

⁵ Литературу о жизни и деятельности Б. С. Якоби см. в кн.: Борис Семенович Якоби. Библиографический указатель. Сост. М. Г. Новалинская под ред. К. И. Шафрановского. Вступительная статья чл.-корр. АН СССР Т. П. Кравца. Изд. АН СССР, М.—Л., 1953, стр. 105—203.

⁶ Эта речь «Über die Benutzung der Naturkräfte zu menschlichen Arbeiten», произнесенная в Кенигсбергском физико-экономическом обществе 14 июня 1834 г., опубликована в кн.: Vorträge aus dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Ökonomie gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Bd. I. Königsberg, 1834, стр. 99—123.

⁷ Рукопись этой неопубликованной статьи Б. С. Якоби на французском языке «Sur la corrélation des forces de la nature» хранится в ЛО Архива АН СССР (ф. 187, оп. 1, № 215, л. 2—22).

⁸ См.: W. Ahrens. Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi und M. H. Jacobi. Leipzig, 1907.

⁸ См. статью «К истории изобретения фотографии» в настоящем издании и документы, которые приводятся в кн.: Документы по истории изобретения фотографии... стр. 97—164, 166, 170, 178—184 и др.

¹⁰ Это распространенное в свое время ошибочное представление сейчас опровергнуто (см.: Н. М. Раскин, Вопросы техники у А. Эйлера. В кн.: Леонард Эйлер. Сб. статей в честь 250-летия со дня рождения, представленных Академии наук СССР. Под ред. М. А. Лаврентьева, А. П. Юшкевича, А. Т. Григорьяна, Изд. АН СССР, М., 1958, стр. 500—509).

¹¹ См. здесь прим. 3. Сейчас известно, что пиролюфит братьев Клода и Нисефора Ньепсов должен был работать на порошкообразной смеси, состоявшей из одной части смолы или асфальта с девятью частями угля (см.: Документы по истории изобретения фотографии... стр. 78—82). Позже изобретатели пришли к мысли применять в качестве торжющего нефть.

¹² См. здесь прим. 6.

¹³ Статья «О взаимоотношении сил природы» (см. здесь прим. 7).

¹⁴ ДО Архива АН СССР, ф. 187, оп. 1, № 215, л. 17 об.

ПУТИ РАЗВИТИЯ МАКСВЕЛЛОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕОРИИ (Стр. 175—189)

¹ Печатается по тексту статьи, опубликованной в журнале «Природа» (т. 20, № 11, 1931, стр. 1943).

² См.: Nature (Engl.), 128, 1931, стр. 604, 607.

³ См.: N. Bohr. [Максвелл и современная теоретическая физика]. Nature (Engl.), 128, 1931, стр. 691.

⁴ См.: James Clerk Maxwell; a Commemoration Volume, 1831—1931. Essays by Sir J. J. Thomson, Max Planck, Albert Einstein, Sir Joseph Larmor, Sir James Jeans, William Garnett, Sir Ambrose Fleming, Sir Oliver Lodge, Sir R. T. Glazebrook, Sir Horace Lamb. Camb. Univ. Press, 1931.

⁵ Русский перевод этой статьи А. Эйнштейна («Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности») см.: Эйнштейновский сборник. Изд. «Наука», М., 1966, стр. 7.

⁶ Из новейших статей и книг, посвященных развитию теории Максвелла, см. также: Б. Г. Кузнецов, Электродинамизм Максвелла, ее источники, развитие и историческое значение. Тр. Ин-ст истории естествозн. и техн., т. 5, Изд. АН СССР, М., 1955, стр. 157; Б. Г. Кузнецов, Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна. «Наука», М., 1966, т. VII; Clerk Maxwell and modern science. Six commemorative lectures. Ed. by C. Domb. London, 1963. (Одна из статей этого сборника напечатана в журнале «Nature», J. Randall). [Вослед на жизнь и труды Джамса Клерка Максвелла]. Nature, 195, 1962, стр. 427; Ch. P. Maue. J. Cl. Maxwell and Electromagnetism. London, 1964; Cl. Schaefer. [Развитие максвелловых теорий электромагнетизма]. Naturwiss. Rundschau, 18, № 1, 1965, стр. 17; P. Jordan. [К 100-летию уравнений Максвелла]. Elektrotechn. Z., A86, № 3, 1965, стр. 65.

⁷ О Фарадее см. статьи в этой книге «М. Фарадей и его „Экспериментальные исследования по электричеству“».

⁸ Цит. по статье Дж. Дж. Томсона из сб.: James Clerk Maxwell; a Commemoration Volume, 1831—1931 (см. здесь прим. 4). — Эта статья напечатана также в журнале «Nature» (Engl.), 128, 1931, стр. 607. См. также сборник «На предистории радио». Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 17, 22 и 205.

⁹ J. C. Maxwell. A Treatise on Electricity and Magnetism, vol. 1. 2. Oxford, 1873; Изд. 2, с доп. Нивена, 1881; Изд. 3, с доп. Дж. Дж. Томсона, 1892. — На русский язык переведены предисловие к 1-му изданию и IV часть трактата — электромагнетизм (см.: Джамс Клерк Максвелл. Из-

бренные сочинения по теории электромагнитного поля. Гостехиздат, М., 1952).

¹⁰ Первая работа Максвелла по теории электричества «О фарадеевых силовых линиях» доложена Кембриджскому философскому обществу 10 декабря 1855 г. (Trans. Camb. Phil. Soc., 10, pt. 1, 1856, стр. 220; см. также: J. C. Maxwell, Sci. Pap., 1, 1890, стр. 155). Русский перевод в сб.: Избр. соч. (см. здесь прим. 9), стр. 11—18. Следующая работа «О физических силовых линиях» (Phil. Mag., 21, 1862, стр. 101—175; Sci. Pap., 1, 1890, стр. 451—513; русский перевод: Избр. соч. (см. здесь прим. 9), стр. 107—194) посвящена модели, иллюстрирующей закон электромагнитной индукции. Максвелл впервые приходит к своим знаменитым уравнениям, в полной мере развитым в третьей статье: «Динамическая теория электромагнитного поля» (Trans. Roy. Soc., 155, 1866, стр. 459; Sci. Pap., 1, 1890, стр. 526; русский перевод: Избр. соч. (см. здесь прим. 9), стр. 251). Эта работа была сообщена Королевскому обществу 8 декабря 1864 г. Эту дату и можно считать «днем рождения» уравнений Максвелла: электромагнитной теории света (см. здесь прим. 6—Jordan).

¹¹ A Treatise... (см. здесь прим. 9), vol. 1, Preface, стр. IX—X; см. также: Избр. соч. (см. прим. 9), стр. 345.

¹² A Treatise... (см. прим. 9), vol. 1, pt. I, § 59, стр. 58.

¹³ A Treatise... (см. прим. 9), vol. 2, pt. IV, стр. 246.

¹⁴ H. A. Lorentz, Maxwells elektromagnetische Theorie. Encycl. d. mathem. Wissensch., Bd. V, 13, Leipzig, 1904, § 23, стр. 107.

¹⁵ M. Abraham. [Электродинамика движущихся тел]. Rend. del circ. mathem. di Palermo, 28, 1909, стр. 1; см. также: M. Abraham. Theorie der Elektrizität, Bd. II, Leipzig, 1923, 38, 39.

¹⁶ A. Treatise... (см. прим. 9), vol. 1, pt. I, § 60, стр. 60.

¹⁷ H. Poincaré, Electricité et Optique, t. I, Paris, 1890, стр. VIII—IX. Перевод в сборнике «Из предистории радио», Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 222.

¹⁸ A Treatise... (см. прим. 9), vol. 1, pt. I, § 62, стр. 64.

¹⁹ См.: H. Hertz, [Об основных уравнениях электродинамики покоящихся тел]. Ann. der Phys., 40, 1890, стр. 577; см. также в кн.: H. Hertz, Die Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig, 1892, стр. 208.

²⁰ См.: O. Heaviside, [Электромагнитная индукция и ее распространение]. The Electrician, 1886, стр. 219, 306; см. также: O. Heaviside, Electrical Papers, 1, London, 1892, стр. 429; [О силах, напряжениях и потоке энергии в электромагнитном поле]. Phil. Trans., 183A, 1893, стр. 423; см. также: O. Heaviside, Electrical Papers, 2, London, 1892, стр. 521.

²¹ A. Treatise... (см. прим. 9), vol. 2, chap. XX, стр. 383—398.

²² См.: W. Weber, R. Kohlrausch, Zurückführung der Stromintensitäts Messungen auf mechanisches Mass. In: W. Weber, Elektrodynamische Maassbestimmungen, IV. Serie Leipzig, 1840—1878. Русский перевод (Приведение измерений силы тока к механической мере) в кн.: Из предистории радио, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 209.

²³ См.: J. C. Maxwell, 1) [О методе непосредственного сравнения электростатической силы с электромагнитной; с заметкой об электромагнитной теории света]. Phil. Trans., 158, 1868, стр. 643; 2) [Опыты, касающиеся величины V отношения электромагнитной единицы электричества к электростатической]. Brit. Assoc. Rep., 39, 1869, стр. 436.

²⁴ A Treatise... (см. прим. 9), vol. 2, § 786, стр. 387.

²⁵ Там же, § 788, стр. 388.

²⁶ Там же, § 793, стр. 391.

²⁷ Там же, § 791, стр. 290.

²⁸ См. прим. 23, а также: A Treatise... (см. прим. 9), vol. 2, § 767, стр. 387.

²⁹ Статьи Г. Герца по этому вопросу собраны в кн.: H. Hertz, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig, 1892.

³⁰ Эту проблему в 1890 г. ставил А. Г. Столетов. См.: Дж. К.л. Максвелл, Избр. соч., стр. 675 (прим. ред.).

³¹ См.: Ed. Sagasin, L. De la Rive. 1) [Множественный резонанс электрических волн Герца, распространяющихся вдоль проводящих проволок]. Arch. 361. phys. et natur. Geneve, 23, 1890, стр. 113; 2) [Интерференция электрических колебаний при нормальном отражении от металлической стенки. Равенство скоростей распространения в воздухе и вдоль проводящих проволок]. Там же, 29, 1893, стр. 104; O. Lodge, P. T. Glasbrook. [Опыты по колебательному разряду воздушного конденсатора; определение «V»]. Trans. Cambr. Phil. Soc., 18, 1900, стр. 136; O. Lodge. The work of Heitz. London, 1894.

³² О работах П. Н. Лебедева см. статью в этой книге «П. Н. Лебедев и его творчество». Работу Лампа см.: A. Lampa. [О показателе преломления некоторых веществ для очень коротких электрических волн]. Wien Akad. Ber., 105, 1896, стр. 587, 1049.

³³ О работах М. А. Левитской и А. А. Глаголевой-Ариадьевой см. прим. 1) к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

³⁴ См. обзорные статьи Рубенса: H. Rubens. 1) [Инфракрасный спектр]. Rapports du Congrès International de Physique, Paris, 1900, стр. 143; 2) [Инфракрасный спектр и его значение для подтверждения электромагнитной теории света]. Berl. Ber., 1917, стр. 47.

³⁵ См.: P. Drude. 1) [Исследование по электрической дисперсии]. Wied. Ann., 54, 1895, стр. 352; 2) [Удобный метод демонстрации электрического показателя преломления жидкостей]. Там же, 55, 1895, стр. 633; 3) [Аномальная электрическая дисперсия жидкостей]. Там же, 58, 1896, стр. 1; 4) [Электрический показатель преломления воды и водных растворов]. Там же, 59, 1896, стр. 17; 5) [Метод измерения диэлектрической постоянной и электрического поглощения небольшими количествами веществ с помощью электрических волн и проволок]. Там же, 61, 1897, стр. 466; 6) [Два метода измерения диэлектрической постоянной и электрического поглощения при быстрых колебаниях]. Zs. f. phys. Chem. 23, 1897, стр. 267.

³⁶ См.: А. Р. Колли. 1) О расположении метода волн в проволоках для целей исследования дисперсии в электрическом спектре жидкостей и об измерении электрического показателя преломления жидкостей. ЖРФХО, физ. отд., 38, 1906, стр. 431; 2) Исследование дисперсии в электрическом спектре волн. Там же, 39, 1907, стр. 210; 3) Исследование дисперсии в электрическом спектре этилового спирта. Там же, 40, 1908, стр. 121; Phys. Zs., 10, 1909, стр. 657; 4) О ходе дисперсии в электрическом спектре бензола, толуола и ацетона. ЖРФХО, физ. отд., 40, 1908, стр. 228; Phys. Zs., 11, 1910, стр. 324; 5) A. R. Colley. [О ходе дисперсии в электрическом спектре воды]. Phys. Zs., 10, 1909, стр. 471; 6) [К вопросу об электрической дисперсии бензола, толуола и керосина (Замечание по поводу статьи Линиченко под тем же заглавием)]. Там же, 14, 1913, стр. 893.

³⁷ О работах русских физиков по этому вопросу см.: Дж. К.л. Максвелл, Избр. соч. (см. здесь прим. 9), стр. 675.

³⁸ Об этих работах В. К. Аркадьева см. авторский обзор «Электромагнитная спектроскопия металлов» в кн.: О. Д. Хвольсон, Курс физики, Том дополнительный (физика 1914—1926 г.), П. Госиздат, М.—Л., 1926, стр. 237.

³⁹ О работах П. Н. Лебедева по измерению светового давления см. статью в этой книге «П. Н. Лебедев и световое давление».

⁴⁰ См.: J. H. Poynting. [О переносе энергии в электромагнитном поле]. Phil. Trans., 175, 1884, стр. 843. — Перевод см. в сборнике «Из истории радио» (Изд. АН СССР, 1948, стр. 233). Впервые представление о потоке энергии применительно к упругим телам было введено Н. А. Умовым в 1874 г. (там же, стр. 227). См. статью в этой книге «Физика в России XIX в.». Пойнтинг ввел аналогичное представление о потоке энергии в электромагнитном поле. О дальнейшем развитии представлений о локализации энергии и ее переносе см.: O. Neuvaiside. [О силах, напряжениях

в потоке энергии в электромагнитном поле]. Phil. Trans., 183A, 1893, стр. 423; см. также: O. Heaviside, Electrical Papers, 2, London, 1892, стр. 521; W. Wien. [О понятии локализации энергии]. Wied. Ann., 45, 1892, стр. 685; K. Birkeland. [Об излучении электромагнитной энергии в пространстве]. Там же, 52, 1894, стр. 357; G. Mie. [Набросок общей теории переноса энергии], Wien Sitz-Ber., Math.-naturwiss. Kl. (IIa), 107, 1898, стр. 1113.

⁴¹ См.: Г. А. Лоренц. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. Гостехиздат, М., 1953, § 20—24.

⁴² См. прим. 5 к статье «М. Фарадей в его „Экспериментальные исследования по электричеству“».

⁴³ См.: М. Абгахан. [Принципы динамики электронов]. Ann. der Phys., 10, 1903, стр. 105.

⁴⁴ См. здесь прим. 41.

⁴⁵ См.: J. J. Thomson. [Электрические и магнитные действия, производимые движением неэлектризованных тел]. Phil. Mag., 2, 1881, стр. 227, 230. — В этой статье впервые введено понятие об электромагнитной массе.

⁴⁶ См.: W. Wien. [Возможность электромагнитного обоснования механики]. Arch. Neerl., Haarlem., 5, 1900, стр. 96; Ann. der Phys., 5, 1901, стр. 501.

⁴⁷ См.: F. Hasenöhl. [К теории стационарного излучения в равномерно движущейся полости]. Ann. der Phys., 22, 1907, стр. 791; K. Moser, [Теория стационарного излучения в равномерно движущейся полости]. Там же, стр. 867; см. также: Theorie der stationären Strahlung in einem gleichförmig bewegten Hohlraum. Diss. Berlin, 1906.

⁴⁸ См.: H. Hertz. [Об основных уравнениях электродинамики движущихся тел]. Ann. der Phys., 41, 1890, стр. 369; см. также кн.: H. Hertz. Die Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrische Kraft. Leipzig, 1892, стр. 256. Перевод в сборнике «Из предистории радио» (Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 112).

⁴⁹ См.: H. A. Lorentz. Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden, 1895.

К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ

(Стр. 190—200)

Печатается по тексту статьи, опубликованной в журнале «Вестник Академии наук СССР», 1946, № 3, стр. 47. — Рукопись находится в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 88).

¹ Об Усатине см.: Н. А. Калцов. И. Ф. Усатин. Физик в школе, 1955, № 5, стр. 90; В. И. Сопрекилин. И. Ф. Усатин. «Просвещение», М., 1966.

² H. A. Lorentz. Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden, 1895.

³ См. Ed. Sarasin, L. De la Rive. [Теория интерференции электрических волн, распространяющихся по проводящим проволокам и полученным от резонаторов]. Arch. sci. phys. et natur. Geneve, 23, 1890, стр. 113.

⁴ См.: Ph. Lepard. 1) [Катодные лучи в газах при атмосферном давлении и в крайнем вакууме]. Wied. Ann., 51, 1894, стр. 225; 2) [Поглощение катодных лучей]. Там же, 56, 1895, стр. 225; 3) [Наблюдение медленных катодных лучей с помощью фосфоресценции и вторичного рассеяния катодных лучей]. Ann. der Phys., 12, 1904, стр. 414; 4) [Вторичные катодные лучи в газах и твердых телах]. Там же, 15, 1904, стр. 485.

⁵ См.: W. C. Röntgen. 1) [Опыты по электромагнитному действию диэлектрической поляризации]. Berl. Ber., 1885, стр. 198; 2) [Об электромагнитных силах, вызываемых движением диэлектрика, находящегося в однородном электрическом поле]. Wied. Ann., 35, 1888, стр. 264; 3) [Применение электродинамического действия движущихся диэлектриков]. Там же, 40, 1890, стр. 93; A. A. Эйхенвальд. О магнитном действии тел, движущихся

в электростатическом поле. М., 1904; см. также: *Ann. der Phys.*, 11, 1903, стр. 1 и 421; 13, 1904, стр. 919; А. А. Ейхенвальд, 1) [Опыт Ройленда], *Phys. Zs.*, 2, 1901, стр. 703; 4, 1903, стр. 308; 2) [Магнитное действие электрической конвекции], *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr.*, 5, 1908, стр. 82 (Обзор); см. также: А. А. Эйхенвальд, Избр. работы, Гостиздат, М., 1956.

¹ См.: W. C. Röntgen, 1) [Новый род лучей], *Würzburg Ber.*, 1895, стр. 137; 1896, стр. 11; 2) [Свойства X-лучей], *Berl. Ber.*, 1897, стр. 576; 3) [Новый род лучей. Дальнейшие наблюдения свойства X-лучей] *Wied. Ann.*, 64, 1898, стр. 1.

² См.: H. Poincaré, 1) [О «продольном свете» Яюминна], *C. r.*, 121, 1895, стр. 792; 2) *Les rayons cathodiques et les rayons Röntgen*, Paris, 1897.

³ См.: H. Becquerel, [Невидимые излучения солей урана], *C. r.*, 122, 1896, стр. 420.

⁴ О А. Беккереле см.: К. А. Капустинская и Анри Беккерель, Атомиздат, М., 1965.

⁵ См.: G. Le Bon, [5 статей о «черном свете»], *C. r.*, 122, 1896, стр. 188, 233, 386, 522, 1054.

⁶ См.: R. Blondlot, 1) [14 статей о N-лучах], *C. r.*, 137—139, 1903, 1904; 2) [X-лучи и N-лучи], *Arch. Sci. phys. et natur.*, Geneva, 17, 1904, стр. 473; 3) [Исследование N-лучей], *Journ. de phys.*, 3, 1904, стр. 5, 121, 257; 4) *Rayons N*, Paris, 1904.

⁷ См.: L. Giesel, [О своеобразных явлениях излучения], *Ann. der Phys.*, 9, 1902, стр. 160.

⁸ См.: П. Н. Лебедев, Лекция о рентгеновых лучах, Русская мысль, 1896, май, стр. 150; см. также: П. Н. Лебедев, Собр. соч., М., 1913, стр. 264; П. Н. Лебедев, Собр. соч., М., 1963, стр. 144.

⁹ См.: A. Schuster, [О рентгеновых лучах], *Nature*, 53, 1895—1896, стр. 268.

¹⁰ См.: G. Stokes, [О природе рентгеновых лучей], *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 9, 1898, стр. 215; *Manchester Lit., Phil. Soc. Mem. and Proc.*, 41, № 15, 1897, 44, № 3, 1900.

¹¹ См.: R. Blondlot, 1) [О скорости распространения X-лучей], *C. r.*, 135, 1902, стр. 666; 2) [О равенстве скорости распространения X-лучей и скорости света в воздухе], Там же, 136, 1902, стр. 721; 3) [Наблюдения и дополнительные опыты по определению скорости X-лучей. О природе этих лучей], Там же, стр. 763; Р. Блондло, Определение скорости распространения X-лучей. Вестн. опытной физики и элемент. матем. (Одесса), 29, 1903, стр. 110.

¹² См.: E. Marga, 1) [Скорость рентгеновых лучей], *Phys. Zs.*, 6, 1905, стр. 768; *Verh. d. Deutsch. Phys. Ges.*, 7, 1905, стр. 302; 2) [Вторичное измерение скорости рентгеновых лучей], *Ann. der Phys.*, 53, 1910, стр. 1305; 3) [Скорость рентгеновых лучей и интерференция электрических волн в воздухе], Там же, 55, 1911, стр. 397.

¹³ См.: H. Marga, C. H. Wind, [Дифракция рентгеновых лучей], *Ann. der Phys.*, 10, 1903, стр. 305.

¹⁴ См.: B. Walter, R. Rohl, [Дифракция рентгеновых лучей], *Ann. der Phys.*, 25, 1908, стр. 715; 29, 1909, стр. 331.

¹⁵ См.: C. G. Barkla, 1) [Поляризованное рентгеновое излучение], *Phil. Trans.*, 204, 1905, стр. 204; 2) [Поляризация во вторичном рентгеновском излучении], *Proc. Roy. Soc., A* 77, 1906, стр. 247.

¹⁶ См.: W. Friedrich, P. Knipping, M. Laue, [Явление интерференции в рентгеновых лучах], *Sitzber. d. Bayer. Akad., München*, 1912, стр. 303; *Ann. der Phys.*, 41, 1913, стр. 971; M. Laue 1) [Количественная проверка теории явления интерференции с рентгеновыми лучами], *Sitzber. d. Bayer. Akad., München*, 1912, стр. 363; 2) [Вид интерференционных пятен при интерференции рентгеновых лучей], *Ann. der Phys.*, 41, 1913, стр. 989; 3) [Трехкратно симметричные снимки интерференции рентгеновых лучей от кристаллов], Там же, 42, 1913, стр. 397.

²² См.: G. Wulff. 1) [Об интерференции рентгеновых лучей] *Phys. Zs.*, 14, 1913, стр. 785; 2) [О свойствах максимумов при интерференции рентгеновых лучей (совместно с Н. Е. Успенским)]. Там же; 3) [О значении для кристаллографии направления рентгеновых лучей, дифрагированных кристаллами]. *Zs. f. Krist.*, 52, 1913, стр. 65; см. также: Г. В. Вульф. Избранные работы по кристаллографии и кристаллофизике, М.—Л., 1952.

²⁴ См.: W. H. Bragg. 1) [X-лучи и кристаллы]. *Nature*, 90, 1912, стр. 360; 2) [Отражение X-лучей кристаллами]. Там же, 91, 1913, стр. 477; *Proc. Roy. Soc., A* 88, 1913, стр. 277, 428; 3) [Интенсивность отражения X-лучей от кристаллов]. *Phil. Mag.*, 27, 1914, стр. 381. W. H. Bragg, W. L. Bragg. 1) [Зеркальное отражение X-лучей]. *Nature*, 90, 1912, стр. 410; 2) [Дифракция коротких электромагнитных волн от кристаллов]. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 17, 1913, стр. 43; 3) [Структура некоторых кристаллов, определяемая дифракцией X-лучей на них]. *Proc. Roy. Soc., A* 89, 1913, стр. 246; W. L. Bragg. [Отражение X-лучей]. *Jahrb. d. Radioakt. u. Elek.*, 11, 1914, стр. 346.

²⁵ См.: H. G. Moseley. [Высоочастотные спектры элементов]. *Phil. Mag.*, 26, 1913, стр. 1024.

²⁶ См.: A. H. Compton. 1) [Квантовая теория рассеяния X-лучей легкими элементами]. *Phys. Rev.*, 21, 1923, стр. 207, 485; 2) [Изменение длины волны рассеянных X-лучей]. Там же, стр. 715; 3) [Отброс электронов рассеиваемыми X-лучами]. *Nature*, 112, 1923, стр. 435; 4) [Абсорбционные измерения изменений длины волны, сопровождающего рассеяние X-лучей]. *Phil. Mag.*, 46, 1923, стр. 897; 5) [Спектр рассеянных X-лучей]. *Phys. Rev.*, 22, 1923, стр. 409; 6) [Рассеяние квантов X-лучей и явление J]. *Nature*, 113, 1924, стр. 160; 7) [Рассеяние X-лучей]. *John. Frankl. Inst.*, 198, 1924, стр. 37; 8) [Общая квантовая теория длины волны рассеянных X-лучей]. *Phys. Rev.*, 23, 1924, стр. 763; 24, 1924, стр. 168; 9) [Отброс электронов рассеиваемыми X-лучами (совместно с Хаббардом—J. C. Hubbard)]. Там же, 23, 1924, стр. 439.

²⁷ См.: C. Davison, L. H. Germer. 1) [Рассеяние электронов кристаллами никеля]. *Phys. Rev.*, 29, 1927, стр. 908; 2) [Рассеяние электронов монокристаллами никеля]. *Nature*, 119, 1927, стр. 538.

²⁸ См.: А. Ф. Иоффе, Н. И. Добринская (A. Joffé, N. Dobrinskaya). [Наблюдение распространения рентгеновских импульсов]. *Zs. f. Phys.*, 34, 1925, стр. 889.

²⁹ См.: А. И. Алеханов, А. А. Арцимович (A. I. Alchánov, L. A. Arzimowicz). [Полное отражение рентгеновых лучей тонкими слоями]. *Zs. f. Phys.*, 82, 1933, стр. 489; А. Алеханов, Оптика рентгеновых лучей, Л.—М., 1933, Гостехиздат.

³⁰ См.: В. П. Линник, В. Е. Лашкарев (W. Linnik, W. Lashcharew). 1) Фокусировка рентгеновых лучей. *Упр. физ. журн.*, 1, № 1, 1926, стр. 5; 2) Определение показателя преломления рентгеновых лучей на явлении полного отражения. Там же, № 2, 1927, стр. 3; *Zs. f. Phys.*, 38, 1926, стр. 659; В. П. Линник (W. Linnik). 1) [О дифракции рентгеновых лучей от двумерной кристаллической решетки]. *Zs. f. Phys.*, 35, 1929, стр. 502; *Nature*, 123, 1929, стр. 104; 2) [О дифракции рентгеновых лучей от очень тонких кристаллических пластинок]. *Zs. f. Phys.*, 57, 1929, стр. 667; 3) Интерференционный опыт Ллойда с рентгеновыми лучами. *Naturwiss.*, 18, 1930, стр. 354; *Zs. f. Phys.*, 65, 1930, стр. 107; *Тр. Гос. Оптик. инст.*, 3, вып. 52, 1931.

³¹ Новейшие исследования творчества Рентгена (см.: H. Th. Schenck. [К открытию рентгеновых лучей 70 лет тому назад]. *Naturwiss.*, 52, 1965, стр. 471) подтверждают эту точку зрения: «Несомненно, — пишет Шреус, — что Рентген уже стоял на правильном пути и настолько продвинулся, что в ближайшем будущем пришел бы к «новым» лучам и без «случайного» наблюдения, которое по существу было излишним. Утверждение о случайности принадлежит самому Рентгену; оно относится, однако, и констатации не только свечения экрана (это должен был наблюдать и Ленард), а, что самое глав-

пов, и тени костей руки на экране. Молчание Рентгена о подробностях своего открытия, факт сожжения ряда материалов, заслуживших его, автор объясняет щепетильным отношением Рентгена к Ленарду и его работам.

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ XI СЪЕЗДЕ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ И ВРАЧЕЙ И О ВЫСТУПЛЕНИИ НА НЕМ А. С. ПОПОВА (Стр. 201—204)

¹ Публикуется по тексту статьи в кн.: Александр Степанович Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. Сост. М. И. Радовский. Эпиз. ред. проф. К. К. Баумгарт, М.—Л., 1936, стр. 318—321. — В АО Архива АН СССР хранится машинописный текст статьи с правкой автора (ф. 855, оп. 1, № 134).

² Съезды русских естествоиспытателей и врачей в России проходили: 1-й — с 28 XII 1867 по 4 I 1868 в Петербурге; 2-й — с 20 по 30 VIII 1869 в Москве; 3-й — с 20 по 30 VIII 1871 в Киеве; 4-й — VIII 1873 в Казани; 5-й — с 1 по 8 IX 1876 в Варшаве; 6-й — с 20 по 30 XII 1879 в Петербурге; 7-й — с 18 по 28 VIII 1883 в Одессе; 8-й — с 28 XII 1889 по 5 I 1890 в Петербурге; 9-й — с 3 по 11 I 1894 в Москве; 10-й — с 21 по 30 VIII 1898 в Киеве; 11-й — с 20 по 30 XII 1901 в Петербурге, 12-й — с 28 XII 1909 по 6 I 1910 в Москве; 13-й — с 16 по 24 VI 1913 в Тифлисе (см.: В. В. Козлов. Очерки истории химических обществ СССР. Изд. АН СССР, М., 1958, стр. 279).

³ Речь на первом общем собрании XI съезда русских естествоиспытателей и врачей 20 декабря 1901 года. Дневник съезда, стр. 678. Русская мысль, 1902. № 2, стр. 1 — Текст речи был переведен на немецкий и польский языки.

⁴ Письмо А. Р. Колла — П. Н. Лебедеву от 28 января 1902 г. (отрывок). Из переписки П. Н. Лебедева. Публикация Т. П. Кравца и А. А. Елисеева (стр. 588—589). Научное наследство. Институт истории естествознания. Том первый. М.—Л., 1948.

⁵ Там же, стр. 589.

ФИЗИКА В РОССИИ XIX в. (Стр. 205—218)

¹ Публикуется по машинописному тексту статьи с пометками и дополнениями автора, хранящемуся в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 123). Статья, составленная в сентябре 1951 г., предназначалась для публикации в качестве части раздела «Культура» т. VIII «Истории СССР».

² О В. В. Петрове см.: 1) Академик В. В. Петров. 1761—1834, К истории физики и химии в России в начале XIX в. Сборник статей и материалов. Под ред. С. И. Вавилова. Изд. АН СССР, М.—Л., 1940; 2) Сборник к столетию со дня смерти первого русского электротехника академика Василия Владимировича Петрова (1761—1834). Под ред. Л. Д. Белькина и А. И. Николаева. ОНТИ, М.—Л., 1936; 3) А. А. Елисеев. Василий Владимирович Петров. Госэнергоиздат, М.—Л., 1950.

³ См. статью в этой книге «Роль университетов ... в развитии отечественной науки».

⁴ См. статью в этой книге «О работах Э. Х. Ленда в области электромагнетизма».

⁵ См. статью в этой книге «Б. С. Якоби — предшественник открытия закона сохранения энергии».

⁶ См.: Н. А. Умов. Автобиография. (Публикация В. П. Зубова). В кн.: Научное наследство, естественнонаучная серия, т. II, М., 1951, стр. 355—397; Н. А. Умов. Избр. соч. Под ред. мл. корр. АН СССР, проф. А. С. Предводителева. Гостехиздат, М.—Л., 1950.

⁷ См.: А. Г. Столетов, Р. А. Коалли, В кн.: А. Г. Столетов, Собр. соч., т. 2, М.—Л., 1941, стр. 407—416; Г. М. Тепляков, Из истории возникновения московской школы физиков (Р. А. Коалли и П. А. Эилов). Автореф. канд. дисс. М., 1955.

⁸ См.: И. А. Эдиковский, Владимир Александрович Михальсон (некролог), Гостехиздат, М., 1927; И. И. Яковсон, Владимир Александрович Михальсон, Природа, 1937, № 12, стр. 104—110; А. С. Предводителев и А. К. Тимирязев, В. А. Михальсон и Д. А. Гольдгаммер, В кн.: Очерки по истории физики в России, М., 1949, стр. 185—195.

⁹ См.: М. С. Соминский, Реформа Ф. Ф. Петрушевского, Усп. физ. наук, т. 37, вып. 3, 1949, стр. 378—387; В. Л. Ченякка, Федор Фомич Петрушевский и его работы по оптике и цветоведению (К столетию со дня рождения), Там же, т. 36, вып. 2, 1948, стр. 210—218, и др.

¹⁰ См.: А. Г. Столетов, Собр. соч., тт. 1—3, под ред. и с прим. А. К. Тимирязева, М.—Л., 1937—1947; А. Г. Столетов, Избр. соч., под ред. А. К. Тимирязева, М.—Л., 1950; П. П. Лазарев, А. Г. Столетов (Биография), В кн.: П. П. Лазарев, Очерки истории русской науки, М.—Л., 1950, стр. 167—176; В. Н. Волховитников, Столетов, Изд. 3, М., 1965, (Серия «Жизнь замечательных людей», вып. 17).

¹¹ См.: В. В. Козлов, Очерки истории химических обществ СССР, Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева, Под ред. акад. С. И. Вольфовича, Изд. АН СССР, М., 1958, стр. 35—37.

¹² Полное название этого журнала — «Журнал Русского физического общества».

¹³ См. ред. прим. 2 к статье «Воспоминания об XI съезде естествоиспытателей и выступлении на нем А. С. Попова».

¹⁴ Имеется в виду курс И. И. Борнмана, «Основания учения об электрических и магнитных явлениях», чч. 1—2, СПб. Ряд изданий в 1890—1916 гг.

¹⁵ Имеется в виду труд О. Д. Хвольсона «Курс физики» (тт. 1—6, СПб., ряд изданий в 1892—1926 гг.).

¹⁶ См. статью в этой книге «Памяти Д. С. Рождественского».

¹⁷ См. статьи в этой книге: «Детские и юношеские годы П. Н. Лебедева», «П. Н. Лебедев и его творчество», «П. Н. Лебедев и световое давление», «К истории доказательства П. Н. Лебедевым сил светового давления», «П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа».

¹⁸ См.: *Microweismic movements*, Изв. Постоянной центр. сейсм. комиссии, т. 7, вып. 2, 1919, стр. 97—183; Г. П. Горшков, Роль Б. Б. Голицына в развитии сейсмологии, Уч. зап. МГУ, вып. 92, 1946, стр. 69—72; А. Н. Крылов, О работах Б. Б. Голицына по сейсмологии, Усп. физ. наук, т. 1, вып. 2, 1918, стр. 101—107; А. Х. Хргиан, Б. Б. Голицын (2 VI 1862—17 V 1916), Метеорол. и гидрол., 1946, № 4, стр. 30—36; П. П. Лазарев, Б. Б. Голицын, В кн.: П. П. Лазарев, Очерки истории русской науки, М.—Л., 1950, стр. 177—190; П. М. Никифоров, Борис Борисович Голицын (1862—1916), В кн.: Люди русской науки, 1, М.—Л., 1948, стр. 209—217; П. И. Зюжов и А. Х. Хргиан, Б. Б. Голицын как физик, В сб.: История и методология естественных наук, вып. III (физика), М., 1965, стр. 242 и сл.

¹⁹ См.: Собрание трудов академика А. Н. Крылова в XII томах, М.—Л., 1936—1956 (т. 1, ч. 1, 2—1951; т. 2, ч. 1—1943, ч. 2—1947; т. 3, ч. 1, 2—1949; т. 4, ч. 3—1937; т. 6—1936; Дополнения к тт. 5 и 6—1937; т. 7—1936; т. 8—1950; т. 9, ч. 1—1948, ч. 2—1949; т. 10—1948; т. 11—1951; т. 12, ч. 1—1955, 2—1956). Литературу о жизни и деятельности А. Н. Крылова см.: Собрание трудов академика А. Н. Крылова, т. XII, т. 2, стр. 153—238.

²⁰ См. статью А. С. Предводителева в сборнике «История и методология ест. наук» (вып. IV 1966, стр. 297).

²¹ См. здесь статью «Пути развития максвелловой электромагнитной теории».

¹⁹ См.: Н. А. Умов, Уравнения движения энергии в телах. Матем. сб. СПб., 1873; Н. А. Умов, Избр. соч., стр. 151—227; Н. Е. Жуковский, Н. А. Умов как математик. В кн.: Н. Е. Жуковский, Собр. соч., т. 7, М.—Л., 1950, стр. 279—285; Д. Гуло, Из истории учения о движении энергии. В сборнике «История и методология естественных наук» (М., вып. II, 1963, стр. 135—182; вып. III, 1965, стр. 214—241). См. также здесь прим. 6.

²⁰ См. прим. 2 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

²¹ Имеется в виду докторская диссертация А. А. Эйзенвальда «Поглощение электрических волн электролитами» (1897), защищенная им в Саратове для получения немецкой ученой степени доктора философии.

²² Имеется в виду докторская диссертация А. Г. Столетова «Исследования о функции намагничивания мягкого железа» (1872).

²³ См. здесь прим. 20.

РОЛЬ УНИВЕРСИТЕТОВ И ДРУГИХ ВЫСШИХ ШКОЛ В РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ (Стр. 219—243)

¹ Публикуется впервые по рукописи (ЛО Архива АН СССР, ф. 859, оп. 1, № 270, лл. 1—25). Текст доклада подготовлен в 1948 г.

² Университет менял свое название вместе с переименованием города: Дерпт, Юрьев, Тарту.

³ Ныне университет в Вильнюсе.

⁴ В 1960 г. увидели свет: Очерки по истории физико-математических наук в Казанском университете. Уч. зап. Казанск. гос. ун-та, т. 120, кн. 7, 1960 и др.

⁵ См.: Н. Н. Булич, Из первых лет Казанского университета (1805—1819), тт. 1 и 2. Казань, 1887 и 1891.

⁶ См.: Н. П. Загоскин, История императорского Казанского университета, тт. 1—4. Казань, 1902, 1903, 1904 и 1906. — Автор не упомянул хорошо документированную историю Казанского университета, составленную к его 125-летию: М. К. Корбут, Казанский государственный университет имени В. И. Ульянова (Ленина) за сто двадцать пять лет, тт. 1 и 2. Казань, 1930.

⁷ См.: С. Т. Аксаков, Семейная хроника и воспоминания. М., 1856 (глава о Казанском университете — стр. 165—326).

⁸ См.: В. Ф. Каган, Лобачевский. Изд. АН СССР, М.—Л., 1944. (Научно-популярная серия).

⁹ См.: Материалы для биографии Н. И. Лобачевского. Собрал и редактировал Л. Б. Модзалевский. Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.

¹⁰ В 1959 г. увидела свет: История Киевского университета. Изд. Киевск. ун-та, 1959.

¹¹ Имеется в виду сб.: Развитие науки в Киевському університеті за сто років. 1835—1936. Київ, 1935.

¹² См.: И. М. Сеченов, Автобиографические записки. Изд. АН СССР, М., 1945.

¹³ В 1965 г. увидели свет: 1) Развитие науки в Ростовском университете. 1915—1965. Изд. Ростовск. ун-та. 1965; 2) Ростовский университет. 1915—1965. Статьи, воспоминания, документы. Изд. Ростовск. ун-та, 1965.

¹⁴ См.: В. Д. Кузнецов, М. А. Боделешанин, Физика твердого тела, тт. 1—5. Томск, 1937—1949.

¹⁵ Позже увидели свет: 1) А. Любарский, Свет русской науки. (Университет в Тарту). Таллин, 1952; Э. Э. Мартинсон, История основания Тартуского (д. Дерптского — Юрьевского) университета. Л., 1954.

¹⁶ Ф. И. Индземцев по основной своей специальности был хирургом. В Московском университете он был профессором факультета хирургической химии.

¹⁷ См.: Дневник старого врача. В кн.: Н. И. Пирогов, Севастопольские письма и воспоминания. М., 1950.

¹⁸ См.: Е. В. Петухов. 1) Имп. Юрьевский, бывший Дерптский, университет за сто лет его существования (1802—1902), т. I. Юрьев, 1902. 2) Биографический словарь профессоров и преподавателей имп. Юрьевского, бывшего Дерптского университета за сто лет его существования (1802—1902). Под ред. Г. В. Левицкого, ordinарного профессора имп. Юрьевского университета. Т. I. Юрьев, 1902; т. II. Юрьев, 1903.

¹⁹ Позже увидели свет: 1) История Московского университета в двух томах, т. I (1755—1917), т. 2 (1917—1955) М., 1955; 2) Из истории Московского университета, 1917—1941. Сборник статей. К 200-летию университета. Изд. МГУ; 3) А. С. Цетлин. Из истории научной мысли в России (Наука и учение в МГУ во второй половине XIX в.). Изд. АН СССР, М.—Л., 1958; 4) А. Ф. Казанков. История физики в Московском университете с его основания до 60-х гг. XIX в. (1755—1859). М., 1955; 5) Д. М. Российский. 200 лет медицинского факультета Московского университета. М., 1955; 6) Н. А. Фигуровский, Г. В. Быков, Т. А. Комарова. Химия в Московском университете за 200 лет (1755—1955). М., 1955.

²⁰ Имеется в виду разгром Московского университета, произведенный царским министром народного просвещения Л. А. Кассо, проводившим столыпинскую черносотенно-погромную политику в учебных заведениях. В результате было уволено несколько тысяч студентов и около трети всего преподавательского и профессорского персонала. Среди покинувших университет были: К. А. Тимирязев, П. Н. Лебедев, Н. Д. Зелинский, С. А. Чаплыгин и др.

²¹ По-видимому, имеются в виду вып. 50—56, 58 «Ученых записок Московского государственного университета» (Юбил, серия, М., 1950), посвященные 185-летию со дня его основания.

²² Позже увидели свет: 1) Ленинградский университет за советские годы, 1917—1947. Очерки. Л., 1948; 2) Очерки по истории Ленинградского университета. I. Изд. ЛГУ, 1962. — В книгах помещены очерки, написанные: В. М. Смирновым, Н. Н. Поляковым, Ю. И. Полянским, Е. М. Косачевской, В. В. Струве, Г. А. Курбатовым, Л. В. Зининой, П. Н. Берковым, Н. Г. Сладкевичем и другими.

²³ Имеются в виду известные работы И. А. Вышнеградского по теории автоматического регулирования: 1) О регуляторах прямого действия. Известия С.-Петербургского практического технологического института, 1877; 2) О регуляторах непрямого действия. Известия С.-Петербургского практического технологического института, 1878.

²⁴ Имеется в виду известное сочинение академика Ф. Ф. Байбаштейна: *Handbuch der organischen Chemie*. Leipzig, 1881—1883.

30 ЛЕТ СОВЕТСКОЙ ОПТИКИ

(Стр. 244—273)

¹ Публикуется по тексту статьи, напечатанной в журнале «Успехи физической науки» (33, вып. 1, 1947, стр. 23—51).

² В 1960 г. П. А. Черенкову, И. Е. Тамму и И. М. Франку за открытие и объяснение «явления Черенкова» Шведской академией наук была присуждена Нобелевская премия по физике (см.: П. А. Черенков, И. Е. Тамм, И. М. Франк. Нобелевские лекции. М., 1960).

³ Библиографию и последующим разделам этой статьи см.: Л. Г. Герц. Библиографический указатель по оптике за время 1917—1938 гг. Труды Гос. оптического института, 14, вып. 112—120, 1941, стр. 351—455.

⁴ Возглавлял эти вычисления В. С. Игнатовский.

⁵ За работы по созданию стандартных методов испытаний фотографических материалов Т. П. Крайцу совместно с Ф. А. Бурмистровым, С. С. Ги-

левим, Ю. Н. Гороховским, Г. И. Киреевым (посмертно) и И. А. Черным в начале 1946 г. была присуждена Государственная премия II степени за 1945 год.

⁶ См. доклад Д. С. Рождественского «Анализ спектров и спектральный анализ» на мартовской сессии Академии наук СССР в 1936 г. (Известия АН СССР, серия физическая, 1936, № 1—2, стр. 189—214).

⁷ Д. А. Рожанский. Акустика и оптика (том «Курса физики» под ред. А. Ф. Иоффе). Л.—М., 1935.

⁸ В. А. Михельсон. Физика. т. II. Оптика и электричество. Госиздат. М.—Л., 1926.

⁹ Г. С. Ландсберг. Оптика. ГТТИ, 1941 [1-е изд.]; 2-е изд., 1947.

¹⁰ Пожелание Т. П. Кравца о создании специального советского оптического журнала, необходимость которого уже в первые годы после войны очень остро ощущалась, осуществилось в середине 50-х годов, причем в гораздо более широком масштабе, нежели это намечал автор статьи. В 1955 г. начал выходить журнал «Светотехника», в 1956 г. — «Оптика и спектроскопия» (два тома в год) и «Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии», а также возобновилось после войны издание журнала «Оптико-механическая промышленность», в 1957 г. вышел журнал «Техника кино и телевидения» и возобновилось популярное издание «Советское фото». Наконец, в 1964 г. был основан «Журнал прикладной спектроскопии» (два тома в год).

ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ П. Н. ЛЕБЕДЕВА

(Стр. 274—282)

¹ Публикуется по рукописи (ЛО Архива АН СССР, ф. 855, оп. 1, № 267).

² Письма П. Н. Лебедева хранятся в его архиве в ЛО Архива АН СССР. Часть их опубликована в кн.: Научное наследство, т. I, Изд. АН СССР, М., 1948, стр. 560 (Из переписки П. Н. Лебедева (1891—1912)).

³ О Сергее Петровиче Боткине см. кн.: Е. Н. Клов. Боткин. М., 1966. (Серия «Жизни замечательных людей», вып. 2/419).

⁴ Научное наследство, т. I, стр. 560.

⁵ См. ред. прим. 20 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁶ Научное наследство, т. I, стр. 561.

⁷ О взаимоотношениях П. Н. Лебедева и А. Г. Столетова см. гл. XIV «Два гения» в кн.: В. Волховитинов. Столетов. 3-е изд. М., 1965, стр. 376. (Серия «Жизни замечательных людей», вып. 17/411).

⁸ О страсбургском периоде жизни Лебедева см. статью Т. П. Кравца в кн.: П. Н. Лебедев, Собр. соч., Изд. АН СССР, М., 1963, стр. 393. (Серия «Классики науки»). См. также статью В. А. Левшина (УФН, 91, 1967, стр. 331).

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И ЕГО ТВОРЧЕСТВО

(Стр. 283—292)

¹ Публикуется по машинописному тексту, хранящемуся в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 274). Ранее опубликовано с сокращениями в кн.: Петр Николаевич Лебедев. Биобиблиографический указатель. Сост. А. М. Лукомская. Под ред. К. Н. Шафрановского. Изд. АН СССР, М.—Л., 1950, стр. 11—31. — В примечаниях библиографические ссылки даны на прижизненные публикации работ П. Н. Лебедева в журналах, а также последующие их публикации в книгах: П. Н. Лебедев, Собр. соч., под ред. Т. П. Кравца и П. П. Лаварева, М., 1913 (далее: Собр. соч., 1913); П. Н. Лебедев, Избр. соч., под ред. А. К. Тимирязева, М.—Л., 1949 (далее: Избр.

соч.); П. Н. Лебедев, Собр. соч., ред. и прим. Т. П. Крайца, Н. А. Капцова и А. А. Едессева, Изд. АН СССР, М., 1963 (далее: Собр. соч., 1963).

² См.: Об измерении диэлектрических постоянных паров и о теории диэлектриков Моссоити—Клаузиуса. *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 44, 1891, стр. 288—310; см. также: *Über Messungen der Dielectricitätsconstanten der Dämpfe und über die Mossoiti—Claudius'sche Theorie der Dielectrica*, Leipzig, 1891; Собр. соч., 1913, стр. 3—26; Избр. соч., стр. 35—59; Собр. соч., 1963, стр. 11—30 и прим., стр. 413.—Указанное здесь «жизнеописание» напечатано в кн.: П. Н. Лебедев, Собр. соч., 1963, стр. 414—415.

³ См.: G. Rohrt [О диэлектрических постоянных паров], *Ann. der Phys.*, 42, 1913, стр. 569—584.

⁴ См.: Научное наследие. т. I. Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 599, 603—604.

⁵ Эта программа опубликована в кн.: П. Н. Лебедев, Собр. соч., 1963, стр. 68—121.

⁶ См.: Об отраживательной силе лучеспускающих тел. *Изв. общ. любит. естеств., антроп. и этногр.*, 73, вып. 2, Тр. Отд. физ. наук, 4, вып. 2, 1891, стр. 1—3; см. также: *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 45, 1892, стр. 292—297; *Phil. Mag.*, 33, 1892, стр. 391—395; Собр. соч., 1913, стр. 27—32; Избр. соч., стр. 60—65; Собр. соч., 1963, стр. 31—35 и 415 (прим.).

⁷ См.: О движении звезд по спектроскопическим исследованиям. *Изв. общ. любит. естеств., антроп. и этногр.*, 28, вып. 1, Тр. Отд. физ. наук, 5, вып. 1, 1892, стр. 6—13; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 36—48 и 416 (прим.).

⁸ См.: О механическом действии волн на покоящиеся резонаторы. I. Электромагнитные волны. *Ann. der Phys.*, 52, 1894, стр. 621—640; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 72—91 и 416 (прим.).

⁹ См.: Прибор для преломления звуковых колебаний. *ЖРФХО, физ. отд.*, 26, 1894, стр. 290—293; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 122—126 и 419 (прим.).

¹⁰ См.: Август Кундт. *Изв. общ. любит. естеств., антроп. и этногр.*, 91, вып. 1, Тр. Отд. физ. наук, 7, вып. 1, 1894, стр. 35—45; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 240—263; Собр. соч., 1963, стр. 49—67 и 416 (прим.).

¹¹ После П. Н. Лебедева, получившего волны длиной 6 мм, венскому физiku Ант. Лампа в 1896 г. удалось получить волны длиной 4 мм. В 1910 г. в лаборатории Рубенса Отто фон Байер (сын известного химика Адольфа Байера) получил волны длиной 2 мм, в 1923 г. американские физики Никольс и Тир — волны длиной 1,8 мм и 0,8 мм, в 1924 г. М. А. Левитская — меньше 0,1 мм, а А. А. Глаголева-Аркадьева — 0,08 мм.

¹² См.: О двойном преломлении лучей электрической силы. *Ann. der Phys.*, 56, 1895, стр. 1—17; *ЖРФХО, физ. отд.*, 27, 1895, стр. 213—220; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 37—53; Избр. соч., стр. 66—83; Собр. соч., 1963, стр. 127—141 и 420 (прим.).

¹³ См.: Об открытии Рентгеном X-лучей. *Русская мысль*, 1896, май, стр. 150—155; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 264—276; Собр. соч., 1963, стр. 144—153 и 420 (прим.).

¹⁴ См.: О ponderomotorном действии волн на неподвижные резонаторы. II. Гидродинамические колебательные резонаторы. *Ann. der Phys.*, 59, 1896, стр. 116—133; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 91—108 и 418 (прим.).

¹⁵ См.: П. Б. Лейберт. Опытные исследования затухания акустических резонаторов. *ЖРФХО, физ. отд.*, 28, 1896, стр. 93—120. *Ref.: Fortsch. d. Phys.*, 51, Abt. I, 1896, стр. 468—470; см. также: П. Н. Лебедев, Собр. соч., 1963, стр. 154—156 и 421 (прим.).

¹⁶ См.: Заметка о работе индукторов и камертонов от сети постоянного тока. *Ann. der Phys.*, 58, 1896, стр. 408—409; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 34—59; Собр. соч., 1963, стр. 142—143 и 420 (прим.).

¹⁷ См.: О ponderomotorном действии волн на покоящиеся резонаторы. III. Акустические полые резонаторы. *Ann. der Phys.*, 62, 1897, стр. 158—173; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 108—121 и 418 (прим.).

¹² См.: Экспериментальные работы А. Г. Столетова. Изв. Общ. любит. естеств., антроп. и этногр., 93, вып. 2, Тр. Отд. физ. наук, 9, вып. 2, 1898, стр. 54—59; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 157—163 и прим., стр. 421.

¹³ См.: Экспериментальное исследование ponderomotorного действия волн на резонаторы. М., 1899; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 56—120; Избр. соч., стр. 84—150; Собр. соч., 1963, стр. 68—121 и 418 (прим.).

¹⁴ См.: [Силы Максвелла—Бартоли, вызываемые давлением света]. *Représentés au congrès de Physique tenu à Paris en 1900*, t. 2, Paris, 1900, стр. 133—140, см. также: Максвелло-бартолиевские силы давления лучистой энергии. ЖРФХО, физ. отд., 32, 1900, стр. 211—217; Собр. соч., 1963, стр. 178—183 и 422 (прим.).

¹⁵ См.: *Fortseht. d. Phys.*, 56, Abt. 2, 1901, стр. 5—6.

¹⁶ См.: Жар вольтовой дуги. Физич. обзор., 1, 1900, стр. 86; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 291; Собр. соч., 1963, стр. 167 и 422 (прим.).

¹⁷ См.: Продолжение с оборотной призмой. Физич. обзор., 1, 1900, стр. 33—35; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 287—290; Собр. соч., 1963, стр. 164—166 и 422 (прим.).

¹⁸ См.: Способы получения высоких температур. Физич. обзор., 1, 1900, стр. 94—109; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 292—302; Собр. соч., 1963, стр. 168—177 и 422 (прим.).

¹⁹ См.: Д. А. Гольдгаммер. Несколько слов по поводу статьи П. Н. Лебедева «Максвелло-бартолиевы силы давления лучистой энергии». ЖРФХО, физ. отд., 33, 1901, стр. 34—41.

²⁰ См.: По поводу заметки Д. А. Гольдгаммера в «Журн. Рус. физ.-хим. о-ва», 1901, т. XXXIII, стр. 34. ЖРФХО, физ. отд., 33, 1901, стр. 65; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 186 и 423 (прим.).

²¹ См.: Опытное исследование светового давления. ЖРФХО, физ. отд., 33, 1901, стр. 53—75; *Ann. der Phys.*, 6, 1901, стр. 433—458; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 121—147; Избр. соч., стр. 151—180; Собр. соч., 1963, стр. 187—210 и 423 (прим.).

²² См.: Д. А. Гольдгаммер. О давлении световых лучей. Изв. Каванск. физ.-мат. общ., 10, 1901, стр. 231—261; ЖРФХО, физ. отд., 38, 1906, стр. 431—453; *Ann. der Phys.*, 4, 1901, стр. 834—852.

²³ См.: *Fortseht. d. Phys.*, 57, Abt. 2, 1902, стр. 5; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 211 и 424 (прим.).

²⁴ См.: Скала электромагнитных волн в эфире. Физич. обзор., 2, 1901, стр. 49—60; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 303—326; Собр. соч., 1963, стр. 212—234 и 424 (прим.).

²⁵ См., например [Исследование давления света]. *The Electrician*, 48, 1901, стр. 226—228, 264—267; [Экспериментальное исследование давления света]. *Astrophys. Journ.*, 15, 1902, стр. 60—62; [Исследование давления света]. *Chem. News*, 85, 1902, стр. 37—40, 52—54, 61—63; [Экспериментальное исследование давления света]. *Smithsonian Institute, Report for 1902, part II*, Washington, 1913, стр. 177—178.

²⁶ См.: Физические причины, обуславливающие отступления от гравитационного закона Ньютона. Физич. обзор., 4, 1903, стр. 43—50; *Astrophys. Journ.*, 16, 1902, стр. 155—161; *Phys. Zs.*, 4, 1903, стр. 15—18; *Vierteljahrsschr. d. Astronom. Ges.*, 37, 1902, стр. 220—226; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 327—334; Избр. соч., стр. 181—188; Собр. соч., 1963, стр. 240—245 и 426 (прим.).

²⁷ См.: 1) Об измерении температуры солнечных пятен. В кн.: Протоколы заседаний Русского отделения Международного союза по исследованию Солнца. СПб., 1905, т. 1, стр. 38—39; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 249—250 и 427 (прим.); 2) Об измерении оптической и прозрачности атмосферы во время солнечных наблюдений. Там же, т. 2, стр. 33—34; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 251 и 427 (прим.); 3) Об организации наблюдений спокойствия и прозрачности атмосферы. Там же, СПб., 1906, стр. 35; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 252 и 427 (прим.). 4) Соображения по исследованию Солнца. Там же, СПб., 1907, стр. 28—29.

4) Кажущаяся дисперсия света в межзвездном пространстве. С. 1, 146, 1908, стр. 1254—1256; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 276—277 и 430 (прим.); 2) Невозможность доказать существование измеряемой дисперсии света в межзвездном пространстве по методу Нордмана—Тяжова. С. 1, 147, 1908, стр. 515—516; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 278—279 и 431 (прим.); 3) О кажущейся дисперсии света в пространстве. *Astrophys. Journ.*, 29, 1909, стр. 101—109; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 159—168; Собр. соч., 1963, стр. 282—290 и 430 (прим.).

5) Об одном аннонсаментном опыте Роуланда—Гильберта. *Ann. der Phys.*, 11, 1903, стр. 442—444; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 153—155; Собр. соч., 1963, стр. 246—248 и 427 (прим.).

6) О работах, выполненных в Лебедевской лаборатории, см. статьи в этой книге «П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа», см. также Н. А. Калцон, 1) Школа Петра Николаевича Лебедева, Уч. зап. МГУ, юбил. серия, физика, вып. 52, 1940, стр. 151—165; 2) Роль Петра Николаевича Лебедева в создании научно-исследовательских ядер, В. кн.: П. Н. Лебедев и Собр. соч., 1963, стр. 406—412.

7) См.: Успехи акустики за последние 10 лет. *Физич. обзор.*, 6, 1905, стр. 1—10, 143—150; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 335—351, Собр. соч., 1963, стр. 259—271 и 428 (прим.).

8) См.: Фонометр. *ЖРФХО*, физ. отд., 41, 1909, стр. 370—372; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 169—171, Собр. соч., 1963, стр. 291—293 и 431 (прим.).

9) См.: Сила светового давления. *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr.*, 1905; № 2, стр. 305—313; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 252—258 и 427 (прим.).

10) См.: Световое давление. *Физич. обзор.*, 9, 1910, стр. 98—103; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 294—298 и 431 (прим.).

11) См.: [Сила светового давления]. *Scienzia (Rivista di Scienza)*, 1910, № 7, стр. 300—305.

12) См.: О давлении света на газы (предварительное сообщение). *ЖРФХО*, физ. отд., 60, 1908, стр. 20—21; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 280—281 и 430 (прим.).

13) См.: Опытное исследование давления света на газы. *ЖРФХО*, физ. отд., 42, 1910, стр. 149—158; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 172—197; Избр. соч., 195—224, Собр. соч., 1963, стр. 299—321 и 431 (прим.).

14) См.: [Давление света на газы]. *Ann. der Phys.*, 32, 1910, стр. 411—437; *Astrophys. Journ.*, 31, 1910, стр. 385—393.

15) См.: Абсолютная величина давления солнечного света на земную атмосферу (воображение Г. В. Вульф). *ЖРФХО*, физ. отд., 42, 1910, стр. 349; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 322 и 431 (прим.).

16) См.: Магнитоэлектрическое исследование вращающихся тел. *ЖРФХО*, физ. отд., 43, 1911, стр. 484—498; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 207—219; Избр. соч., стр. 229—242; Собр. соч., 1963, стр. 323—334 и 431 (прим.).

17) [О магнитном действии вращающихся тел]. *Ann. der Phys.*, 39, 1912, стр. 840—848.

18) См.: 1) Опытные исследования в области электромагнитных волн. *Временник Общ. им. Леденцова*, 2, вып. 3, 1911, стр. 17—20; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 361—365; Собр. соч., 1963, стр. 335—338 и 432 (прим.); 2) Предельная величина коротких акустических волн. *ЖРФХО*, физ. отд., 43, 1911, стр. 108—111; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 198—201; Избр. соч., стр. 225—228; Собр. соч., 1963, стр. 347—349 и 432 (прим.).

19) См., например: Русское общество и русские национальные лаборатории. *Русск. ведомости*, 1911, № 90; см. также: Собр. соч., 1913, стр. 352—360; Собр. соч., 1963, стр. 339—346 и 432 (прим.).

20) См. рец.: Эйзенвальд А. А. *Электричество*; *ЖРФХО*, физ. отд., 43, 1911, стр. 323—325.

⁵¹ См.: Давление света. В книге серии «Новые идеи в физике», сб. 4, СПб., 1912, стр. 9—44; см. также: Собр. соч., 1963, стр. 368—390 и 433 (прим.).

⁵² См.: 1) По поводу статьи В. С. Щегалева «О разрядах конденсатора при помощи искры», ЖРФХО, физ. отд., 33, 1900, стр. 66; 2) По поводу статьи проф. Н. П. Мышкина «Движение тела, находящегося в потоке лучистой энергии». Там же, 38, 1907, стр. 395—396; 3) Еще раз по поводу наблюдений Н. П. Мышкина. Там же, 41, 1909, стр. 160—161.

⁵³ См. здесь прим. 34.

⁵⁴ См.: P. Lebedew. Die Druckkräfte des Lichtes. (Zwei Abhandlungen). Herausgeg. von P. Laue. Leipzig, 1913 (Ostwald's). См. также французский перевод: P. Lebedeff. Pression de la lumière. Paris, 1926.

⁵⁵ См. здесь прим. 1.

⁵⁶ См.: П. Н. Лебедев. Давление света. Под ред. П. П. Лазарева и Т. П. Кравца, М., 1922. (серия «Классики естествознания», № 4).

⁵⁷ Наиболее полное собрание трудов П. Н. Лебедева осуществлено в 1963 г. (см. здесь прим. 1), в подготовке которого в последние годы своей жизни принимал деятельное участие Т. П. Кравец.

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И СВЕТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ

(Стр. 293—309)

¹ Публикуется по статье в журнале «Успехи физических наук», 46, 1952, стр. 306—320. — Рукопись находится в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 69).

² Журнал «Annalen der Physik», выходивший тогда под редакцией Г. Виедмана и называвшийся поэтому иногда «Wiedemanns Annalen» (сокращенно: Wied. Ann.).

³ См. стр. 284, а также ред. прим. 2 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁴ См. стр. 285, а также ред. прим. 5 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁵ См. стр. 288, а также ред. прим. 7, 8 и 19 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁶ См.: S. Arrhenius. Kosmische Konsequenzen maxwell'scher Lichtdrucktheorie. C. g. der Congress der Naturalisten et Medecins du Nord, Helsingfors 7—12 VII 1902. Helsingfors, 1903.

⁷ См. стр. 289, а также ред. прим. 40 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁸ См. ред. прим. 20 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁹ См. стр. 289, а также ред. прим. 32 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

¹⁰ См.: K. Schwarzschild. [Давление света на маленькие шарики и теории кометных хвостов Аррениуса]. Sitzungsb. d. Münch. Akad. d. Wiss. Mathem.-Phys. Kl., 31, 1901, стр. 293—337.

¹¹ См.: G. F. Fitzgerald. [Кометные хвосты]. Proc. Roy. Soc., Dublin, 3, 1883, стр. 244.

¹² См. стр. 291 и ред. прим. 44 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

¹³ См.: J. W. Rayleigh. Падение света на прозрачную сферу, размеры которой сравнимы с длиной волны. Proc. Roy. Soc. London, 84, 1910, стр. 25—46.

¹⁴ О работах Н. А. Капцова, В. Я. Альтберга и Н. П. Неклепаева см. стр. 322 и ред. прим. 2, 3 и 7 к статье «П. Н. Лебедев и созданная им школа».

¹⁵ См.: A. Babinet. [Лучистая теплота и 2-е начало механической теории тепла]. Exposé Report., 21, 1884, стр. 198.

¹⁴ См.: L. Boltzmann. 1) Об одном соотношении между тепловым излучением и вторым началом, открытым гномом Бартоли. Wied. Ann., 22, 1884, стр. 33; 2) Вывод закона Стефана, касающегося зависимости теплового излучения от температуры, из электромагнитной теории света. Там же, стр. 291.

¹⁵ См.: A. Einstein. Зависит ли инерция тела от его содержания энергии. Ann. der Phys., 18, 1905, стр. 639—641.

¹⁶ См.: Fr. Hagenbügl. 1) О давлении света. Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr., 2, 1905, стр. 267; 2) К теории стационарного излучения и равномерно движущейся полости. Ann. der Phys., 22, 1907, стр. 791; K. V. Mozegeil. Theorie der stationären Strahlung in einem gleichförmig bewegte Hohlraum. Diss. Berlin, 1906; см. также: Ann. der Phys., 22, 1907, стр. 867.

¹⁷ См. ред. прим. 28 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

¹⁸ См.: J. C. Maxwell. Treatise on electricity and magnetism. 1881.

¹⁹ См.: M. Planck. Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. 4. Aufl. Leipzig, 1919; русский перевод: М. Планк. Лекции по теории теплового излучения. ОНТИ, Л.—М., 1935.

²⁰ См.: P. Drude. Lehrbuch der Optik. Leipzig, 1905; русский перевод: П. Друде. Оптика. ОНТИ, Л.—М., 1935.

²¹ См.: M. Abraham. [Теория излучения и световое давление]. Ann. der Phys., 14, 1904, стр. 236—287.

²² См.: P. Debye. [Давление света на шары из произвольного материала]. Ann. der Phys., 30, 1909, стр. 57.

²³ См.: А. И. Садовский. Пондеромоторные действия электромагнитных и световых волн на кристаллах. Ум. зап. Юрьевск. уни., 1899, № 1, стр. 1—126; 1900, № 2, стр. 1—8.

²⁴ См.: K. N. Scharowschniow (К. Н. Шапошников). 1) [Пондеромоторное вращательное действие световой волны и принцип действия и противодействия]. Ann. der Phys., 43, 1914, стр. 473; 2) Пондеромоторные действия электромагнитных волн]. Phys. Zs., 15, 1914, стр. 46; 3) Пондеромоторные действия лучей, поляризованных по кругу]. Там же, стр. 454.

²⁵ См.: J. H. Raupling. [Давление излучения]. Phil. Mag., 9, 1905, стр. 369, 393.

²⁶ См.: W. Gerlach. [Новые измерения светового давления. (Совместно с А. Гольсен — A. Golsen). Zs. f. Phys., 15, 1923, стр. 1.

²⁷ См.: W. Gerlach. Об отрицательном радиометрическом эффекте и о фотофорезе. Zs. f. Phys., 2, 1920, стр. 207.

²⁸ См.: F. Ehrenhaft. 1) [Новый метод обнаружения и измерения светового давления, а также количества движения, сообщаемого излучением малым частицам]. Akad. d. Wiss. Anzeiger, Wien, 1914, 2) [Поберечное действие света на материю при фотофорезе]. Там же, 1920, стр. 57.

²⁹ См.: W. Gerlach. W. Westphall. [Положительное и отрицательное радиометрическое действие]. Verh. d. Deutsch. Phys. Ges., 21, 1919, стр. 218.

³⁰ См.: O. Stern. [Метод молекулярных пучков]. Zs. f. Phys., 39, 1926, стр. 751.

К ИСТОРИИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА П. Н. ЛЕБЕДЕВЫМ СИЛ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ (Стр. 310—320)

¹ Написана в 1952 г. Публикуется по рукописи, хранящейся в АО Академии АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 128).

² P. Lebedeff (П. Лебедев). [О давлении света]. Bull. Soc. Vaudoise des Sci. Natur., Lausanne, 35, 1899, стр. XXXV.

³ См.: Beibl. Ann. d. Phys. u. Chem., 24, 1900, стр. 27.

⁴ См. ред. прим. 20 и 21 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество», а также: Beibl. Ann. d. Phys. Chem., 25, 1901, стр. 135.

⁵ См. ред. прим. 27 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁶ См. ред. прим. 31 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁷ См.: E. F. Nichols, G. H. Hull. 1) [Давление тепловое и светового излучения]. *Phys. Rev.*, 13, 1901, стр. 307; 17, 1903, стр. 26—50, 91—104. 2) [О сывоном давлении]. *Ann. der Phys.*, 12, 1903, стр. 225—263; 3) [Давление излучения]. *Astrophys. Journ.*, 17, 1903, стр. 315—351; см. также: *Proc. Amer. Acad. of Arts, Sci.*, 38, 1905, стр. 557—599.

⁸ См.: E. F. Nichols. [Отношение кварца к лучам с большой длиной волны: исследование с помощью радиометрического метода]. *Ann. der Phys.*, 60, 1897, стр. 401.

⁹ См.: W. Stoakes. [Об отталкивании, происходящем от излучения, ч. V]. *Phil. Trans.*, 169, 1878, стр. 293—318.

¹⁰ См.: W. Westphal, W. Gerlach. [О положительном и отрицательном радиометрическом действии]. *Verh. d. Deutsch. phys. Ges.*, 21, 1919, стр. 218; W. Westphal. 1) [О радиометре]. Там же, стр. 672. 2) [Измерения с помощью радиометра]. *Zs. f. Phys.*, 1920, стр. 92; 3) [Возможность толкования фотофореза как радиометрического явления]. Там же, стр. 256; 4) [Измерения с помощью радиометра, II]. Там же, стр. 431; *Verh. d. Deutsch. phys. Ges.*, 1, 1920, стр. 10; 5) [Радиометр с кварцевой нитью]. *Zs. f. Phys.*, 4, 1921, стр. 221; 6) [Обзор работ по давлению электромагнитного излучения (работы после 1905 г.)]. *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr.*, 18, 1921, стр. 81.

¹¹ См. прим. 51 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

¹² См. здесь прим. 7.

¹³ ЛО Архива АН СССР, ф. 293, оп. 2, № 82.

¹⁴ См. ред. прим. 54 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

¹⁵ См.: К. А. Арн Тимирязев. Лебедев-классик. *Русск. ведомости*, 1913, № 58; см. также: К. А. Тимирязев, *Соч.*, т. VIII, М., 1939, стр. 320.

П. Н. ЛЕБЕДЕВ И СОЗДАННАЯ ИМ ФИЗИЧЕСКАЯ ШКОЛА

(Стр. 321—327)

¹ Печатается по тексту, опубликованному в журнале «Природа», 1913, № 3, стр. 283—292. — Рукопись находится в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 250).

² Н. А. Капцов. О давлении волн, распространяющихся по поверхности жидкости. *ЖРФХО, физ. отд.*, 37, 1905, стр. 187—201.

³ См.: В. Я. Альтберг (W. Aliberg). О коротких акустических волнах при пиковом разряде конденсатора. *ЖРФХО, физ. отд.*, 39, 1907, стр. 53—63; *Ann. der Phys.*, 23, 1907, стр. 267—276.

⁴ См.: В. Д. Зернов (W. Zernow). 1) Сравнение методов абсолютного измерения силы звука (I сообщение). *ЖРФХО, физ. отд.*, 38, 1906, стр. 410—418; *Ann. der Phys.*, 21, 1906, стр. 131—140; 2) [Об абсолютных измерениях силы звука (II сообщение)]. *Ann. der Phys.*, 26, 1908, стр. 79—94.

⁵ См. ред. прим. 38 к статье «П. Н. Лебедев и его творчество».

⁶ См. здесь прим. 3.

⁷ См.: Н. П. Неклепаев (N. Neklerajew). Исследование поглощения коротких акустических волн в воздухе. *ЖРФХО, физ. отд.*, 43, 1911, стр. 101—107; *Ann. der Phys.*, 35, 1911, стр. 175—181.

⁸ См.: П. Б. Лейберг. Опытные исследования коэффициента затухания акустических резонаторов. *ЖРФХО, физ. отд.*, 28, 1896, стр. 93—120. Реферат П. Н. Лебедева об этой работе см.: *Fortschr. d. Phys.*, 51, Abt. 1, 1896, стр. 468—470.

⁹ См.: А. Б. Молодзевский. Измерение скорости звука для тонов от 10 000 до 33 000 колебаний в секунду. *ЖРФХО, физ. отд.*, 42, 1910, стр. 100—116.

⁹ См.: А. Р. Колли (A. R. Colley). О расположении метода волн в проволоках для целей исследования дисперсии в электрическом спектре жидкостей и об измерении электрического показателя преломления жидкостей. ЖРФХО, физ. отд., 38, 1906, стр. 431—453; Phys. Zs., 10, 1909, стр. 329—340. — Дальнейшие работы Колли по применению разработанного им метода: 1) Исследование дисперсии в электрическом спектре воды. ЖРФХО, физ. отд., 39, 1907, стр. 210—235; Phys. Zs., 10, 1909, стр. 471—488; 2) О дисперсии в электрическом спектре бензола, толуола. ЖРФХО, физ. отд., 40, 1908, стр. 228—244; Phys. Zs., 11, 1911, стр. 324—331; 3) О дисперсии в электрическом спектре этил-алкоголя. ЖРФХО, физ. отд., 40, 1908, стр. 121—136; Phys. Zs., 10, 1909, стр. 657—664. — См. также: П. Н. Лебедев, Собр. соч., М., 1963, стр. 154—156.

¹⁰ См.: В. И. Романов (W. Romanow). 1) Исследование избирательного поглощения электромагнитных волн. ЖРФХО, физ. отд., 44, 1912, стр. 377—389; 2) [О селективном поглощении электромагнитных волн]. Ann. der Phys., 40, 1913, стр. 281—296; 3) О методе получения и о затухании коротких электрических волн в проволоках. ЖРФХО, физ. отд., 50, 1918, стр. 57—133.

¹¹ В частности, Т. П. Краеву П. Н. Лебедев поручил исследовать участок видимого спектра. Результаты изложены в работе «Абсорбция света в растворах окрашенных веществ. Экспериментальное и теоретическое исследование» 1912 г. (см.: Т. П. Краев. Труды по физике. Изд. АН СССР, М.—Л., 1959, стр. 33—145).

¹² См.: П. Н. Лебедев. Спектрограф для ультракрасных лучей. ЖРФХО, физ. отд., 43, 1911, стр. 125—131; см. также: П. Н. Лебедев, Собр. соч., М., 1963, стр. 359—363; К. П. Яковлев, ЖРФХО, физ. отд., 44, 1912, стр. 459; 47, 1915, стр. 566; 50, 1918, стр. 44.

¹³ См.: В. К. Аркадьев (W. Arkadijew). 1) [Исчезновение ферромагнитных свойств при коротких электрических волнах]. Phys. Zs., 14, 1913, стр. 561—562; 2) Ферромагнитные свойства металлов как функции длины волны. ЖРФХО, физ. отд., 45, 1913, стр. 103; 3) Теория электромагнитного поля в ферромагнитных металлах. Там же, стр. 311—335; 4) Ограничение электрических волн от проволок. Там же, стр. 45—60.

¹⁴ См.: В. И. Эшмарк (W. Eschmarck). 1) Теория магнитного экранирующего действия многослойных цилиндрических и сферических панцирей. ЖРФХО, физ. отд., 43, 1911, стр. 347—363; Ann. der Phys., 39, 1912, стр. 1553—1566; 2) [Экспериментальное исследование магнитного экранирующего действия многослойного цилиндрического панциря]. Ann. der Phys., 39, 1912, стр. 1540—1552.

¹⁵ См.: П. П. Лазарев (P. Lazareff). О скачке температуры при теплопроводности на границе твердого тела и газа. ЖРФХО, физ. отд., 43, 1911, стр. 69—100; Ann. der Phys., 37, 1912, стр. 233—246. — Подробнее см. статью в этой книге «Творческий путь академика П. П. Лазарева».

¹⁶ См.: А. К. Тимирязев (A. Timiriazev). [О внутреннем трении разреженных газов и о связи скольжения и скачка температуры на границе между металлом и газом]. Ann. der Phys., 40, 1913, стр. 971—991.

¹⁷ О работе П. Н. Лебедева с учениками см. также статью в этой книге «П. Н. Лебедев и световое давление».

¹⁸ См.: А. Ф. Кононов. Московское физическое общество имени П. Н. Лебедева. В сб.: История методов естествознания, вып. 3, М., 1965, стр. 270—272.

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ АКАДЕМИКА П. П. ЛАЗАРЕВА

(Стр. 325—337)

¹ Публикуется по тексту статьи, напечатанной в «Известиях Академии наук СССР» (сер. физ., 1943, № 6, стр. 185—192). — Рукопись хранится в АО Архива АН СССР (ф. 855; оп. 1, № 258).

² О коллоквиуме, организованном П. Н. Лебедевым при Московской физической лаборатории, см. статьи в этой книге: 1) «П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа» и 2) «С. И. Вавилов. Очерк жизни и деятельности».

³ 1) О влиянии разности фаз на слуховые ощущения. ЖРФХО, физ. отд., 42, 1910, стр. 98; см. также: П. П. Лазарев, Соч., т. I, Изд. АН СССР, М.—Л., 1957, стр. 51—52; 2) О взаимном влиянии органов зрения и слуха. Тр. клиник Больницы уха, носа и горла им. Ю. И. Вазиной, 2, № 1, 1905, стр. 75; см. также: П. П. Лазарев, Соч., т. I, стр. 33—36.

⁴ См.: 1) Выцветание пигментов в видимом спектре. ЖРФХО, физ. отд., 39, 1907, стр. 236; App. der Phys., 24, 1907, стр. 661; Brit. J. of Photogr., 55, Suppl., 1908, стр. 38; 2) Выцветание красок и пигментов в видимом спектре. Опыт изучения основных законов химического действия света. Докл. дисс., М., 1911; 3) О выцветании чистых красок в видимом спектре. ЖРФХО, физ. отд., 44, 1912, стр. 36; App. der Phys., 37, 1912, стр. 812.

⁵ См.: С. И. Вавилов. Фотохимические исследования академика П. П. Лазарева. Изв. АН СССР, сер. физ., 1943, № 6, стр. 193—199.

⁶ См. статью в этой книге «С. И. Вавилов. Очерк жизни и деятельности».

⁷ См.: О скачке температуры при теплопроводности на границе твердого тела и газа, Магистерск. дисс. М., 1910; см. также: ЖРФХО, физ. отд., 43, 1911, стр. 69—100; App. der Phys., 37, 1912, стр. 233—246.

⁸ См.: А. К. Тимирязев (А. К. Timirjasew), [О внутреннем трении разрыхленных газов и о связи скольжения и скачка температуры на границе между металлом и газом]. App. der Phys., 40, 1913, стр. 971.

⁹ После Октябрьской революции — Институт физики и биофизики Нарком здравоохранения. В дальнейшем — Физический институт АН СССР.

¹⁰ См.: 1) Курская магнитная аномалия по работам Комиссии при Академии наук. Усп. физ. наук, 2, вып. 1, 1920, стр. 61—92; 2) О Курской магнитной аномалии по исследованиям 1921 года. Там же, 3, вып. 1, 1922, стр. 104—107; 3) Курская магнитная и гравитационная аномалия. М., 1923; 4) Курская магнитная аномалия. М., 1924; См. также: П. П. Лазарев, Соч., т. III, 1950, стр. 11—79.

¹¹ Геофизические работы П. П. Лазарева перепечатаны в кн.: П. П. Лазарев, Соч., т. III (работы по земному магнетизму, магнитному методу разведки — стр. 103—176; работы по сейсмическому методу разведки — стр. 177—202; работы по моделированию опасных течений и по изменению климата — стр. 203—229; работы по общим вопросам геофизики — стр. 231—271).

¹² Работы П. П. Лазарева по стеклообразному состоянию собраны в кн.: П. П. Лазарев, Соч., т. II, 1950, стр. 519—569.

¹³ Работы П. П. Лазарева по биофизике собраны в 1-м томе его сочинений.

ПАМЯТИ Д. С. РОЖДЕСТВЕНСКОГО

(Стр. 338—349)

¹ Стенограмма доклада на ученом совете Государственного оптического института 21 декабря 1940 г. Публикуется по машинописному тексту (с исправлениями автора), хранящемуся в АО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 79). Другая статья Т. П. Крайца о Д. С. Рождественском помещена в «Вест. АН СССР» (1940, № 10, стр. 78—80). Полную биографию Д. С. Рождественского см.: К. К. Баумгарт, Д. С. Рождественский. Изд. ЛГУ, Л., 1967.

² См.: Д. С. Рождественский. Аномальная дисперсия и паразитизм. Магистерск. дисс. СПб., 1912; см. также в кн.: Д. С. Рождественский.

ский. Работы по аномальной дисперсии в парах металлов, Изд. АН СССР, М.—Л., 1951, стр. 7—144. (Серия «Классики науки»). — Предварительное сообщение этой работы см.: ЖРФХО, физ. отд., 42, 1910, стр. 87; Zs. f. Wiss. Photogr., 9, 1910, стр. 37. Сокращенное изложение см.: ЖРФХО, физ. отд., 44, 1912, стр. 395; Ann. der Phys., 39, 1912, стр. 307. См. также: А. Н. Осиповский. Метод «крюков» Д. С. Рождественского и обзор работ, выполненных этим методом в СССР (1912—1960 г.). В сб.: История и методология естественных наук, вып. IV, 1966, стр. 270—284.

² См.: Простые соотношения в спектрах щелочных металлов. Докт. дисс. Пгр., 1915; см. также в кн.: Д. С. Рождественский. Работы по аномальной дисперсии в парах металлов, стр. 145—184.

³ Эта последняя работа Д. С. Рождественского, выполненная им совместно с Н. П. Пенкиным, полностью впервые опубликована в 1951 г. См.: Д. С. Рождественский и Н. П. Пенкин. Определение сил вибраторов в спектрах атомов. В кн.: Д. С. Рождественский. Работы по аномальной дисперсии в парах металлов, стр. 307—366. — В несколько сокращенном виде см.: Изв. АН СССР, сер. физ., № 6, 1941, стр. 635; Journ. of Phys., 3, N 5—6, 1941, стр. 319.

⁴ См.: Д. С. Рождественский и В. И. Туровцев. Соотношения между линиями D_2 и D_1 в дублете натрия. ЖРФХО, физ. отд., 49, 1918, стр. 128; Trans. of Optical Inst., 2, N 14, 1921.

⁵ См.: 1) Спектральный анализ и строение атомов. Пгр., 1920; см. также: Тр. Гос. оптич. инст., 1, вып. 6, 1921; 2) Серия спектра ионизованного магния из сравнения со спектром ионизованного гелия. Тр. Гос. оптич. инст., 2, вып. 9, 1921; 3) Значение спектральных серий. Там же, вып. 7, 1921; 4) Термы высокого порядка и соотношения между спектрами одноэлектронных и сложных атомов. Там же, вып. 8, 1922; 5) Две независимые системы серий в спектре неона. Там же, 3, вып. 18, 1923. — См. также Д. Д. Гуля и А. Ф. Конюхов. Работы Д. С. Рождественского по атомным спектрам и строению атома. В сб.: История и методология естественных наук, вып. IV, 1966, стр. 257—269.

⁶ См.: 1) Когерентность лучей при образовании изображения в микроскопе. Журн. теор. и экспер. физики, 10, 1940, стр. 305—330; 2) К вопросу об изображении прозрачных и непрозрачных объектов в микроскопии. Тр. Гос. оптич. инст., 14, вып. 112—120, 1941, стр. 16—40.

⁷ Материалы по докладам акад. С. И. Вавилова и акад. Д. С. Рождественского на мартовской сессии Академии наук СССР 1936 г. Изд. АН СССР, М.—Л., 1936.

⁸ «Я познакомился с Д. С. Рождественским, — писал И. Е. Александров, — в марте 1916 г. в стенах б. Ремесленного училища, куда Дмитрий Сергеевич пришел учиться обрабатывать оптические стекла. В первый раз я увидел Дмитрия Сергеевича за рабочим станком в зале, за шлифовкой стекол. Мне выпала честь учить Дмитрия Сергеевича первым приемам обработки оптических деталей» (из статьи И. Е. Александрова «История оптического цеха Гос. оптического института», опубликованной в юбилейном номере газеты «Советский оптик» от 15 декабря 1943 г.). Иван Ефимович Александров (1892—1956) — инженер-оптик, со дня основания Гос. оптического института руководил в нем оптическим цехом; в последние годы жизни вел исследовательскую работу по холодной обработке стекла.

⁹ См.: Эволюция учения о строении атомов и молекул. Арх. истории науки и техн., вып. 1, 1933, стр. 1—20; Периодический закон на основе анализа спектров. Тр. Юбил. менделеевск. съезда, 1, М.—Л., 1936, стр. 65—86.

¹⁰ См.: Судьбы оптики в СССР, XV лет Государственного оптического института. Сб. статей под общей редакцией акад. С. И. Вавилова. Л.—М., 1934, стр. 18—39.

¹¹ См.: Чем овладел и что должен завоевать микроскоп. Природа, 25, № 6, 1936, стр. 13; Опт.-мех. пром., № 9, 1936, стр. 3.

ПАМЯТИ А. Н. КРЫЛОВА

(Стр. 350—357)

¹ Доклад, прочитанный в Ленинградском Доме ученых в октябре 1946 г. Публикуется по машинописному тексту, хранящемуся в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, № 93). Ранее опубликован с незначительными изменениями в «Трудах Института истории естествознания и техники» (М.—Л., 1956, т. 13, стр. 32—39).

² Имеется в виду статья А. Н. Крылова «Die Theorie des Schiffes» («Теория корабля»), опубликованная в «Enzyklopädie d. mathem. Wissenschaften» (Bd. 6a, Hft. 4, 1907, стр. 517—562).

³ Имеется в виду книга А. Н. Крылова «Мои воспоминания» (Изд. АН СССР, М.—Л., 1942). С четвертого издания (Воениздат, М., 1949) эта книга называется «Воспоминания и очерки».

С. И. ВАВИЛОВ

(Стр. 358—376)

¹ Речь, произнесенная 8 апреля 1951 г. на совместном заседании ленинградских научных учреждений Академии наук СССР и Государственного оптического института, посвященном памяти С. И. Вавилова. Публикуется по тексту статьи, напечатанной в журнале «Успехи физических наук» (т. 46, вып. 1, 1952, стр. 3—22). Рукопись хранится в ЛО Архива АН СССР (ф. 855, оп. 1, №№ 120—122).

² См. статью в этой книге «П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа».

³ См. статью в этой книге «Творческий путь академика П. П. Лазарева».

⁴ См.: [К кинетике термического выцветания красок]. За. ф. phys. Chem., 88, 1914, стр. 35—45.

⁵ См.: Фотометрия радиоизотопных источников. ЖРФХО, физ. отд., 45, 1913, стр. 207—216.

⁶ См.: 1) Города Италии. 1. Верона. Изв. Общ. преобр. графич. искусства. 1914, № 4—5, стр. 15—24; 2) Города Италии. 2. Арrezzo. Там же. 1916, № 4—6, стр. 43—52.

⁷ См.: Вестн. опытной физики, № 634, 1913, стр. 251—252.

⁸ См.: Изв. Физ. инст. при Моск. научн. инст., 1, вып. 1, 1919, стр. 24—26.

⁹ См.: 1) О независимости коэффициента поглощения света от яркости. Изв. Физ. инст. при Моск. научн. инст., 1, вып. 3, 1920, стр. 92—96; 2) Поглощение света ничтожно малых интенсивностей. Там же, стр. 96—99; 3) Следствия независимости коэффициента поглощения света от яркости. Там же, стр. 99—101.

¹⁰ См.: С. И. Вавилов. Микроструктура света. (Исследования и очерки). Изд. АН СССР, М., 1950.

¹¹ См. ред. прим. 2 к статье «30 лет советской оптики».

¹² См. ред. прим. 2 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹³ См. ред. прим. 2 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹⁴ См. ред. прим. 24 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹⁵ См. ред. прим. 1 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹⁶ См.: Природа, 1943, № 1, стр. 75—79.

¹⁷ См. ред. прим. 31 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹¹ См. ред. прим. 27 к статье «И. Ньютон и изучение его трудов в России».

¹² См.: Усп. физ. наук, т. 31, вып. 1, 1947, стр. 1—15.

¹³ См.: Б. Н. Меншуткин. Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова. Изд. 3-е. Под ред. С. И. Вавилова и Л. Б. Модзалевского, Изд. АН СССР, М.—Л., 1947, стр. 147—169 (гл. 6: «Ломоносов, Оптические работы»).

¹⁴ См.: Нечувствительная труба М. В. Ломоносова. В кн.: Ломоносов. Сб. статей и материалов. II Изд. АН СССР, М.—Л., 1946, стр. 71—87.

¹⁵ См.: Физика Луcreции. В кн.: Общее собрание АН СССР 16—19 янв. 1946. Доклады. Изд. АН СССР, М.—Л., 1946, стр. 147—165; см. также: Изв. АН СССР, сер. ист. и филос., 1946, № 1, стр. 3—16; Вестн. АН СССР, 1946, № 2, стр. 43—56; Усп. физ. наук, т. 29, вып. 1—2, 1946, стр. 161—178.

¹⁶ См.: Галилей в истории оптики. В кн.: Галилео Галилей, 1564—1642. Сборник, посвященный 300-летию годовщины со дня смерти Галилео Галилея. Изд. АН СССР, М.—Л., 1943, стр. 5—56.

¹⁷ См.: Под знаменем марксизма, 1938, № 12, стр. 27—33; см. также в кн.: С. И. Вавилов, А. А. Максимов, В. Ф. Миткевич. «Материализм и эмпириокритицизм» Ленина и современная физика. М., 1939, стр. 66—73.

¹⁸ См. в кн.: Общее собрание АН СССР 14—17 февр. 1944 г. Изд. АН СССР, М.—Л., 1944, стр. 38—56; см. также: Усп. физ. наук, т. 26, вып. 2, 1944, стр. 113—132; Вестн. АН СССР, 1944, № 3, стр. 33—49; Под знаменем марксизма, 1944, № 2—3, стр. 36—53; Электричество, 1944, № 4, стр. 1—6; № 5—6, стр. 3—7; Тезисы молодежи, 1947, № 5, стр. 1—6.

¹⁹ См.: Глаз и Солнце. О свете, Солнце и зрении. М.—Л., 1927; 2-е изд., М.—Л., 1932; 3-е изд., М.—Л., 1938; 4-е изд., М.—Л., 1941.

ПЕРЕВОД ИНОЯЗЫЧНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ

Стр. 29. *Hypotheses non fingo* (лат.) — гипотез не выдумываю.

Стр. 68. *Last not least* (англ.) — последнее по месту, но не по значению.

Стр. 86. *Fecit cui profuit* (лат.) — сделал тот, кому было выгодно.

Стр. 89. *Hypotheses non fingeat* (лат.) — он гипотез не придумывал.

Стр. 98. *Sit ei terra levis* (лат.) — да будет ему земля пухом.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ Т. П. КРАВЦА И ЛИТЕРАТУРА О НЕМ

БИБЛИОГРАФИЯ

I Статьи и заметки, написанные Т. П. Кравцем 1912

1. Абсорбция света в растворах окрашенных веществ. Экспериментальное и теоретическое исследование. — Изв. Моск. инж. училища, 1912, ч. II, вып. 6 (4), стр. 1—114, 3 л. рис.

То же, с авторскими доп. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 33—145, с рис. Библиогр.: 49 назв.

Непаркин Б. С. О работе Т. П. Кравца «Абсорбция света в растворах окрашенных веществ». — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., 1959, стр. 368—319.

1913

2. П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа. (К годовщине его кончины 1 марта 1912 г.). — Природа, 1913, № 3, табл. 283—292.

То же, отд. отт. с подзагл.: (На публичной речи памяти покойного). М., типо-лит. И. Н. Кушнеров и К^о, 1913, 15 стр.

То же, отрывки под загл.: Светлый облик ученого. — Природа, 1966, № 3, стр. 54—56 (боковые табл.). (В подборке «Знаменитый русский ученый»).

3. Список печатных трудов П. Н. Лебедева. — В кн.: Лебедев П. Н. Собрание сочинений. М., типо-лит. т-ва Кушнеров и К^о, 1913, стр. 409—415.

1916

4. О световом давлении. (Памяти П. Н. Лебедева). — Зап. Харьк. ун-та, 1916, кн. 2/3, стр. 1—16.

Докладчик на заседании физического семинара при Харьковском университете 6 октября 1915 г. и заседании Московского физического общества им. П. Н. Лебедева 28 ноября 1915 г.

¹ Библиография состоит из трех разделов: первая два раздела представляют собою труды самого Т. П. Кравца («Световое давление», подписанные Т. П. Кравцем», «Радистрономия», комментарии и публикации, осуществленные Т. П. Кравцем); третий раздел содержит литературу о нем («Статьи и заметки о Т. П. Кравце»). В каждом разделе материалы расположены в хронологическо-алфавитном порядке. Отдельны располагаются также две публиков. соответствующего года, но не в «общем заглавии», а после основного раздела. Библиография составлена Е. Б. Рысс и В. П. Рачуцкий.

То же, с небольшо. сокращ. — В кн.: Краевец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 146—163. Библиогр.: 13 назв.

5. Отзыв о сочинении под заглавием «Исследование положения поляризации неба», представленном под девизом «*Aut longa, vita brevis*» для соискания премии имени Павловского. — Зап. Харьк. ун-та, 1916, кн. I, стр. 9—12.

1926

6. О геологических последствиях перемещения полярной оси. — В кн.: Очерки по землеведению и экономике Восточной Сибири. Иркутск, 1926, стр. 87—89. (Изд. Вост.-Сиб. отд. Рус. географ. об-ва, т. 49).

Дополнено и окончательное заседание Иркутского биолого-географ. общ-ва и Иркутского общ-ва естествоиспытателей 2 мая 1925 г.

То же. — В кн.: Краевец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 263—266.

7. Об инертной массе энергии. — Журнал Рус. физ.-хим. об-ва, ч. физ., 1926, т. 58, вып. 2, с. 289—290. Резюме на нем. яз.

То же. — В кн.: Краевец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 164—166.

8. Предварительная заметка о приливах Байкала. — Труды Иркут. магнит. и метеоролог. обсерватории, 1926, № 1, Байкал, стр. 54—55. Резюме на нем. яз. (Совместно с А. П. Екимовым).

То же. — В кн.: Краевец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 267—270. Библиогр.: 1 назв.

9. [Отзыв]; Соловьев В. Н. Метод моделей и его применение к изучению сейсм. Байкала. Известия Биолого-географического института при Иркутском университете, т. II, стр. 9—26. Иркут., 1925. — Труды Иркут. магнит. и метеоролог. обсерватории, 1926, № 1, Байкал, стр. 80—83. На рус. и нем. яз.

1927

10. Математика. — В кн.: Академия наук Союза Советских Социалистических республик за десять лет. 1917—1927. Л., Изд-во АН СССР, 1927, стр. В—10.

11. Физика и сейсмология. — В кн.: Академия наук Союза Советских Социалистических республик за десять лет. 1917—1927. Л., Изд-во АН СССР, 1927, стр. 11—16. (Совместно с П. М. Никифоровым).

1931

12. Пути развития Максвелловой электромагнитной теории. — Природа, 1931, № 11, табл. 1043—1066, с портр.

1933

13. Перелл Всесоюзная конференция по научной фотографии. — Фотокинохим. пром-сть, 1933, № 2, стр. 3—5.

1934

14. Г. А. Лорентц и теория электронов. — В кн.: Лорентц Г. А. Теория электронов и ее применение к явлению света и теплового излучения. Л.—М., ОНТИ, 1934, стр. 7—11.

То же, с небольш. доп. — В кн.: Лоренц Г. А. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. Изд. 2-е, испр. и доп. М., Гостехиздат, 1953, стр. 11—16.

15. Фотографический сектор ГОИ. — В кн.: XV лет Государственного оптического института. Сборник статей под общ. ред. акад. С. И. Вавилова. Л.—М., Техиздат, 1934, стр. 225—250.

1937

16. Памяти Петра Николаевича Лебедева. 1912—1937. — Природа, 1937, № 5, стр. 97—103, с портр. и черт.

1939

17. Неизданные документы об изобретении фотографии. (Из архива Академии наук СССР). Сов. фото, 1939, № 1, стр. 12—16.

18. Практическое и теоретическое значение сенситометрии. — Кинофотохим. пром-сть, 1939, т. 5, вып. 7, стр. 9—11.

То же — В кн.: Крайнев Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 245—252. Библиогр.: 2 назв.

1940

19. Памяти акад. Д. С. Рождественского. — Вест. Акад. наук СССР, 1940, № 10, стр. 78—80, с портр.

1943

20. Ньютон и изучение его трудов в России. — В кн.: Исаак Ньютон, 1643—1727. Сборник статей к 300-летию со дня рождения. Под ред. акад. С. И. Вавилова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943, стр. 312—328.

21. Творческий путь академика П. П. Лазарева. — Изв. Акад. наук СССР. Серия физ., 1943, т. 7, № 6, стр. 185—192, 1 л. портр.

Доклад на заседании посвященном памяти акад. П. П. Лазарева, из журнальной серии Академии наук 1942 г.

То же. — Успехи физ. наук, 1945, т. 27, вып. 1, стр. 13—21.

1945

22. Борис Петрович Вейнберг. [Некролог]. — Успехи физ. наук, 1945, т. 27, вып. 1, стр. 132.

23. Президент Академии наук СССР академик Сергей Иванович Вавилов. — Электричество, 1945, № 6, стр. 1—3.

Творческий путь академика П. П. Лазарева. См. № 21.

1946

24. К истории открытия рентгеновых лучей. — Вести. Акад. наук СССР, 1946, № 3, стр. 47—54.

25. К пятидесятилетию открытия радиоактивности — Физика в школе, 1946, № 1, стр. 17—22.

Изложение доклада, прочитанного на научной сессии, посвященной физике элементарных частиц в Гос. пед. ин-те им. А. И. Герцена в апр. 1946 г.

26. От физики Максвелла к ядерной энергетике. — Электричество, 1946, № 9, стр. 10—14.

27. [Вступительная заметка]. — В кн.: Гаспар Монн. Сборник статей к двухсотлетию со дня рождения. [Л.], Изд-во АН СССР, 1947, стр. 5—6.

28. К столетию закона сохранения энергии. — Физика в школе, 1947, № 6, стр. 3—12. Библиогр.: 19 назв.

29. Некоторые неясности в теории отражения света. — Труды Гос. оп. ин-та, 1947, т. 18, вып. 130, стр. 152—155, с рис.

То же. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 167—172, с рис. Библиогр.: 2 назв.

30. Тридцать лет советской оптики. — Успехи физ. наук, 1947, т. 33, вып. 1, стр. 23—51. (К тридцатилетию советской физики).

31. М. Фарадей и его «Экспериментальные исследования по электротесту». — В кн.: Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947, стр. 734—780.

32. [Отзыв]: Академик Л. С. Лейбензон. Николай Егорович Жуковский. (К 100-летию со дня рождения). Изд. АН СССР. Научно-популярная серия. — Вестн. Акад. наук СССР, 1947, № 4, стр. 117—118.

33. [Отзыв]: Б. Н. Меншуткин. Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова. — Вестн. Акад. наук СССР, 1947, № 8, стр. 151.

1948

34. К вопросу о природе широких полос поглощения. — Изв. Акад. наук СССР. Серия физ., 1948, т. 12, № 5, стр. 504—512, с рис. Библиогр.: 3 назв. (Совместно с Х. Л. Песьянкой-Арван и Н. Н. Прибытковой).

Дополн. к VI сессии на спектроскопии в Клеве 24—30 мая 1946 г.

То же. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 179—190, с рис. Библиогр.: 3 назв.

35. Неизданные документы по открытию фотографии Дагерром и Ньепсом. (Содержание доклада). — В кн.: Труды совещания по истории естествознания 24—26 декабря 1946 г. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 194.

36. О переписке П. Н. Лебедева. — В кн.: Научное наследство. Естественнаучная серия, т. I. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 551—559, с портр.

37. Эволюция учения об энергии (1847—1947). — Успехи физ. наук, 1948, т. XXXVI, вып. 3, стр. 338—358. Библиогр.: 22 назв.

Реда.: 1) Харсенов И. А. Журнал «Успехи физических наук» — Сов. книга, 1950, № 1, стр. 19—27 (в Т. П. Кравце — стр. 23); 2) Дукан В. М. и Семечков А. А. О статье Т. П. Кравца «Эволюция учения об энергии». — Вестн. Моск. ун-та, 1951, № 5, стр. 129—141.

1949

38. К истории изобретения фотографии. (По неопубликованным материалам Архива Академии наук СССР). — В кн.: Документы по истории изобретения фотографии. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, стр. 11—56. (Труды Архива Акад. наук СССР, вып. 7).

39. К пятидесятилетию со дня кончины Б. С. Якоби (1874—1949). — Успехи физ. наук, 1949, т. 38, вып. 3, стр. 410—412.

40. К пятидесятилетию открытия светового давления. — Наука и жизнь, 1950, № 8, стр. 35—37, с портр. и рис.

41. Некоторые новые данные о поглощении света в растворах и в адсорбированных слоях. — Изв. Акад. наук СССР. Серия физ., 1950, т. 14, № 4, стр. 493—501, с рис. Библиогр.: 5 назв. (Совместно с Х. Л. Песвиной-Арван и Э. В. Жидковой).

Доклад на VII совещании по спектроскопии, в Свердловске 22—29 мая 1950 г.

То же. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 191—204, с рис. Библиогр.: 5 назв.

42. О работах Э. Х. Ленца в области электромагнетизма. — В кн.: Ленц Э. Х. Избранные труды [Л.]. Изд-во АН СССР, 1950, стр. 465—474.

43. Петр Николаевич Лебедев и его творчество. — В кн.: Лукомская А. М. Петр Николаевич Лебедев. Библиогр. указатель. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 11—32, с портр.

1951

44. О втором томе «Экспериментальных исследований по электричеству» М. Фарадея. — В кн.: Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т. 2. Л., Изд-во АН СССР, 1951, стр. 407—422.

45. Сергей Иванович Вавилов — ученый и деятель. — Изв. Акад. наук СССР. Серия физ., 1951, № 5, стр. 523—532.

1952

46. П. Н. Лебедев и световое давление. — Успехи физ. наук, 1952, т. 46, вып. 3, стр. 306—320.

То же, в незначит. изменен. и доп. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1959, т. 28, стр. 46—65, с рис.

47. Сергей Иванович Вавилов. Очерк жизни и деятельности. — Успехи физ. наук, 1952, т. 46, вып. 1, стр. 3—22.

Речь на совместном заседании Ленинградских научных учреждений Академии наук СССР и Гос. оптического института.

То же, с не больш. изменен. — В кн.: Труды сессии, посвященной памяти академика Сергея Ивановича Вавилова. М., Оборонгиз, 1953, стр. 18—33, с портр. (Гос. оптич. ин-т им. С. И. Вавилова).

1953

48. Борис Семенович Якоби и его творчество. — В кн.: Новлянская М. Г. Борис Семенович Якоби. Библиогр. указатель. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 11—42.

49. Влияние на отражение света тончайших поверхностных слоев. — В кн.: Труды сессии, посвященной памяти академика Сергея Ивановича Вавилова. М., Оборонгиз, 1953, стр. 331—335. (Гос. оптич. ин-т им. С. И. Вавилова).

То же. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 173—178.

50. Выдающийся советский физик П. П. Лаварев. — Физика в школе, 1953, № 3, стр. 15—18, с портр. (Совместно с Б. Б. Кудрявцевым).

51. К 200-летию со дня смерти академика Г. В. Рихмана. — Успехи физ. наук, 1953, т. 51, вып. 2, стр. 287—299. (Совместно с М. И. Радовским), Г. А. Лорентц и теория электронов, См. № 14.
Сергей Иванович Вавилов, См. № 47.

1956

52. Памяти А. Н. Крылова. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1956, т. 15, стр. 32—39.

Доклад, прочитанный в Ленинградском Доме ученых 1 октября 1946 г.

1957

53. Гете и физика. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1957, т. 19, стр. 397—410.

Доклад на торжественном заседании Академии наук, посвященном столетию со дня смерти Гете, 30 марта 1932 г.

54. Из выступления... от лица общественности Ленинградского гос. университета им. А. А. Жданова за кандидатуру академика С. И. Вавилова в депутаты Верховного Совета РСФСР [1938 г.]. — Труды Ин-та истории естествознания и техники (Акад. наук СССР), 1957, т. 17, стр. 123—125 (Публикация подготовлена П. Н. Коржавым, Б. А. Малькевич и Н. М. Равиным).

1958

55. Воспоминания об XI съезде естествоиспытателей и врачей и о выступлении на нем А. С. Попова. — В кн.: Александр Степанович Попов в характеристиках и воспоминаниях современников. Сост. М. И. Радовский. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 318—321.

1959

56. 276 заметок М. В. Ломоносова по физике и корпускулярной философии. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1959, т. 22, стр. 106—113.

57. Детские и юношеские годы Петра Николаевича Лебедева. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1959, т. 28, стр. 32—44, с портр. и илл. (Публикация подготовлена В. Л. Ченакалом). П. Н. Лебедев и световое давление, См. № 46.

58. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, 340 стр., с илл. и рис., 1 л. портр. (фронтисп.). (Акад. наук СССР Отд-ние физ.-мат. наук, Гос. оптика и т. нм. С. И. Вавилова).

Работы по физической оптике:

Абсорбция света в растворах окрашенных веществ (стр. 33—145).

См. также № 1.

О световом давлении (Памяти П. Н. Лебедева) (стр. 146—163).

См. также № 4.

Об инерционной массе энергии (стр. 164—166). См. также № 7.

Некоторые вопросы в теории отражения света (стр. 167—172).

См. также № 29.

Влияние на отражение света тончайших поверхностных слоев (стр. 173—178). См. также № 49.

К вопросу о природе широких полос поглощения (стр. 179—190).

См. также № 34.

Некоторые новые данные о поглощении света в растворах и в адсорбированных слоях (стр. 191—204). См. также № 41.

Работы по научной фотографии:

Современные взгляды на сущность фотографического процесса. (План доклада) (стр. 207—208).

Доклад на публицистическом годовом собрании Гос. оптического ин-та 15 дек. 1928 г.

Современные воззрения на сущность фотографического процесса. (Из неоконченной статьи) (стр. 209—210).

Физическая природа латентного изображения (стр. 211—222).

Доклад на I Всесоюзной конференции по научной фотографии в Ленинграде 24—29 ноября 1932 г.

О теориях скрытого фотографического изображения (стр. 223—243). Библиогр.: 42 назв. (Совместно с М. В. Савостьяновой).

Доклад на II Всесоюзном совещании по научной фотографии 17 окт. 1937 г. (в Москве).

Практическое и теоретическое значение сенситометрии (стр. 245—252). См. также № 13.

Борьба с дымкой при помощи полярида (стр. 253—260).

Работы по геофизике:

О геологических последствиях перемещения полярной оси (стр. 263—266). См. также № 6.

Предварительная заметка о приливах Байкала (стр. 267—270). (Совместно с А. П. Екимовым). См. также № 8.

Зависимость периода сейш от ветра (стр. 271—272).

Распространение байкальских сейш по реке Ангаре (стр. 273—295). Библиогр.: 3 назв. (Совместно с А. С. Топорцем).

Новая теория происхождения ленинградских наводнений (стр. 296—297).

Тезисы доклада. О работе, выполненной совместно с В. П. Дубовым.

1960

59. Теория распространения сейшевых волн по реке — Труды Байкал. лимнолог. станции, 1960, XVIII, Исследования гидрологического режима Байкала, стр. 266—290.

1963

60. Петр Николаевич Лебедев (1866—1912 гг.) — В кн.: Лебедев П. Н. Собрание сочинений. [М.], Изд-во АН СССР, 1963, стр. 391—405, с портр. и илл.

1966

61. Б. С. Якоби о превращении энергии. (Из истории открытия закона сохранения энергии). — Вопросы истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1966, вып. 20, стр. 53—55.

Светлый облик ученого. См. № 2.

II. Редактирование, комментарии, публикации и переводы, принадлежащие Т. П. Крайцу²

1922

62. Лебедев П. Н. Давление света. Под ред. акад. П. П. Лаврева и проф. Т. П. Крайца [М.], ГИЗ, 1922, 91 стр., с илл. и портр. (Классики естествознания, кн. 4).

² Переиздания и многотомные издания выделяемы здесь только под рубрику первого года издания.

63. Лорентц Г. А. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. Перев. с англ. М. В. Савостьяновой. Под ред. проф. Т. П. Крайца. Л.—М., ОНТИ, 1934. 432 стр., 1 л. портр.

Предисл. ред. (стр. 6).

Вступит. статья ред. (стр. 7—11).

Примечания ред. (стр. 422—426).

То же, изд. 2-е, испр. и доп. М., Гостехиздат, 1953. 472 стр., 1 л. портр. (Классики естествознания: Механика, Физика, Астрономия).

Предисл. ред. (стр. 5).

Вступит. статья ред. (стр. 11—15).

Примечания ред. (стр. 459—467).

1935

64. Друдд П. Оптика. Перев. с нем. Е. Г. Барановой, Е. Э. Крикса и М. В. Савостьяновой. Под ред. проф. Т. П. Крайца. М.—Л., ОНТИ, 1935. 468 стр., с илл., 1 илл. и граф.

1936

65. Райдвел Э. К. Химия поверхностных явлений. Перев. со 2-го англ. изд. Ю. Н. Горюховского и И. Р. Протас. Под ред. проф. Т. П. Крайца. Л., ОНТИ—Химтеорет, 1936. XII, 421 стр.

1939

66. Абрагам-Беккер. Теория электричества. Перев. с нем. В. А. Флоринской. Под ред. Т. П. Крайца. Изд. 2-е, испр. Л.—М., ГОНТИ, 1939. 260 стр.

Предисл. ред. (стр. 4).

1941

67. Беккер Р. Теория электричества. Т. II. Электронная теория. Изд. 2-е, испр. Под ред. Т. П. Крайца. Л.—М., Гостехиздат, 1941. 391 стр.

Предисл. ред. (стр. 3).

1947

68. Мини Г. Нечетательная геометрия. Перев. В. Ф. Газе. Комментар. и ред. проф. Д. И. Киргина. Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца. [Л.], Изд-во АН СССР, 1947. 292 стр. с черт., 2 л. портр. (Акад. наук СССР. Серия «Классическая наука»).

69. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т. 1—2. Перев. с англ. Е. А. Чернышевой и Я. Р. Шмидт-Чернышевой (т. 1), А. В. Яковлевой (т. 2). Комментар. и ред. чл.-корр. Акад. наук СССР проф. Т. П. Крайца. Л., Изд-во АН СССР, 1947—1951. (Акад. наук СССР. Серия «Классическая наука»).

Примеч. ред. в т. 1 (стр. 781—809).

Примеч. ред. в т. 2 (стр. 423—436).

1948

70. Из переписки П. Н. Лебедева (1891—1912).—В кн.: Научное наследство. Естественна-научная серия, т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948. стр. 560—619, с илл. и рис.

Публикации (стр. 560—606) и примечания (стр. 607—619)

Т. П. Крайца и Л. А. Елисеева.

71. Документы по истории изобретения фотографии. Перепишка Ж. Н. Ньепса, Ж. М. Дагерра и других лиц. Ред. и вводн. статья чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, 510 стр. с илл., 11 л. илл. (Акад. наук СССР. Труды Архива Акад. наук СССР, вып. 7).
72. Межелеев Д. И. Сочинения, т. 8—25. Ред. коллегия: академик В. Г. Хлопин (предс.), С. И. Вольфович, И. В. Гребенщиков, В. С. Немчинов, чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца, А. А. Максимова, С. Э. Фриш и канд. хим. наук Е. Д. Волова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949—1952.

1950

73. Ленц Э. Ж. Избранные труды. Ред. и примеч. чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца. Статьи проф. К. К. Баумгарта, акад. А. С. Берга, чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца [Л.], Изд-во АН СССР, 1950, 521 стр. с рис. и черт. (Акад. наук СССР, Серия «Классики науки»).
- Примеч. ред. (стр. 475—479).

74. Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений, т. 1—10. Главная редакция изданий: акад. С. И. Вавилов (гл. ред.), Т. П. Крайца (зам. гл. ред.), А. И. Андреев, П. Н. Берков и др. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950—1959.

75. Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений, т. 1—4. Главная редакция издания: акад. С. И. Вавилов (гл. ред.), Т. П. Крайца (зам. гл. ред.), А. И. Андреев, П. Н. Берков и др. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950—1955.

- Т. 1. Труды по физике и химии 1738—1746 гг. Ред. первого тома С. И. Вавилов, Т. П. Крайца и А. А. Елисеев. М.—Л., 1950.
- Т. 2. Труды по физике и химии 1747—1752 гг. Ред. второго тома С. И. Вавилов, Т. П. Крайца, А. А. Елисеев. М.—Л., 1951.
- Т. 3. Труды по физике 1753—1765 гг. Ред. третьего тома Т. П. Крайца. М.—Л., 1959.
- Т. 4. Труды по физике, астрономии и приборостроению 1744—1765. Ред. четвертого тома Т. П. Крайца и В. А. Ченкал. М.—Л., 1955.

76. Ломоносов М. В. Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте, начертанное М. Ломоносовым в 1741 году, в августе месяце. Перевод Т. П. Крайца. — В кн. Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений, т. 1, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 85—102, с рис. (Латинский текст и русский перевод).

77. Сомкинский М. С. Очерки по истории воззрений на природу света. Под ред. чл.-корр. АН СССР Т. П. Крайца. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, 191 стр. с илл. (Акад. наук СССР. Научно-популярная серия).

1952

78. Инструкция студ. Зернову (I). Из архива П. Н. Лебедева. — Успехи физ. наук. 1952, т. 46, вып. 3, стр. 329—330.
- Публикация и примечания Т. П. Крайца.

1953

79. Новлянская М. Г. Борис Семенович Якоби. Библиогр. указатель. Под ред. К. И. Шафрановского. Отв. ред. Т. П. Крайца. Вступит. статья Т. П. Крайца. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953, 316 стр., 3 л. портр. (Акад. наук СССР, Комиссия по истории физ.-матем. наук).

80. К наборанию Понселе членом-корреспондентом С.-Петербургской Академии наук. — Изв. Акад. наук СССР. Отд-ние техн. наук, 1955, № 4, стр. 120—130.

Публикация материалов из Архива АН СССР. 1851—1864 гг.
Под ред. и с примеч. Т. П. Кравца.
Вступит. заметки Т. П. Кравца (стр. 120).

1963

81. Лебедев П. Н. Собрание сочинений. Ред. и примеч. чл.-корр. АН СССР Т. П. Кравца, проф. Н. А. Капузова, доц. А. А. Елисеева. Статьи Т. П. Кравца и Н. А. Капузова. (М.), Изд-во АН СССР, 1963, 436 стр., с портр. и вкл. (Серия «Классики науки»).

III. Статьи и заметки о Т. П. Кравце

1939

82. Вавилов С. И. Исследование советскими учеными природы скрытого изображения. — Сов. фото, 1939, № 1, стр. 24.

1946

83. Радковский М. И. К семидесятилетию Т. П. Кравца. — Успехи физ. наук, 1946, т. 29, вып. 1—2, стр. 212—213.

84. Чествование члена-корр. АН СССР Т. П. Кравца. — Вест. Акад. наук СССР, 1946, № 7, стр. 58—60.

Чествование происходило на заседании Комиссии по истории физ. наук АН СССР.

1951

85. К семидесятилетию со дня рождения Т. П. Кравца. — Успехи физ. наук, 1951, т. 44, вып. 2, стр. 301—310. (Подписи: Горюховский Ю. Н., Мейклар П. В., Савостьянова М. В., Толопец А. С.).

86. Радковский М. И. и Солянский М. С. Член-корр. АН СССР Т. П. Кравец. (К 75-летию со дня рождения). — Природа, 1951, № 7, стр. 81—84, с портр.

То же загл., текст другой. — Шанка в школе, 1951, № 2, стр. 92—94, с портр.

87. Торичан Павлович Кравец. (К 75-летию со дня рождения). — Журнал техн. физики 1951, т. 21, вып. 4, стр. 385—388, 1 л. портр.

88. Шателен М. А. и Радковский М. И. Член-корр. Академии наук СССР Т. П. Кравец. К 75-летию со дня рождения. — Электричество, 1951, № 4, стр. 91—92, с портр.

1955

89. Т. П. Кравец. [Некролог]. — Ленингр. правда, 1955, 24 мая, № 121, стр. 4.

90. Торичан Павлович Кравец. [Некролог]. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1955, т. 5, стр. 395—397.

1956

91. Т. П. Кравец. [Некролог]. — Журнал науч. и прикл. фотографии и кинематографии, 1956, т. 1, вып. 2, стр. 133—135, 1 л. портр.

92. Фаерман Г. П. Торичая Павлович Кравец. — Успехи физ. наук, 1956, т. 58, вып. 2, стр. 183—192, 1 л. портр.

1957

93. Ваянлов С. И. О встречах с Т. П. Кравцем. — Труды Ин-та истории естествознания и техники Акад. наук СССР, 1957, т. 17, стр. 96—99, с портр.

1959

94. Гороховский Ю. Н. О работах школы Т. П. Кравца по фотографической сенситометрии. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 333—337.

95. Гороховский Ю. Н. Т. П. Кравец (к 80-й годовщине со дня рождения). — Успехи науч. фотографии, 1957, т. 5, стр. 200—205, с портр.

Доклад на заседании, посвященном памяти Т. П. Кравца в связи с 80-летием со дня его рождения, 22 марта 1956 г. в Ленинграде.

96. Непоревт Б. С. О работе Т. П. Кравца «Абсорбция света в растворах окрашенных веществ». — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 308—319, Библиогр.: 26 назв.

97. Савостьянов М. В. О работах Т. П. Кравца и его учеников по скрытому фотографическому изображению. — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 320—332, Библиогр.: 36 назв.

98. Фаерман Г. П. Торичая Павлович Кравец. (Очерк жизни и деятельности). — В кн.: Кравец Т. П. Труды по физике. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 5—29.

1961

99. Иванов Н. И. Исследования Т. П. Кравца по световому давлению. — Учен. зап. Бурят. гос. пед. ин-та, 1961, вып. 22, стр. 87—100.

1966

100. Гороховский Ю. Н. Научное заседание, посвященное памяти Т. П. Кравца. [К 90-летию со дня рождения]. — Журнал научной и прикл. fotogr. и кинематогр., т. 11, вып. 4, 1966, стр. 315—316.

101. Фаерман Г. П. Торичая Павлович Кравец. Там же, стр. 314—315.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ¹

- Абих Герман Васильевич (Abich German Wilhelm, 1806—1886), геолог, академик, впоследствии почетный член АН 232
- Абрагам Макс (Abraham Max, 1875—1922), немецкий физик 153, 179, 183, 304, 388, 390, 402, 416
- Авраам Петрович (ок. 1621—1682), протопоп, основатель русского старообрядчества 10
- Авенариус Михаил Петрович (1835—1895), физик, член-корреспондент АН 212, 214, 224, 227, 283
- Авогадро Амедео (Avogadro Amedeo, 1776—1856), итальянский химик и физик 116, 199
- Адамс Джон (Adams John Couch, 1819—1892), английский астроном 176
- Айтон Вильям Эдуард (Aiton William Edward, 1847—1909), английский физик 215
- Айкертман Рудольф (Aickertmann Rudolf, 1764—1834), немецкий ремесленник, живший в Англии 64, 78
- Аксаков Сергей Тимофеевич (1791—1859), писатель 222, 223, 395
- Александр I (1777—1825), русский император 221
- Александр III (1845—1894), русский император 351
- Александров Иван Ефимович (1892—1956), инженер-оптик 347, 406
- Александров Павел Сергеевич, математик, академик 234
- Александрова-Кочетова Александра Дормидонтовна (1833—1902), оперная певица 276
- Алексей Михайлович (1629—1676), русский царь 11
- Алиханов Абрам Исаакович, физик, академик 199, 392
- Альтберг Вольдемар Вильгельм Яковлевич (1877—1942), физик 202, 290, 302, 322, 323, 401, 403
- Амалицкий Владимир Прохорович (1860—1917), геолог и палеонтолог 230
- Амбарцумян Виктор Амаякеспович, астрофизик, академик, президент АН Армянской ССР 271
- Ампер Андре Мари (Andr  e Andr  e Marie, 1775—1836), французский физик и математик 114—116, 120, 150, 151, 181, 225
- Амфитеатров Александр Валентинович (1862—1923), писатель 282
- Амфревилль (Amfreville de, норвеж XVIII в.), аббат 98
- Ангерер Эрнст Лоренц Людвиг (Angerer Lorenz Ludwig Ernst, 1881—1951), немецкий физик 272
- Андреев Александр Игнатьевич (1887—1959), историк 13, 417
- Андронов Александр Александрович (1901—1952), физик, академик 234, 265
- Андрусов Николай Иванович (1861—1924), геолог и палеонтолог, академик 227, 229, 233
- Анон Шарль (Henry Charles, 1859—1926), французский физик и историк науки 193, 194
- Антипори (Antipori, вост. XIX в.), итальянский физик 151, 152
- Анучин Дмитрий Николаевич (1843—1923), антрополог, этнограф, ар-

¹ Национальность указывается только в иностранных. Даты рождения и/или смерти, не приводятся. Означается только принадлежность к Академии наук СССР и академиком какого-либо государства. Указатели составили В. П. Елизаров и Е. В. Омельянец.

- хеолог и географ, академик, впоследствии почетный член АН 23, 235, 359
- Аппельрот Герман Германович, механик 351
- Аполлоний Тианский (Apolonius Tyaneus, I в. н. э.), греческий философ 25
- Араго Доминик Франсуа (Arago Dominique François, 1786—1853), французский астроном и физик 21, 22, 24, 62, 104, 105, 107, 108, 114, 116, 122, 152, 164, 165, 225
- Арбузов Александр Ермитаевский, химик, академик 224
- Аренс Вильгельм (Arenas Wilhelm, 1872—1927), немецкий математик 167, 386
- Аристон, преподаватель технического училища 280
- Аркандель Владимир Константинович (1884—1953), физик, член-корреспондент АН 185, 196, 325, 389, 404
- Армстронг Вильям Георг (Armstrong William George, 1810—1900), английский инженер и изобретатель 146, 149
- Аррениус Сванте Август (Arrhenius Svante August, 1859—1927), шведский физико-химик, почетный член АН 123, 126, 127, 186, 297, 298, 319, 401
- Архимед (287—212 до н. э.), древнегреческий ученый 25, 371
- Аршинович Лев Андреевич, физик 392
- Ассонс В. (годы жизни не устан.), переводчик 21
- Астон Франкис Уильям (Aston Francis William, 1877—1945), английский физик, член-корреспондент АН 213
- Афанасьев Ансдор Павлович (1878—1940), физик 360
- Афанасьев-Эренфест Татьяна Александровна, физик 348
- Ашеулов Анатолий Тимофеевич (1904—1964), физик 263
- Багдыкянц Григорий Ованесович, физик 252
- Бакунин Павел Александрович (1905—1965), физик 265
- Байер Адольф (Bayer Adolf, 1835—1917), немецкий химик 398
- Байер Георг Вильгельм Отто фон (Bayer Georg Wilhelm Otto von), немецкий химик-технолог 398
- Бакунин Оскар Андреевич (1846—1916), астроном, академик 220
- Балейр 80
- Баранова Евгения Гавриловна, физик 416
- Баркла Чарльз (Barcla Charles Clover, 1877—1944), английский физико-химик 196, 391
- Барлоу Питер (Barlow Peter, 1776—1862), английский физик, математик, инженер 115
- Барнет Самуэль Джексон (Barnett Samuel Jackson), американский физик 291
- Барроу Исаак (Barrow Isaac, 1630—1677), английский математик, филолог и теолог 9
- Бартелс Мартин Федорович (Bartels Иоганн Мартин Христиан, 1769—1836), математик, член-корреспондент АН 222, 232
- Бартоли Адольф (Bartoli Adolfo, 1851—1896), итальянский физик 302, 322, 399, 401, 402
- Бартолин Эврам (Bartholin Rasmus, 1625—1698), датский ответственный редактор 32
- Барышанская Фрида Соломоновна, физик 265
- Бауер Френсис (Bauer Francis, годы жизни не устан.), член королевского общества с 1821 г. 63, 64, 67, 77—79, 81, 83, 94, 101, 106—110
- Баумгарт Карл Карлович (1880—1963), физик 201, 360, 385, 393, 405, 417
- Бейльштейн Федор Федорович (1838—1906), химик, академик 240, 396
- Беккер Рихард (Becker Richard, 1887—1955), немецкий физик 416
- Беккерель Антуан Анри (Becquerel Antoine Henri, 1852—1908), французский физик 106, 193—195, 391
- Беккерель Антуан Сезар (Becquerel Antoine Cesar, 1788—1878), французский физик 115
- Беклин Карл Петрус Теодор (Bohlin Karl Petrus Theodor, 1860—1939), шведский физик и астроном 199
- Беннер Александр Николаевич, инженерный офицер, друг семьи П. Н. Лебедева 276, 277, 281, 282
- Бекунов В. А., фотохимик 258
- Белопольский Арсентарх Апполонович (1854—1934), астроном, академик 29, 220, 245, 292, 379

Бельзинд Леа Давидович, историк техники 393

Бельтов Н. см. Плеханов Георгий Валентинович

Беннет Абрахам (Bennet Abraham, 1750—1799), английский физик 319

Бентли Ричард (Bentley Richard, 1662—1741), английский теолог 29

Берг Лев Семенович (1876—1950), географ и зоолог, академик 385, 417

Берков Павел Наумович, историк литературы, член-корреспондент АН 380, 383, 396, 417

Бернулли Даниил (Bernoulli Daniel, 1700—1782), физик и математик, академик, впоследствии почетный член АН 9, 14, 15, 51, 168—170, 205, 206

Бернулли Иоганн (Bernoulli Johann, 1667—1748), швейцарский физик и математик, почетный член АН 8, 14

Бернулли Николай (Bernoulli Nicolas, 1695—1726), математик, академик 14, 15, 51, 168, 169

Бернулли Якоб (Bernoulli Jacob, 1634—1705), швейцарский физик и математик 8, 14

Берштейн Сергей Натанович, математик, академик 225, 226, 236

Бертолле Клод Луи (Berthollet Claude Louis, 1748—1822), французский химик 66, 165, 166

Берцелиус Йенс Якоб (Berzelius Jean Jacques, 1779—1848), шведский химик и минералог 115, 116, 118, 124

Бессель Фридрих Вильгельм (Bessel Friedrich Wilhelm, 1784—1846), немецкий астроном, почетный член АН 20, 31

Биларский Петр Спиридонович (1815—1867), филолог, академик 52

Бильфингер Георг Бернгард см. Биольфингер Георг Бернгард

Бюв Жан Батист (Biot Jean Baptiste, 1774—1862), французский физик и астроном, 9, 20, 22, 108, 115, 124, 176, 181

Биркеланд Христиан (Birkeland Kristian, 1867—1917), датский физик 390

Блашко Сергей Николаевич (1870—1956), астроном, член-корреспондент АН 24, 359, 361

Блак Джозеф (Black Joseph, 1728—1799), шотландский химик и физик 53, 382

Блондель Андре Эжен (Blondel André Eugène, 1863—1938), французский физик 257

Блондело Рене Проспер (Blondlot René Prosper, 1849—1930), французский физик 194—196, 391

Блэклетт Патрик Мейнард Стюарт (Blackett Patrick Maupard Stuart), английский физик 291

Бобылев Дмитрий Константинович (1842—1917), механик, член-корреспондент АН 236

Богданов Сергей Гаврилович (1898—1967), химик 258

Богданович Ипполит Федорович (1743—1803), поэт 8

Боголюбов Николай Николаевич, математик, академик 228

Богомолов Степан Александрович (1877—1966), математик 26

Богословский Е. Б., физик 325

Бодуэн де Куртене Иван Александрович (Boudouin de Courtenay, 1845—1929), языковед, член-корреспондент АН 237

Бойль Роберт (Boyle Robert, 1627—1691), английский физик и химик 8

Бокунцов Яков Исакович (1903—1945), химик 267

Болховитинов Виктор Николаевич, историк техники 394, 397

Болцман Людвиг (Boltzmann Ludwig, 1844—1906), австрийский физик 34, 217, 260, 269, 302, 303, 402

Болешакина Мария Александровна, физик 395

Боннеман 171

Бор Нильс Геккири Давид (Bohr Nils Henrik David, 1885—1962), датский физик, почетный член АН 175, 213, 247, 343, 387

Борман Иван Иванович (1849—1914), физик 191, 201, 212, 339, 360, 394

Борн Макс (Born Max), немецкий физик, иностранный член АН 272

Бородин Александр Порфирьевич (1833—1887), химик и композитор 239

Боскович Ружер Иосип (Boskovich Roger Joseph (Ruggiero Giuseppe), 1711—1787), итальянский (славянский) математик, астроном, физик, почетный член АН 155

- Ботезат Георг (Bothezat Georges), ученый и инженер 30
- Боткин Василий Петрович (1810—1869), публицист и критик 276
- Боткин Михаил Петрович (1839—1914), живописец и гравёр, академик живописи 276
- Боткин Сергей Петрович (1832—1889), врач, ученый, общественный деятель 276, 397
- Боткин, фирма частновладельцев 274, 275
- Браге Тихо (Brahe Tycho, 1546—1601), датский астроном 9
- Браун Иван Осипович (1778—1819), физиолог, анатом 222
- Брашман Николай Дмитриевич (1796—1866), математик, механик, член-корреспондент АН 234
- Бредихин Федор Александрович (1831—1904), астроном, академик 234
- Бриллюэн Леон Николай (Brillouin Leon Nicolas), французский физик 265
- Броннер Ксавьер Иванович (Bronner Franz Xaver, 1758—1850), физик, механик 222
- Броун 172
- Броchedов 107
- Брумберг Евгений Мяззайлович, физик 264
- Брагг Вильям Генри (Bragg William Henry, 1862—1942), английский физик 195, 197, 198, 229, 392
- Брагг Вильям Лоуренс (Bragg William), английский физик 195, 197, 198, 229
- Брюс Яков Вильмович (1670—1735), государственный деятель, ученый 244
- Брюстер Давид (Brewster Dawid, 1781—1868), шотландский физик и натурфилософ 168
- Буассье (Boissieu), знакомый Ньенсов 75
- Бугаев Николай Васильевич (1837—1903), математик 351
- Бугер Петр (Bouguer Pierre, 1698—1758), французский физик и математик 257, 366
- Булгаков Николай Александрович (1867—1935), физик 201
- Булч Николай Никитич (1824—1895), историк литературы, член-корреспондент АН 222, 395
- Бурлаве Герман (Boerhaave Herman, 1663—1738), голландский химик и врач 44, 381
- Бурмистров Феофист Лаврентьевич, финансы 258, 396
- Буршах Виктор Робертович (1886—1945), финансы 384
- Буткин Константин Владимирович (1896—1949), физик 254, 263, 268
- Бутлеров Александр Михайлович (1828—1886), химик, академик 224, 235, 236
- Буш Николай Адольфович (1869—1941), ботаник, член-корреспондент АН 233
- Быков Георгий Владимирович, химик, историк химии 396
- Бьеркнес Вильгельм (Bjerknes Wilhelm, 1862—1951), норвежский физик и геофизик 288, 323
- Бэкон Френсис (Bacon Francis, 1561—1626), английский философ—материалист 8, 10
- Бэр Карл Максимович (Baer Karl Ernst von, 1792—1876), зоолог, академик 232
- Бюльфингер Георг Берингард (Bültinger Georg Bernhard, 1693—1750), физик и математик, академик, впоследствии почетный член АН 11—14
- Бюхнер Людвиг (Büchner Ludwig, 1824—1899), немецкий естествоиспытатель, философ 372
- Бавилов Сергей Иванович (1891—1951), физик, академик, президент АН 3, 5, 9, 29, 43, 49, 234, 249, 250, 269, 270, 329, 358—377, 379—381, 383, 393, 405—408, 411, 413, 414, 417—419
- Вягнер Егор Егорович (1849—1903), химик 230, 240
- Валенков Николай Николаевич (1898—1941), физик 253
- Вальден Павел Иванович (1863—1957), химик, академик 224, 231, 240
- Вальтер Бернард (Walter Bernhard, 1861—1950), немецкий физик 196, 391
- Ван-дер-Ваальс Иоганнес (Van der Waals Johannes, 1837—1923), голландский физик 227
- Вант-Гофф Яков Генрих (Vant-Hoff Jacobus Henricus, 1852—1911), датский физико-химик 329
- Варгин Владимир Владимирович, химик 253
- Введенский Николай Евгеньевич (1852—1922), физиолог 237

- Вебер Вильгельм Эдуард (Weber Wilhelm Eduard, 1804—1891), немецкий физик 160, 182, 215, 388
- Вейгерт Фриц (Weigert Fritz, 1876—1947), немецкий физикохимик 258
- Вейденбах Виктор Аркадьевич, химик 258
- Вейнберг Борис Петрович (1871—1942), физик 230, 271, 338, 411
- Вейнберг Всеволод Борисович, физик 271
- Вейнгартен Марк Леонидович, физик 261, 262
- Вейраух Иоганн Карл Фридрих (Weirauch Johann Carl Friedrich, 1841—1891), немецкий метеоролог 233
- Вентмаз Константин Александрович (1906—1966), химик 257, 264, 271
- Вергилий Марон Публий (Vergilius Maro Publius, 70—19 до н. э.), римский поэт 371
- Вернадский Владимир Иванович (1863—1945), естествоиспытатель, минералог, кристаллограф, историк науки, академик 5, 235, 359
- Веселовский Константин Степанович (1819—1901), экономист, академик 377
- Вестфаль Вильгельм Генрих (Westphal Wilhelm Heinrich), немецкий физик 306, 314, 402, 403
- Вестфал Р. (Westfall R.) 379
- Видеман Густав (Wiedemann Gustav Heinrich, 1826—1899), немецкий физик 401
- Вильсандр А. И., физик 326
- Вильке Иоганн Карл (Wilcke Johann Carl, 1732—1796), шведский физик 53, 362
- Вилк Вильгельм (Wielk Wilhelm, 1864—1928), немецкий физик 188, 217, 303, 390
- Винд Корнелий Харм (Wind Cornelis Hart, 1867—1911), голландский физик и математик 196, 391
- Винер Отто Генрих (Wiener Otto Heinrich, 1862—1927), немецкий физик 294, 341
- Винклер Иоганн Генрих (Winkler Johann Heinrich, 1703—1770), немецкий физик и изобретатель 56, 382, 383
- Виноградов Иван Матвеевич, математик, академик 236
- Виноградов Павел Гаврилович (1854—1925), историк 235
- Виноградовский Сергей Николаевич (1856—1953), микробиолог 226
- Винчи Леонардо да (Leonardo da Vinci, 1452—1519), итальянский художник, ученый и инженер 23
- Виппер Роберт Юрьевич (1859—1954), историк, академик 235
- Воейков Александр Иванович (1842—1916), метеоролог и географ 236
- Воклен Никола Луи (Vauclain Louis Nicolas, 1763—1829), французский химик 165
- Волгин Вячеслав Петрович (1879—1962), историк, академик 381
- Волластон Уильям Хайд (Wollaston William Hyde, 1766—1828), английский естествоиспытатель 63, 69, 78—80, 107, 115, 116, 150, 151
- Волова Евгения Давидовна, химик 417
- Волосов Давид Самойлович, физик 256
- Волькенштейн Андрей Александрович, физик 257
- Волькенштейн Михаил Владимирович, физико-химик, член-корреспондент АН 262, 265
- Волети Александрo (Volia Alessandro, 1745—1827), итальянский физик и физиолог 144, 148
- Вольтер (Арус) Франсуа Мари (Voltaire François Marie, 1694—1778), французский писатель и философ 12, 45, 377
- Вольф Христиан (Wolff Christian, 1679—1754), немецкий физик и философ, почетный член АН 11, 12, 15, 18, 43, 360
- Вольфкович Семен Исаакович, химик, академик 394, 417
- Вороной Георгий Феодосьевич (1868—1908), математик, член-корреспондент АН 236
- Вуд Роберт Вильям (Wood Robert William, 1868—1955), американский физик 261, 269, 272, 311, 342
- Вукс Максим Филиппович, физик 265
- Вульф Георгий (Юрий) Викторович (1863—1925), кристаллограф, член-корреспондент АН 197, 198, 229, 230, 291, 359, 363, 392, 400
- Вышнеградский Иван Александрович (1831—1895), инженер и ученый, почетный член АН 240, 396
- Гааз Вандер Иоган (De Haas Wander Johannes, 1878—1960), голландский физик 291

- Гадлей Джон (Hadley John, 1682—1744), английский астроном и математик 36
- Гадолин Ансель Вильгельмович (1828—1892), физик, академик 241
- Гае В. Ф. 416
- Гагенерль Фридрих (Hagenöhl Friedrich, 1874—1915), немецкий физик 303, 402
- Галилей Галилео (Galilei Galileo, 1564—1642), итальянский физик, механик и астроном 8, 10, 32, 371, 372, 408
- Галлей Эдмунд (Halley Edmund, 1656—1742), английский астроном и математик 27, 387
- Гальвани Луиджи (Galvani Luigi (Aloisio), 1737—1798), итальянский физиолог 146
- Гамель Иосиф Христианович (Hamel, 1788—1862), химик-технолог, академик 62—64, 75, 80, 383
- Гаррис (впоследствии сэр Вильям Сноу) (Harris William Snow, 1792—1867), английский физик 113, 114, 140
- Гаррис Джон (Harris John, 1667—1719), английский теолог и естествоиспытатель 380
- Гартман Иоганн (Hartmann Johannes, 1865—1936), немецкий астроном 254
- Гассенди Пьер (Gassendi Pierre, 1592—1655), французский философ, астроном 18, 20
- Гассовский Лев Николаевич, физик 270
- Гаусс Карл Фридрих (Gauss Carl Friedrich, 1777—1855), немецкий астроном, почетный член АН 116, 154, 155, 223
- Гваренги (Кваренги) Джаномо (1744—1817), архитектор 354
- Гезекс Николай Александрович (1845—1918), физик 212
- Гейгер Генс (Geiger Hans, 1882—1945), немецкий физик 197
- Гей-Люссак Жозеф Луи (Gay-Lussac Joseph Louis, 1778—1850), французский химик и физик 115, 116, 151, 152, 164—166, 170
- Гейр Роберт (Hare Robert, 1781—1858), американский химик 149, 153, 154
- Гелер Иоганн (Gehler Johann Samuel Traugott, 1751—1795), немецкий физик 168
- Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (Helmholtz Hermann Ludwig Ferdinand, 1821—1894), немецкий физик, математик, физиолог, член-корреспондент АН 23, 26, 113, 119, 120, 130, 148, 159, 171, 173, 187, 191, 209, 224, 285, 321, 329, 342, 357, 385
- Генкин А. Н., физик 326
- Георгиевский Николай Николоевич (ум. ок. 1938 г.), физик 340
- Герлах Вальтер (Gerlach Walter), немецкий физик 305, 306, 320, 402, 403
- Герман Яков (Hermann Jakob, 1678—1733), математик, академик, впоследствии почетный член АН 11, 12, 15
- Гермер Лестер Гильберт (Germer Lester Halbert), американский физик 198, 392
- Гарнетт Вильям (Garnett William, 1850—год смерти не устан.), английский физик 387
- Герц Генрих Рудольф (Hertz Heinrich Rudolph, 1857—1894), немецкий физик 19, 114, 122, 140, 141, 180, 181, 184, 188, 189, 191, 192, 208, 211, 215, 216, 286, 295, 296, 341, 388—390
- Герд К. П. (Goerg C. P.), немецкий конструктор, владелец оптической фирмы 245
- Герц Анния Германовна, библиограф 396
- Герцен Александр Иванович (1812—1870), революционер-демократ, философ, публицист и писатель 372
- Гершель Фридрих Вильям (Herschel William, 1738—1822), английский астроном и оптик, почетный член АН 34, 106
- Гершель Джон Фридрих Вильям (Herschel John Frederick, 1792—1871), английский астроном и оптик, почетный член АН 34, 258
- Гершун Александр Львович (1868—1915), физик 191, 246, 345
- Гершун Андрей Александрович (1903—1952), физик 256, 257
- Герке Владимир Иванович (1837—1919), историк, член-корреспондент АН 235
- Гесс Герман Иванович (1802—1850), химик, академик 213, 283
- Гете Иоганн Вольфганг (Goethe Johann Wolfgang, 1749—1832), немецкий поэт и писатель 414

Гялен Степан Семенович, физик 396—397

Гильберт (Джильберт) Уильям (Gilbert William, 1540—1603), английский физик 10, 150, 290, 400

Глаголев Митрофан Михайлович (1881—1943), физик 199

Глаголева—Арзасьева Александра Андреевна (1884—1945), физик 184, 185, 287, 389, 398

Глазebroк Рихард (Glazebrook Richard Teale, 1854—1935), английский физик и математик 387, 389

Гоббс Томас (Hobbes Thomas, 1588—1679), английский философ 8, 10

Голыгин Борис Борисович (1862—1916), физик, сейсмолог, академик 191, 213, 214, 217, 220, 227, 233, 245, 284—286, 394

Голыцина Мария Константиновна (ум. 1939 г.), жена Б. Б. Голыгина 286

Головин Сергей Селезневич (1866—1931), врач-офтальмолог 228

Гольдгаммер Дмитрий Александрович (1860—1922), физик 201, 213, 216, 244, 245, 272, 289, 304, 305, 339, 394, 399

Гольсен Алиса (Golsen A.), немецкий физик 305, 320, 402

Гольдман Карл Генрих (Holtzmann Karl Heinrich Alexander, 1811—1865), немецкий физик 171

Гомер (Homeros, X—XI вв. до н. э.), легендарный эпический поэт древней Греции 371

Горбов Александр Иванович (1859—1939), химик и историк химии 240

Горлицкий (Горлецкий) Иван Семенович (1690—1770), переводчик АН 13

Горюховский Юрий Николаевич, физико-химик 4, 258, 397, 416, 418, 419

Горшков Георгий Петрович, сейсмолог 394

Горичев Д. Н., металлург 35

Гохман Владимир Соломонович, историк физики 385

Граве Дмитрий Александрович (1863—1939), математик, академик АН Украинской ССР, почетный член АН 228, 236

Гравесанд Якоб Стром ван (Grawesande Jacob Ström van, 1688—1742), голландский физик 13, 14

Греанжон (Granjon), нотариус из Шалона на Соне 84, 103

Гребенщиков Илья Васильевич (1887—1953), химик, академик 252, 253, 417

Грей Стефан (Gray Stephen, конец XVII в.—1736), английский физик 55, 382

Грем см. Грам (Грекем, Грейам)

Грец Лео (Graelz Leo, 1856—1941), немецкий физик 194, 391

Григорович Виктор Иванович (1815—1876), филолог, член-корреспондент АН 228

Григорьян Ашот Тигранович, историк науки 382, 387

Грин Джордж (Green George, 1793—1841), английский математик 116, 177

Гриньяр Виктор (Grignard Victor, 1871—1935), французский химик 224

Гришов Августин Нафанаил (1726—1760), астроном, академик, конференц-секретарь АН 17

Громов, владелец предприятия для производства геодезических приборов 246

Гросс Евгений Федорович, физик, член-корреспондент АН 236, 259, 261, 264, 265

Гротус Теодор Христиан Иоганн Дитрих (Grotius (Grotthuss) Theodorus, 1785—1822), литовский физико-химик 115, 116, 124, 268

Грум-Грижимайло Владимир Ефимович (1864—1928), металлург 240

Грам (Грейам) Томас (Graham Thomas, 1805—1869), английский химик 115, 116

Гугений см. Гюйгенс (Гуговий) Християн

Гук Роберт (Hooke Robert, 1635—1703), английский естествоиспытатель, физик и математик 8

Гуло Дмитрий Данилович, историк физики 395, 406

Гумбольдт Александр Фридрих Вильгельм (Humboldt Alexander Friedrich Wilhelm, 1769—1859), немецкий естествоиспытатель и путешественник, почетный член АН 111, 115

Гуревич Михаил Моисеевич, физик 257, 267

Гюйгенс (Гуговий) Христиан (Huygens Christian, 1629—1695), гол-

- ландский физик и математик 8, 18, 32, 148, 168, 170, 206, 297
- Дажерр Луи Жак Максе (Daquerre Louis Jacques Mande, 1787—1851), французский художник и изобретатель фотографии 6, 63—65, 76—98, 100—109, 168, 383, 384, 386, 412, 417
- Д'Аламбер Жан Лерон (d'Alambert Jean Le Rond, 1717—1783), французский математик и философ-просветитель 9, 26, 43, 116, 168, 381
- Даль Владимир Иванович (псевд. Калек Луганский), (1801—1872), лексикограф, писатель, член-корреспондент и почетный член АН 232
- Даль-Негро Сальваторе (Dai Negro Salvatore, 1768—1839), физик 151, 152
- Дальтон (Долтон) Джон (Dalton John, 1766—1844), английский физик и химик 116, 117
- Даниэль Джон Фредерик (Daniell John Frederick, 1790—1845), английский физик, химик, изобретатель 115
- Дебай Петер Йозеф Вильгельм (Debye Peter Joseph Wilhelm), голландский физик 126, 127, 304, 402
- Дависон Клинтон Иосиф (Davison Clinton Joseph, 1881—1958), американский физик 198, 392
- Дезорм Шарль Бернар (Désormes Charles Bernard, 1777—1862), французский химик и инженер 165
- Декарт Рене (Картезий) (Descartes Rene (Cartesius), 1596—1650), французский философ, физик, математик, физиолог 8, 9, 12, 18, 32
- Деларива см. Рив де ля
- Демкина Лидия Ивановна, химик 253, 270
- Демчинский Николай Александрович (ум. 1915 г.), инженер, метеоролог 202
- Державин Гавриил Романович (1743—1816), поэт, член Российской Академии 7
- Дерш Е. (Dersch E.) 384
- Дерягин Борис Владимирович, физико-химик, член-корреспондент АН 337
- Дефо Даниэль (Defoe Daniel, ок. 1660—1731), английский писатель 8
- Джонс Джеймс (Jeans James Horwood, 1877—1946), английский математик, физик и астрофизик 175, 323
- Джонс (Jones), д-р 73
- Джонс Гарри (Jones Harry Clary, 1865—1916), американский физик 126, 127
- Джоуль Джеймс Прескотт (Joule James Prescott, 1818—1889), английский физик 113, 134, 148, 157, 161, 162, 166, 171, 173, 180, 181, 186, 231
- Джонин Александр Павлович (1851—1918), химик 239
- Дидро Дени (Diderot Denis, 1713—1784), французский философ 43, 381
- Диельс Герман (Diels Hermann, 1848—1922), немецкий филолог и историк античного мира 372
- Диппель Иоанн Конрад (Dippel Johann Konrad, 1673—1734), врач и алхимик 69, 94, 102
- Дирхле Петер Густав Лежен (Dirichlet Peter Gustav Lejeune, 1805—1859), немецкий математик 226
- Доберейнер Иоганн Вольфганг (Dobereiner Johann Wolfgang, 1780—1849), немецкий химик 115
- Добинин Александр Антонович (1876—1932), физик 201, 256, 340
- Доброправов Николай Иванович (1891—1949), физик 199, 392
- Докучаев Василий Васильевич (1846—1903), геолог, почвовед 237
- Долгоруков Владимир Андреевич (1810—1891), Московский генерал-губернатор 280
- Доллонд Джон (Dollond John, 1706—1761), английский оптик 34
- Домб Кирилл (Domb Cyril), английский физик 387
- Доплер Кристиан (Doppler Christian Johan, 1803—1853), австрийский физик и астроном 215, 233, 245
- Дорфман Яков Григорьевич, физик и историк физики 385
- Достоевский Федор Михайлович (1821—1881), писатель 8
- Друде Пауль Карл Людвиг (Drude Paul Karl Ludwig, 1863—1906), немецкий физик 185, 252, 272, 304, 341, 389, 402, 416
- Дубов В. П., физик 415
- Дуков Виктор Михайлович, физик, историк физики 412
- Думилов В. И. 254

Дэви Гемфри (Davy Humphry, 1778—1829), английский химик и физик 111, 115, 114, 116, 117, 124, 151, 166, 170, 205, 239
Дэви Джон (Davy John, 1790—1868), английский физиолог и анатом 111
Дэвидсон (Davidson) автор английской работы о загерботине 62
Дюлонг (Дюлон) Пьер Луи (Dulong Pierre Louis, 1785—1838), французский физик и химик 115
Дюма Жан Батист Андре (Dumas Jean Baptiste, 1800—1884), французский химик 89, 168
Дюрр Г. (Durr H.) 384

Евклид см. Эвклид
Еврипид (ок. 480—406 до н. э.), древнегреческий драматург 371
Егер, подготовительные курсы в Москве 279
Егоров Дмитрий Федорович (1869—1931), математик 234, 351, 359
Егоров Николай Григорьевич (1849—1919), физик 212, 340
Екимов А. П., физик 410, 415
Елизавета Петровна (1709—1761), русская императрица 15, 20, 41, 54
Елисеев Алексей Александрович, историк физики 382, 393, 398, 416—418
Елдяшенич Михаил Александрович, физик, академик АН Белорусской ССР 262
Ермилов Николай Егорович (ум. в нач. 30-х в. XX в.), ученый специалист по фототехнике 97

Жебелев Сергей Александрович (1867—1941), историк и филолог-классик, академик 237
Жидкова Зинаида Васильевна, физик 413
Жомар Эдмонд Франсуа (Jomard Edmond François, 1777—1862), французский инженер и географ, секретарь о-ва поощрения национальной промышленности 68
Жук К. Н., физик 214
Жуковский Николай Егорович (1847—1921), гидро и аэромеханик, член-корреспондент АН 23, 211, 234, 285, 293, 308, 350, 359, 395, 412
Жуффруа (Jouffroy Comte de), один из пионеров парового судоходства во Франции 73

Завадский Н. Б., руководитель ремесленного училища 246
Загоскин Николай Павлович (1851—1912), историк права 222, 395
Зайдель Александр Натанович, физик 262
Зайончевский В. И., физик 214
Зайцев Александр Михайлович (1841—1910), химик, член-корреспондент АН 224
Здановский Игнатий Адольфович, климатолог 394
Зеебек Томас Иоганн (Seebeck Thomas Johann, 1770—1831), немецкий физик 111, 115—116
Зеemann Питер (Zeeman Pieter, 1865—1943), датский физик 187, 340
Зелинский Николай Дмитриевич (1861—1953), химик, академик 234, 241, 359, 396
Зелинский Фаддей Францевич (1859—1944), филолог-классик, член-корреспондент и почетный член АН 237
Зеллмейер В. (Zellmeyer W.), немецкий физик 260
Зенина Любовь Васильевна, востоковед 396
Зернов 417
Зернов Владимир Дмитриевич (1870—1936), физик 290, 323, 403
Змалю Петр Алексеевич (1850—1921), физик 210, 213, 215, 230, 284, 289, 394
Зинин Николай Николаевич (1812—1880), химик, академик 223, 224, 239
Златовратский Н. Н. (1845—1911), физик 202
Золотарев Егор Иванович (1847—1878), математик, академик 236
Золь Эмиль (Zola Emile, 1840—1902), французский писатель 172
Зоммерфельд Ариольд (Sommerfeld Arnold, 1868—1951), немецкий физик, член-корреспондент и почетный член АН 247, 248, 343
Зубов Василий Павлович (1899—1963), историк науки 382, 393
Зюков П. И. 394

Иванов Александр Александрович (1867—1939), астроном, член-корреспондент АН 29, 379
Иванов Николай Иванович, историк физики 419
Игнатьевский Владимир Сергеевич (1875—1942), физик, член-корреспондент АН 396

Ильинский Иван Иванович (ум. 1737 г.), переводчик АН, писатель 13
 Иноземцев Федор Иванович (1802—1869), хирург 232, 395
 Иордан Паскаль (Jordan Pasqual), немецкий физик 387
 Иоффе Абрам Федорович (1880—1960), физик, академик 135, 199, 240, 245, 266, 338, 348, 359, 385, 392, 397
 Иоффе Анна Васильевна, физик 266
 Ипатьев Владимир Николаевич (1867—1952), драмат. академик 241
 Исаев Леонид Дмитриевич (1884—1942), физик 343

Каган Бенямин Федорович (1869—1959), математик 223, 395
 Калитин Николай Николаевич (1884—1949), геофизик 271
 Каменский В. И., председатель общества прикладников г. Москвы 280
 Кан-Коган Александр Иосифович (ум. 1942 г.), физико-химик 258
 Каноников Иннокентий Иванович (1854—1902), химик 230
 Канюар де ла Тур Шарль (Cagniard de la Tour, 1776—1859), французский физик 115, 166
 Капустинская Ксения Анатольевна 391
 Капцов Николай Александрович (ум. 1966 г.), физик 290, 302, 322, 390, 398, 400, 401, 403, 418
 Карбье (Cargillet), знакомый Н. Ньепса 70
 Каргин Дмитрий Иванович (1880—1949), инженер, историк техники 416
 Карл I (Стюарт) (1625—1649), английский король 7
 Карл II (Стюарт) (1630—1685), английский король 7
 Карл X (1757—1836), французский король 99
 Карпо Лазар Никола (Carnot Lazare Nicolas Marie, 1753—1823), французский математик и инженер 63, 66, 67, 100, 166
 Карно Садри Никола (Carnot Nicolas Léonard Sadi, 1796—1832), французский физик 54, 67, 166, 170, 171, 384
 Карповицкий Александр Николаевич (1867—1906), минералог и кристаллограф 191
 Карпинский Александр Петрович

(1846—1936), зоолог, академик, президент АН 238
 Карский Ефимий Федорович (1860—1931), языковед и филолог, академик 230
 Картезий см. Декарт
 Касси Лев Аристович (1865—1914), министр Народного просвещения 291, 331, 362, 396
 Кастерин Николай Петрович (1869—1948), физик 201, 202, 245, 301, 302, 312, 338
 Кастильон Джон (Castillonens John, XVIII в.), редактор работ Ньютона 29
 Катушев Яков Матвеевич, физико-химик 272
 Кавтер Григорий Семойлович, физик 260
 Кениг Рудольф (König Rudolf, 1832—1901), немецкий физик 362
 Кернел Юлий Фрица (Kernel Julius Thomas, 1854—1939), немецкий зоолог 233
 Кеплер Иоганн (Kepler Johann, 1571—1630), немецкий астроном 9, 297, 319
 Кикучи Ацутада (Kikuchi Aisutada, 1845—1924), японский физик 199
 Кинг Артур (King Arthur Scott, 1876 — год смерти не устан.), американский физик 260
 Киприанов Андрей Иванович, химик, академик АН Украинской ССР 257
 Киреев Георгий Иванович (ум. 1942 г.), инженер-конструктор 397
 Крицлов Елиодифор Анемподистович (1883—1964), физик 245, 258, 267
 Кирхгоф Густав Роберт (Kirchhoff Gustav Robert, 1824—1887), немецкий физик, член-корреспондент АН 19, 54, 140, 209, 323
 Клад Татьяна Николаевна, историк науки
 Клапейрон Бенуа Пьер Эмиль (Clapeyron Benoit Pierre Emile, 1799—1864), французский физик и инженер, член-корреспондент АН 166, 239
 Клаузиус Рудольф (Clausius Rudolph Emanuel, 1822—1888), немецкий физик, член-корреспондент АН 54, 133, 239, 284, 398
 Клеман (Дезорм) Никола (Clément Desormes) Nicolas, 1779—1842), французский физик и химик 165
 Клеро Алексанс Клод (Clairaut Alexis

- Claude, 1713—1765), французский математик, почетный член АН 17, 24
- Ключевский Василий Осипович (1841—1911), историк, академик 235
- Книппинг Пауль (Knipping Paul, 1883—1935), немецкий физик 195, 196, 391
- Князев Георгий Алексеевич, архивист, историк науки 383
- Ковалевский Александр Онуфриевич (1840—1901), зоолог, академик 228, 229
- Ковалевский Владимир Онуфриевич (1843—1883), палеонтолог 229
- Козинский Григорий Васильевич (1724—1775), писатель, переводчик, адъюнкт, впоследствии почетный член АН
- Козлов Владимир Вениаминович, историк химия 393, 394
- Колли Андрей Робертович (1874—1918), физик 185, 201, 202, 203, 204, 230, 324, 325, 359, 389, 393, 404
- Колли Роберт Андреевич (1845—1891), физик 210, 213, 215, 394
- Колмогоров Андрей Николаевич, математик, академик 234
- Кольбе, электротехническая фирма 275
- Кольдинг Людвиг Август (Colding Ludwig August, 1815—1888), датский метеоролог и математик 171
- Кольрауш Рудольф Герман (Kohlrausch Rudolf, 1809—1858), немецкий физик 182, 215, 388
- Кольрауш Фридрих (Kohlrausch Friedrich Wilhelm Georg, 1840—1910), немецкий физик, член-корреспондент АН 285, 287
- Комарова Т. А., историк химия 396
- Комптон Артур Холли (Compton Arthur Holly, 1892—1962), американский физик 198, 247, 306, 392
- Комптон Спенсер (Compton Spencer Joshua Alwyne second barquis of Northampton, 1790—1851), английский ученый и общественный деятель, президент Королевского общества 107
- Кондратьев Виктор Николаевич, физико-химик, академик 268
- Коновалов Дмитрий Петрович (1856—1929), химик, академик 236
- Конюков Аркадий Федорович, историк физики 396, 404, 406
- Конт Огюст (Comte Auguste, 1798—1857), французский философ и социолог 207
- Ковредаев Илья Яковлевич, историк физики 386
- Коперник Николай (Copernicus Nicolaus, 1473—1543), польский астроном 9, 10
- Корбут Михаил Ксавьевич, историк права, историк науки 395
- Коркин Александр Николаевич (1837—1908), математик 236
- Корнель Пьер (Corneille Pierre, 1606—1684), французский драматург 8
- Коробов Герман Михайлович (1910—1958), историк науки 381
- Корф Иоганн Альбрехт (1697—1766), президент АН 50
- Корш Федор Евгеньевич (1843—1915), филолог, академик 235
- Коряков Петр Николаевич, архивист 414
- Корытин Борис Митрофанович, физик 254
- Косаченская Евдокия Марковна, экономист 396
- Кост (Coste), помещик, знаковый 1 Цесаря 74, 84, 99
- Котельников Семен Кириллович (1723—1806), математик, академик, почетный член АН, член Российской Академии 51, 52, 382
- Котс Роджер (Cotes Roger, 1682—1716), английский физик 8, 22, 29
- Кочетов Николай Разуминович (1864—1925), композитор 276
- Котш Огюстес Луи (Cauchy Augustin Louis, 1789—1857), французский математик, почетный член АН 116, 164, 225
- Кравец Торичан Павлович (1876—1935), физик, член-корреспондент АН 3—6, 245, 257, 292, 381—383, 385, 386, 393, 396—398, 401, 404, 405, 409—413, 415—419
- Кравков Сергей Васильевич (1893—1951), психолог, физиолог и биолог, член-корреспондент АН 270
- Красна Леонид Борисович (1870—1926), государственный и партийный деятель 335
- Кратценштейн Христиан Готтлиб (Kratzenstein Christian Gottlieb, 1723—1795), физик, академик, впоследствии почетный член АН 57, 58, 383

Краусс, иностранная оптическая фирма, имевшая отделение в России 245

Крафт Георг Вольфганг (Kraft Georg Wolfgang, 1701—1754), физик, академик, впоследствии почетный член АН 50, 51

Крисс Борис Эммануилович (ум. 1942 г.), физик 416

Кромвель Оливер (Cromwell Oliver, 1599—1658), деятель английской буржуазной революции XVII в. 7

Крукс Уильям (Crookes William, 1832—1919), английский химик и физик 141, 197, 298, 299, 313, 314, 403

Крутков Юрий Александрович (1890—1952), физик, член-корреспондент АН 384

Крылов Алексей Николаевич (1863—1945), математик, механик и кораблестроитель, академик 3, 5, 12, 24—29, 36, 213, 241, 242, 336, 350—357, 359, 369, 370, 379, 380, 394, 407, 414

Крылов Николай Митрофанович (1879—1955), математик, академик 228, 352

Кубецкий Леонид Александрович, физик 267

Кублицкий Анатолий Михайлович (ум. в 40 г. XX в.), физик 253

Кудрявцев Борис Борисович, историк физики 413

Кузнецов Борис Григорьевич, историк науки 380, 387

Кузнецов Владимир Дмитриевич (1887—1963), физик, член-корреспондент АН 230, 231, 395

Кузнецов Еяграф Сергеевич, физик 271

Кузнецов Николай Иванович (1864—1932), ботаник, член-корреспондент АН 233

Кулибин Иван Петрович (1735—1818), механик, конструктор и изобретатель 168

Кулон Шарль Огюстен (Coulomb Charles Augustin, 1736—1806), французский физик 37, 56, 112, 124, 132, 133, 165, 176, 178, 181

Кулябко Елена Сергеевна, историк науки 382

Кундт Август (Kundt August, 1839—1894), немецкий физик 191, 209, 282, 286, 294, 295, 309, 314, 321, 328, 330, 342, 398

Курфюр Адольф Яковлевич (Kurfür Adolph Theodor, 1799—1865), физик, академик 210

Курбатов Георгий Львович, историк 396

Курбатов Леонид Николаевич, физик 268

Курнаков Николай Семенович (1860—1941), химик, академик 240

Куртц Леа Юльевич, химик 252

Кэджори Флоренс (Cajori Floran, 1859—1930), американский историк математики 14, 24

Лаврентьев Михаил Алексеевич, математик, механик, академик 387

Лавуазье Антуан Лоран (Lavoisier Antoine Laurent, 1743—1794), французский химик 45

Лавров Александр Евгеньевич (1852—ум. после 1922 г.), петрограф, член-корреспондент АН 233

Лагранж Жозеф Луи (Lagrange Joseph Louis, 1736—1813), французский математик и механик, почетный член АН 9, 28, 116, 164

Лаварев Дмитрий Николаевич, физик 257

Лаварев Петр Петрович (1878—1942), физик, академик 3, 29, 147, 245, 265, 267, 270, 290—292, 320, 326, 328—338, 351, 352, 360, 363, 365, 368, 379, 394, 397, 401, 404, 405, 407, 411, 413, 415

Лаварева Ольга Александровна, жена П. П. Лаварева 333

Лайбниц Джон (Lining John, 1708—1760), американский физик и физиолог 60

Ламберт Иоганн Генрих (Lambert Johann Heinrich, 1728—1777), немецкий математик, физик и астроном 28

Ламе Габриель (Гавриил) (Lamé Gabriel, 1795—1870), французский механик и инженер, член-корреспондент АН 239

Лампа Антон (Lampa Anton, 1868—1938), австрийский физик 184, 389, 398

Ландсберг Григорий Самуилович (1890—1957), физик, академик 191, 234, 249, 263—265, 272, 397

Лавлап Пьер Симон (Laplace Pierre Simon, 1749—1827), французский астроном, математик, физик, почетный член АН 37, 116, 154, 164, 165, 176, 177, 335, 353

- Ларионов Ярослав Иванович (ум. 1941 г.), физик 262
- Лармор Джозеф (Larmor Joseph, 1857—1942), английский физик и математик 175
- Ластейри Шарль (Lasteyrie du Saillant Charles, comte de, 1759—1849), французский публицист, агроном и королевский автограф 65, 68
- Латур (Latour), католической священник 63
- Латышев Василий Васильевич (1855—1921), филолог и историк, академик 220
- Лауэ Макс Теодор Феликс (Laue Max Theodor Felix, 1879—1960), немецкий физик, почетный член АН 195, 196, 198, 391
- Лавтия Леонид Кузьмич (1863—1927), математик 232, 351
- Лашкарев Вадим Евгеньевич, физик, академик АН Украинской ССР 392
- Лобб Джек (Loeb Jacques, 1859—1924), немецкий биолог, работал в Америке 337
- Лебедев Александр Алексеевич, физик, академик 252, 253, 261
- Лебедев Василий Иванович (1716—1771), переводчик АН 383
- Лебедев Николай Всеволодович (ум. 1887 г.), отец П. Н. Лебедева 274, 275
- Лебедев Петр Николаевич (1866—1912), физик 3, 6, 15, 21, 46, 163, 184—186, 191, 194, 195, 200—204, 211, 213, 215, 216, 224, 233, 234, 244, 274—328, 330—333, 337, 339—341, 352, 359—363, 365, 389, 391, 393—405, 407, 409, 411—416, 418
- Лебедев Сергей Васильевич (1874—1934), химик, академик 237
- Лебедева Анна Петровна, мать П. Н. Лебедева 274
- Лебедева Елизавета Всеволодовна, жена П. Н. Лебедева 274
- Лебединский Владимир Константинович (1868—1937), физик 201
- Лебон Густав (Le Bon Gustave, 1841—1931), французский медик и физик 194, 391
- Левьер Урбен Жан Жозеф (Le Verrier Urbain Jean Joseph, 1811—1877), французский астроном, член-корреспондент АН 27, 176
- Левинсон-Лессинг Фриц Юльевич (1861—1939), теолог, академик 233
- Левитская Мария Афанасьевна (1883—1963), физик 184, 185, 287, 389, 398
- Левитский Григорий Васильевич (1852—1918), астроном 233, 396
- Левшин Вадим Леонидович, физик 270, 367, 397
- Лейбензон Леонид Самуилович (1879—1951), механик, академик 412
- Лейберг Павел Борисович (1874—1938), физик 287, 323, 398, 403
- Лейбниц Готфрид Вильгельм (Leibnitz Gottfried Wilhelm, 1646—1716), немецкий философ, математик и естествоиспытатель 8, 10—12, 14, 15, 43, 148, 168, 170, 206
- Лейст Эрнест Егорович (1852—1918), геофизик 335
- Леман Отто (Lehmann Otto, 1855—1922), немецкий физик 142, 385
- Лемберг Иоганн (Lemberg Johann, 1842—1902), немецкий химик, минералог 233
- Леметр Франсуа (Lemaître François, 1797—1870), французский художник и гравёр 62, 64, 75—77, 79—81, 83—86, 96, 100, 105
- Левард Филипп (Lepard Philipp, 1862—1947), немецкий физик 192, 390, 392, 393
- Ленин Владимир Ильич (1870—1924), величайший пролетарский революционер и мыслитель, организатор Коммунистической партии, основатель Советского социалистического государства 366, 372
- Ленц Роберт Эмилевич (1833—1903), физик, член-корреспондент АН 212
- Ленц Эмилей Христианович (Lenz Heinrich Friedrich Emil, 1804—1865), физик, академик 6, 61, 148, 157—163, 173, 206, 210, 212, 213, 231, 235, 236, 283, 385, 386, 393, 413, 417
- Леонтович Михаил Александрович, физик, академик 265
- Лесли (сэр Джон) (Leslie John, 1766—1832), английский физик и математик 115
- Ливий Тит (Livius Titus, 59 до н. э.—17 н. э.), римский историк 56
- Линник Владимир Павлович, физик, академик 199, 254, 255, 392

- Львовский Юрий Владимирович, математик, академик 236
- Лист Густав, владелец механического завода в Москве 281, 282
- Литтров Иозеф Иоганн (Littrow Joseph Johann, 1781—1840), австрийский астроном, член-корреспондент АН 222
- Ливуилье Жозеф (Léouville Joseph, 1809—1882), французский математик 164, 225
- Ллойд Гемфри (Lloyd Humphrey, 1800—1881), английский физик 199, 392
- Лобачевский Николай Иванович (1792—1856), математик 21, 223, 232, 395
- Лодж Оливер Джозеф (Lodge Oliver Joseph, 1851—1940), английский физик 175, 184, 387, 389
- Локк Джон (Locke John, 1632—1704), английский философ 8, 10
- Ломоносов Михаил Васильевич (1711—1765), ученый энциклопедист, академик 5, 11, 14, 16—20, 41—49, 51—61, 148, 163, 170, 205, 206, 221, 224, 244, 319, 370, 371, 372, 380, 381, 383, 408, 412, 414, 417
- Лоренц Гендрих Антон (Lorentz Hendrik Anton, 1853—1928), голландский физик 130, 153, 179, 186—189, 191, 208, 215, 341, 351, 388, 390, 410, 411, 414, 416
- Лорис Станислав (Loria Stanislaw, 1883—1958), польский физик 342
- Луганский Владимир Федорович (1834—1911), химик 214
- Лузин Николай Николаевич (1883—1950), математик, академик 26, 234, 328, 359, 361
- Лукерский Петр Иванович (1894—1954), физик, академик 266
- Лукомская Анна Моисеевна, библиограф 397, 413
- Лукреций Кар Тит (Lucretius Carus Titus, 99—55 до н. э.), римский поэт и философ 43, 371, 372, 408
- Лукьянов Сергей Михайлович (1855—1935), патологоанатом 202
- Лысенко Валентин Иванович, история науки 378
- Лэм Гораций (Lamb Horace, 1849—1934), английский математик 175, 387
- Любарский А., писатель 395
- Любимов Николай Алексеевич (1830—1897), физик 22
- Любимская Александра Дмитриевна, история 377
- Людовик XVIII (Louis XVIII, 1755—1824), французский король 99
- Ляликов Константин Сергеевич, физико-химик 258, 268
- Лапунов Александр Михайлович (1857—1918), математик, академик 21, 225, 226, 236
- Магницкий Леонтий Филиппович (1669—1737), преподаватель математики в Московской патристической школе и Морской академии 10
- Майер Юлиус Роберт (Mayer Julius Robert, 1814—1878), немецкий физик и врач 113, 148, 166, 170, 171, 173
- Майзель Сергей Осипович (1881—1955), физик 256
- Майкельсон Альберт Абрахам (Michelson Albert Abraham, 1852—1931), американский физик 188, 254, 364
- Маклорен Колин (Maclaurin Colin, 1698—1746), шотландский математик 8
- Максвелл Джеймс Клерк (Maxwell James Clark, 1831—1879), английский физик, член-корреспондент АН 114, 119, 130—133, 135, 152, 154, 163, 175—186, 188, 189, 207—209, 212, 214—216, 288, 295, 296, 298, 301, 302, 304, 310, 313, 314, 339, 341, 385, 387—389, 399, 402, 410, 411
- Максимов Александр Александрович, философ, член-корреспондент АН 408, 417
- Максупот Дмитрий Дмитриевич (1896—1964), оптик, член-корреспондент АН 254, 255, 256
- Малинин Александр Федорович (1834—1888), педагог, директор Московского учительского института 276
- Малькевич Бела Алексеевна, архивист 414
- Мандельштам Леонид Исаакович (1879—1944), физик, академик 191, 234, 245, 249, 264, 265, 338, 353, 380
- Мандельштам Сергей Леонидович, физик 263, 272
- Мандло (Mandelot), бургундский дворянин, любитель искусства 75, 76

- Макуйлов Александр Апполонович (1861—1929), экономист 291, 332
- Марашев Николай Николаевич (1847—1911), математик, физик 12, 21, 378
- Марков Андрей Андреевич (1856—1922), математик, академик 225, 236
- Марковичев Владимир Васильевич (1838—1904), химик 234
- Маркони Гульельмо (Marconi Guglielmo, 1874—1937), итальянский радиотехник и предприниматель 175
- Маркс Карл (Marx Karl, 1818—1883), основоположник научного коммунизма 372
- Маркс Эрих (Marx Erich, 1874—1956), немецкий физик 196, 391
- Мартенс Фридрих Франц (Martens Friedrich Franz, 1873—1939), немецкий физик, конструктор оптических приборов 362
- Мартинсон Эдуард Эдуардович, биолог, историк науки 395
- Мейклар Павел Владимирович, физик 4, 418
- Менделеев Дмитрий Иванович (1834—1907), химик, член-корреспондент АН 198, 211, 213, 214, 224, 227, 236, 239, 417
- Мензбир Михаил Александрович (1855—1935), зоолог, академик 219, 234, 291, 332, 359
- Меншуткин Борис Николаевич (1874—1938), химик и историк химии 370, 371, 380, 383, 408, 412
- Меррит Эрнест Джордж (Meritt Ernest George, 1865—1948), американский физик 312
- Де-Метт Георгий Георгиевич (1861—1947), физик 284, 338
- Мечников Илья Ильич (1845—1916), биолог, член-корреспондент и почетный член АН 228
- Ми Густав (Mie Gustav, 1868—1957), немецкий физик 263, 390
- Миллер Гергард Фридрих (1705—1783), историк, академик 383
- Милликен Роберт Эндрю (Millikan Robert Andrews, 1868—1953), американский физик 198, 266
- Митяков Петр Андреевич (1865—1931), актом 291, 332
- Митхевич Владимир Федорович (1872—1951), электротехник, академик 201, 240, 338, 408
- Михайловский, преподаватель Технического училища 280
- Михельсон Владимир Александрович (1860—1927), физик, метеоролог 201—203, 208, 210, 213, 215, 217, 271, 272, 304, 394, 397
- Мишель (Michel) 107
- Млодзевский Анатолий Болеславович (1883—1959), физик 324, 382, 403
- Млодзевский Болеслав Корнелиевич (1858—1923), математик 328, 351, 359
- Модзалевский Лев Борисович (1902—1948), историк литературы, архивист 223, 380, 383, 395, 408
- Мозенгейль Курт (Mosengeil Kurt), немецкий физик 188, 303, 390, 402
- Моэли Генри (Moseley Henry, 1887—1915), английский физик 198, 213, 392
- Моисе Борис Николаевич (1877—год смерти не устан.), зав. секретариатом АН 353
- Молодой Трофим Константинович (1889—1929), физик 267
- Молчанова Ольга Степановна, химик 252
- Мольер (Поклен) Жан Батист (Moliere Roquelin Jean Baptiste, 1622—1673), французский драматург 8, 20
- Монгольфье Жозеф Мишель (Montgolfier Joseph Michel, 1740—1810), французский изобретатель 165, 168, 174
- Монж Гаспар (Monge Gaspard, 1746—1828), французский математик 412, 416
- Мор Томас (More Thomas, 1478—1535), английский мыслитель, гуманист, утопический социалист 7, 10
- Мордухай-Болтовской Дмитрий Дмитриевич (1876—1952), математик 26, 29, 230, 379
- Морозов Александр Антонович, литературовед, писатель 380
- Мосли см. Моэли Генри
- Моссоти Оттавио Фабрицио (Mosotti Ottaviano Fabrizio, 1791—1863), итальянский физик 115, 133, 284, 398
- Мотта Эндрю (Motte Andrew, ум. 1730 г.), английский математик 24
- Муэссан Аври (Moissan Henri, 1852—1907), французский химик, член-корреспондент АН 309

- Мун Перри (Moon Perry Hiram), американский физик 257
- Мурзин Александр Михайлович, историк физики 382
- Мэй Ш. П. (May Ch. P.) 387
- Мышкин Николай Павлович (годы жизни не устан.), физик 202, 292, 401
- Мюллер, соавтор Гейгера по изобретению счетчика Мюллера-Гейгера 197
- Мюллер Иоганнес Петер (Müller Johannes Peter, 1801—1858), немецкий естествоиспытатель 357
- Навашин Сергей Гаврилович (1857—1930), ботаник, академик 228, 233, 240
- Навье Луи Мари Генрих (Navier Louis Henri, 1785—1836), французский инженер и ученый 165
- Надеждин Александр Иванович (1858—1886), физик 214, 227
- Наполеон I (1769—1821), французский император 67
- Невеңгловский Болеслав (Niewenglowski Boleslaw (Boleslaw) Alexandre, 1846—год смерти не устан.), французский математик 193, 194
- Нейман Франц Эрнест (Neumann Franz Ernst, 1798—1895), немецкий физик 158, 159
- Неклезев Н. П. (годы жизни не устан.), физик, ученик П. Н. Лебедева 202, 290, 302, 323, 401, 403
- Некрасов Павел Алексеевич, математик 351
- Немчинов Василий Сергеевич (1894—1964), экономист, академик 417
- Непорент Бертольд Самуилович, физик 409, 419
- Неприст Вальтер Герман (Nepriß Walter Hermann, 1864—1941), немецкий физик и физико-химик 147
- Неудмин Гелий Григорьевич, физик 268
- Нивен (Niven W. D.) 387
- Никита «Пустосвят» (Никита Константинович Добрынин, ум. 1682), Суздальский протопоп, один из деятелей раскола 10
- Никифоров Евгений Александрович (ум. 1941 г.), физико-химик 267
- Никифоров Павел Михайлович (1884—1944), геофизик, сейсмолог 394, 410
- Николаев А. И. 393
- Николай I (1796—1855), русский император 221, 237, 329
- Никольс Эрнест Фокс (Nichols Ernest Fox, 1869—1924), американский физик 310—313, 315—320, 398, 403
- Нидол Евгений, писатель 397
- Нобили Леопольдо (Nobili Leopoldo, 1787—1835), итальянский физик 115, 151, 152
- Новлянская Мария Григорьевна, историк науки 386, 413, 417
- Нордман Шарль (Nordmann Charles, 1881—1940), французский астроном 400
- Нортгемптон см. Комптон Спенсер
- Ньепс Бернар (Niépce Bernard, 1773—1807), младший брат Н. Ньепса 64, 65
- Ньепс Жозеф Нисефор (Niépce Joseph Nicéphore, 1765—1833), французский физик, изобретатель фотографии 6, 63—110, 166, 168, 170, 172, 383, 386, 387, 412, 417
- Ньепс Исидор (Niépce Isidore, нач. XIX в.), сын Н. Ньепса 62—64, 66—68, 70, 73, 77, 84, 93, 96, 97, 101—109, 383
- Ньепс Клод (Niépce Claude, 1763—ум. нач. XIX в.), старший брат Н. Ньепса 63—66, 68—74, 77—82, 84, 99, 109, 166, 168, 170—172, 387
- Ньепс Барро Анна (Niépce Anna—Claude, урожд. Barrault (Barrault), конец XVIII—нач. XIX в.), мать Н. Ньепса 65
- Ньепс де Сеннесей (Niépce de Sennecey), полковник 75
- Ньютон Исаак (Newton Isaac, 1643—1727), английский физик и математик 7—40, 54, 79, 80, 83, 148, 165, 170, 175, 183, 206, 224, 230, 289, 297, 319, 321, 351, 353, 356, 358, 369, 370, 372, 377—380, 399, 407, 408, 411
- Обреннов Иван Васильевич, физик, академик 252, 263
- Овидий Назон Публий (Ovidius Naso Publius, 43 до н. э.—18 н. э.), римский поэт 321
- Ольденбург Сергей Федорович (1863—1934), востоковед, академик 352, 353
- Ом Георг Симон (Ohm Georg Simon, 1789—1854), немецкий физик, член-корреспондент АН 112, 115.

- 116, 123, 134, 150, 157, 161, 162, 180, 181
- Орлов Александр Сергеевич (1871—1947), историк литературы, академик 353
- Осиновский А. Н., историк науки 406
- Осиповский Тимофей Федорович (1765—1832), математик 223
- Оствальд Вильгельм Фридрих (Ostwald Wilhelm Friedrich, 1853—1932), немецкий физико-химик 117, 126, 156, 231, 240, 248, 320, 337
- Остерман Андрей Иванович (1686—1747), государственный деятель 49
- Остроградский Михаил Васильевич (1801—1861), математик, академик 21, 225
- Павлов Алексей Петрович (1854—1929), геолог, академик 235, 359
- Павлов Иван Петрович (1849—1936), физиолог, академик 233, 239, 351
- Павлов Михаил Александрович (1863—1958), металлург, академик 239, 240
- Павлова Мария Васильевна (1854—1938), палеонтолог, почетный член АН, академик АН Украинской ССР 235, 359
- Павловский физик 227
- Павловский Андрей Федорович (1788—1857), математик 410
- Палладин Владимир Иванович (1859—1922), ботаник, академик 230
- Папалексис Николай Дмитриевич (1880—1947), физик, академик 265, 338
- Пепен Дени (Pépin Denis, 1647—1714), французский физик и изобретатель 165
- Паррот Егор Иванович (Parrot Georg Friedrich, 1767—1852), физик, академик, впоследствии почетный член АН 20—22, 148, 244
- Парсонс Вильям (Росс) (Parsons William IIIrd Earl of Rosse, 1800—1867), английский астроном 34
- Паскаль Блез (Pascal Blaise, 1623—1662), французский математик, физик и философ 8, 10, 163
- Паттэ Жак Пьер Вильгельм (Pattu Jacques Pierre Guillaume, 1772—1839), французский инженер 166
- Пашен Фридрих (Paschen Louis Carl Heinrich Friedrich, 1865—1947), немецкий физик 294, 314
- Пекарский Петр Петрович (1828—1872), историк, академик 16, 382
- Пельтье Жан Шарль Атанас (Peltier Jean Charles Athanasie, 1785—1845), французский физик и метеоролог 115
- Пенкин Николай Петрович, физик 260, 406
- Переломов Василий Матвеевич (1785—1851), историк, географ, экономист 223
- Первошников Дмитрий Матвеевич (1788—1880), астроном и математик, академик 20, 22, 223
- Перкинс Эндрю (Perkins Angier March, 1799?—1881), английский инженер 166
- Перри Джон (Perry John, 1856—1920), английский электротехник 215
- Пескина (Арван) Хася Львовна, физик 412, 413
- Петр I (1672—1725), русский император 11, 168, 244, 353
- Петров Василий Владимирович (1761—1834), физик, академик 61, 163, 205, 206, 239, 393
- Петров Николай Павлович (1836—1920), математик, механик, почетный член АН 241
- Петровский Иван Георгиевич, математик, академик 234
- Петрушевский Дмитрий Моисеевич (1863—1942), историк, академик 235
- Петрушевский Федор Фомич (1828—1904), физик 210, 212, 339, 394
- Петухов Евгений Вячеславович, историк 232, 396
- Пильчиков Николай Дмитриевич (1857—1908), физик 191
- Пинегин Николай Иванович, физик 270
- Пирогов Николай Иванович (1810—1881), хирург, член-корреспондент АН 232, 233, 396
- Планк Макс Карл Эрнст Людвиг (Planck Max Karl Ernst Ludwig, 1858—1947), немецкий физик, член-корреспондент, впоследствии почетный член АН 171, 175, 217, 245, 295, 303, 304, 341, 402
- Плеханов Георгий Валентинович (Бельтов Н.) (1856—1918), деятель русского и международного социалистического движения, философ, пропагандист марксизма 218

- Погодин Михаил Петрович (1800—1875), историк, академик, член Российской Академии 235
- Поинтинг Джон Генри (Poyniting John Henry, 1852—1914), английский физик 186, 187, 215, 229, 303, 389, 402
- Покровский Георгий Васильевич (1908—1941), физик 262
- Покровский Георгий Иосифович, физик 271
- Покровский Сергей Иванович (1870?—1939), физик 245
- Полянский Юрий Иванович, биолог 396
- Поляков Николай Николаевич, механик, математик 396
- Поль Роберт Вихард (Pohl Robert Wichard), немецкий физик 257, 391
- Помляковский Николай Герасимович (1835—1863), писатель 278
- Понизовский Лев Борисович (1912—1951), физик 262
- Понсе де Мора (Ponce de Mouras), наполеоновский генерал 67
- Понселе Жан Виктор (Poncelet Jean Victor, 1788—1867), французский математик, механик, инженер, член-корреспондент АН 165, 169, 418
- Понтиягин Лев Семенович, математик, академик 234
- Поп Александр (Pope Alexander, 1688—1744), английский поэт и теоретик литературы 8
- Попов Александр Степанович (1859—1905), физик, изобретатель радио 163, 201, 203, 204, 216, 240, 393, 394, 414
- Попов Борис Владимирович (1908—1942), физик 268
- Попова Т. И. 382
- Порай-Кошиц Евгений Александрович, физик 253
- Порт Г. (Pohle G.), немецкий физик 284, 398
- Постников П. А., владелец частной хирургической лечебницы 334
- Потебня Александр Афанасьевич (1835—1891), филолог, член-корреспондент АН 226
- Потонье Жорж (Potonnie Georges), французский историк фотографии 63—68, 70, 74—76, 78, 80, 82, 86
- Предводителев Александр Саввич, физик, член-корреспондент АН 393, 394
- Преображенский П. В., физик 194
- Престл Иоганн Иозеф (Precht Johann Joseph, 1778—1854), австрийский физик 172
- Прибылова Надежда Николаевна, физик 412
- Прилежаев Сергей Сергеевич, физик 266
- Прилежаева Наталья Александровна, физик 268
- Пристли Джозеф (Priestley Joseph, 1733—1804), английский физик и химик 383
- Прокофьев Владимир Константинович, физик 260, 263
- Прони Гаспар Клар Франсуа Мари (Prony Gaspard Clair Francois Marie, 1755—1839), французский инженер 165, 167
- Протас Ревекка (Ива) Рувимовна, физико-химик 258, 416
- Прудников Василий Ефимович, педагог, историк педагогики 382
- Прянишников Дмитрий Николаевич (1865—1948), почвовед, академик 240
- Пуанкаре Анри (Poincaré Henri, 1854—1912), французский математик 179, 192—196, 388, 391
- Пуассон Симон Дени (Poisson Siméon Denis, 1781—1842), французский математик и физик 115, 116, 134, 164, 165, 177, 225, 335—336
- Пулуй Иоганн (Pulul Johann, 1845—1918), чешский физик 165
- Пудейко Екатерина Кирилловна, физик 257, 267
- Пушкин Александр Сергеевич (1799—1837), поэт 340, 375
- Пфлаф Иоганн Фридрих (Pfaff Johann Friedrich, 1765—1825), немецкий математик 232
- Рабинович Адольф Иосифович (1893—1942), физико-химик, член-корреспондент АН 257, 258, 267
- Радлов Василий Васильевич (1837—1918), востоковед, академик 220
- Радовский Моисей Израилевич (1903—1964), историк науки 115, 151, 381, 385, 393, 414, 418
- Разумовский Кирилл Григорьевич (1728—1803), президент АН 15, 37
- Райдл Эрик Кейтлан (Rideal Eric Keighley), английский химик 416
- Райнов Тимофей Иванович (1888—1958), историк науки 20
- Ракитина Вера Павловна, библиограф 409

- Раман Чандрасекара Венката (Raman Chandrasekhara Venkata), индийский физик, президент индийской Академии наук, иностранный член АН 191, 247, 249
- Рандалл Джон (Randall Sir John), английский биофизик 387
- Расин Жан (Rasine Jean, 1639—1699), французский драматург 8
- Рашин Наум Михайлович, историк земли 6, 67, 386, 387, 414
- Раутиан Глеб Николаевич (1889—1963), физик 270
- Резерфорд Эрнест (Rutherford Ernest, 1871—1937), английский физик 175, 194, 213
- Рейбо Макс (Reibaud Max), французский консул 107
- Рейндерс Виллем (Reinders Willem), голландский физико-химик 258
- Ремер Олаф (Roemer Ole (Olaus, 1644—1710), датский астроном 9
- Ремюза Шарль (Régnier Charles, 1797—1875), французский историк и писатель 21
- Рейкен Сюан (XVII в.), голландский архитектор 384
- Реннер Каспар Федорович (Rennet Kaspar Friedrich, 1780—1816), математик 222
- Рентген Вильгельм Конрад (Röntgen Wilhelm Conrad, 1845—1923), немецкий физик 105—106, 190—195, 199, 200, 287, 294, 326, 390—393, 398
- Ренне 167
- Резюмюр Рене Антуан (Réaumur René Antoine, 1683—1757), французский естествоиспытатель 52
- Реформатский Сергей Николаевич (1860—1934), химик, член-корреспондент АН 227
- Ржевский Сергей Николаевич, физик 364
- Рибо Густав Марсель (Ribaud Gustave Marcel), французский физик 272
- Рив Люсьен де ля (De la Rive Lucien, 1834—год смерти не устан.), швейцарский физик 114, 184, 192, 389, 390
- Рив Огюст Артур де ля (De la Rive Auguste, 1801—1873), швейцарский физик 114, 123, 125, 151
- Риги Август (Righi Augusto, 1850—1920), итальянский физик 184
- Риттер Иоганн Вильгельм (Ritter Johann Wilhelm, 1776—1810), немецкий физик 83
- Ритчи Уильям (Ritchie William, 1790—1837), английский физик 112
- Ритынь Николай Эрнестович, физик 271
- Риффо де Гатр Жан Рене Дени (Riffault des Héges Jean René Denis, 1734—1826), французский химик 124, 150
- Рихман Георг Вильгельм (1711—1753), физик, академик 42, 44, 49—61, 163, 381—383, 386, 414
- Рогг Жак (Rohault Jacques, 1620—1675), французский физик 14, 378
- Родионов Сергей Федорович, физик 271
- Рожинский Дмитрий Апполонариевич (1882—1936), физик 272, 359, 397
- Рождественский Дмитрий Сергеевич (1876—1940), физик, академик 3, 212, 236, 245, 248, 259—263, 338, 340—349, 373, 394, 397, 405, 406, 411
- Романов Вячеслав Ильич (1880—год смерти не устан.), физик 323, 404
- Романова Мария Федоровна (1892—1959), физик 264
- Росс Вильям Парсонс см. Парсонс Вильям
- Российский Дмитрий Михайлович (1887—1955), врач, историк медицины 396
- Ростовцев Михаил Иванович (1870—1952), историк, академик 237
- Роуленд Генри Август (Rowland Henry August, 1848—1901), американский физик 134, 135, 193, 290, 291, 311, 400
- Рубенс Генрих (Rubens Heinrich, 1865—1922), немецкий физик 185, 311, 312, 341, 389, 398
- Ружу Луи Жюльен (Roujou Louis, 1756—1829), императорский администратор и литератор 65
- Румовский Степан Яковлевич (1734—1812), астроном, академик 380
- Румфорд Томпсон Бенжамин см. Томпсон Бенжамин
- Русинов Михаил Михайлович, физик 255, 256
- Русс Елена Борисовна, библиограф 381, 409
- Рэлей (Creyte) Джон Уильям (Rayleigh John William Stuart, 1842—1919), английский физик 202, 209, 302, 322, 401

- Рыкачев Михаил Александрович (1840—1919), метеоролог, академик 220
- Савар Феликс (Savari Felix, 1791—1841), французский физик и математик 115, 176, 181
- Савельев Александр Степанович (1820—1860), физик 212
- Савинов Сергей Иванович (1865—1942), метеоролог 271
- Савостьянова Мария Владимировна, физик 4, 6, 253, 257, 258, 263, 386, 415, 416, 418, 419
- Сади-Карво см. Карво Сади Никола
- Садовский Александр Иванович (1859—1920), физик 233, 244, 304, 402
- Салищев Александр Иванович, физик 262
- Салтыков-Щедрин Михаил Евграфович (1826—1889), писатель 221
- Самсонова Вера Георгиевна, физик 270
- Саложников Василий Васильевич (1861—1924), ботаник и географ 230
- Саразен Эдуард (Sarasin Edouard, 1843—1917), швейцарский физик 184, 192, 389, 390
- Сатаров Иван Петрович, переводчик АН первой половины XVIII в. 13
- Свердлов Зикорий Михайлович, физик 270
- Свишников Борис Яковлевич (1901—1962), физик 270, 367
- Свифт Джонатан (Swift Jonathan, 1667—1745), английский писатель 8
- Северцов Алексей Николаевич (1866—1936), зоолог, академик АН Украинской ССР 219, 227, 233, 234
- Северцов Николай Алексеевич (1827—1885), зоолог, зоогеограф и путешественник 219
- Серченко Антон Никифорович, физик, академик АН Белорусской ССР 270
- Семенов А. А. 412
- Сенека Луций Анней (Seneca Lucius Appaeus, 4—65), римский писатель и философ 56
- Сеченов Иван Михайлович (1829—1905), физиолог, член-корреспондент и почетный член АН 214, 228, 229, 234, 237, 239, 395
- Сильвестр, протопоп (род. в конце XV в.—ум. ок. 1566 г.), политический, церковный и литературный деятель XVI в. 10
- Сименс Вернер (Siemens Ernst Werner, 1816—1892), немецкий электротехник и промышленник 166, 281
- Сименс Вильгельм (Siemens Wilhelm, 1823—1883), немецкий электротехник и промышленник 166, 281
- Склодовская-Кюри Мария (Skłodowska-Curie Marie, 1867—1934), французский физик 194
- Скобелевы Владимир Владимирович (1863—1947), физик 338
- Сладкевич Наум Григорьевич, историк 396
- Слюсарев Георгий Георгиевич, физик 255, 256, 272
- Смирнов Владимир Иванович, математик, академик 236, 382, 396
- Смит 94
- Смит Адам (Smith Adam, 1723—1790), английский экономист, один из основоположников буржуазной политической экономики 8
- Снеллиус Виллеброрд (Snellius van Roijen Willebrord, 1580—1626), голландский астроном и математик 9, 32
- Смуг Вильям см. Гаррикс
- Соболь Самуил Львович (1893—1960), историк науки 379
- Содди Фредерик (Soddy Frederick, 1877—1956), английский радиохимик 194
- Сорнов Лев Сергеевич, физик 7
- Соколов (XVIII в.), мастер Гравировальной палаты АН 56, 58
- Соколов Алексей Петрович (1854—1928), физик 190, 201, 202, 213
- Соловьев Владимир Николаевич, физик 410
- Соловьев Сергей Михайлович (1820—1879), историк, академик 235
- Сомницкий Моисей Самуилович, физик 385, 394, 417, 418
- Сонин Николай Яковлевич (1849—1915), математик, академик 230
- Сопронов Михаил (1729—1761), математик, академик АН 52, 382
- Срезневский Борис Измаилович (1837—1934), метеоролог, академик АН Украинской ССР 233
- Старосельская-Никитина Ольга Андреевна, историк науки, библиограф 381

- Стефан Владимирович Андреевич (1863—1926), математик, академик 21, 225, 226, 235, 236, 351
- Степанов Борис Иванович, физик, академик АН Белорусской ССР 262
- Стефан Иосиф (Stefan Josef, 1835—1893), австрийский физик 54, 140, 217, 303, 402
- Стожаров Андрей Иванович, физик 252
- Стокс Джорж Габриель (Stokes Georges Gabriel, 1819—1903), английский физик и математик 195, 268, 323, 391
- Столетов Александр Григорьевич (1839—1896), физик 21, 23, 162, 190, 201, 210, 211, 213—216, 218, 227, 234, 244, 272, 282, 283, 285, 288, 293, 339, 360, 389, 394, 395, 397, 399
- Столыпин Петр Аркадьевич (1862—1911), государственный деятель 246
- Струве О. Э., физик 214, 227
- Стретт Джон Уильям эм. Релей (Стретт) Джон Уильям
- Струве Василий Васильевич (1889—1963), востоковед, академик 396
- Струве Василий Яковлевич (1793—1864), астроном, академик, почетный член АН 231, 232
- Струве Людвиг Оттович (1858—1920), астроном 233
- Сухомянов Михаил Иванович (1828—1901), историк литературы, академик 380
- Талбот Фокс (Talbot Fox, 1800—1877), основатель калотипии 63, 106, 108, 110
- Тамаркин Яков Давыдович, математик 236
- Тамм Игорь Евгеньевич, физик, академик 250, 368, 396
- Тамман Густав Аполлонович (Tammann Gustav Apollon, 1861—1938), немецкий химик 231, 233
- Тартаковский Петр Саввич, физик 258, 266—267
- Тауберт, владелец мастерских в Москве 245
- Твайман Франк (Twyman Frank, 1876—1959), английский оптик 254
- Тейлор Врук (Taylor Brook, 1685—1731), английский математик 8
- Тенар Луи Жак (Thenard Louis Jacques, 1777—1857), французский химик 165
- Тепляков Г. М., физик 394
- Теренин Александр Николаевич (1896—1967), физик, академик 236, 259, 261, 268, 272
- Тесла Никола (Tesla Nikola, 1856—1943), югославский изобретатель (в области электро- и радиотехники), работал в Америке 203
- Тимирязев Аркадий Климентьевич (ум. 1959), физик, историк физики 292, 326, 330, 394, 397, 404, 405
- Тимирязев Климентий Аркадьевич (1843—1920), ботаник, член-корреспондент АН 23, 217, 226, 234, 240, 320, 328, 329, 359, 361, 396, 403
- Тимирязев Петр Васильевич, физик, член-корреспондент АН 267
- Тимошенко Сталан Прокофьевич, механик, иностранный член АН 239
- Тир Джеймс (Tear James De Craff), американский физик 312, 398
- Титов А. М., физик 271
- Тихановский И. И., физик 271
- Тихов Гавриил Андреевич (1875—1960), астрофизик, член-корреспондент, академик АН Казахской ССР 292, 400
- Толман Ричард Чейс (Tolman Richard Chase, 1881—1948), американский физико-химик 282
- Томпсон Бенджамин (Thompson Benjamin son of Rumford, 1753—1814), английский физик 166, 170
- Томсон Джозеф Джон (Thomson Joseph John, 1856—1940), английский физик 116, 152, 175, 209, 213, 304, 387, 390
- Томсон (Кельвин) Уильям (Thomson (Kelvin) William, 1824—1907), английский физик 56, 113, 178, 188
- Топорцев Аркадий Сергеевич, физик 4, 253, 258, 367, 415, 418
- Торричелли Эвангелиста (Torricelli Evangelista, 1608—1647), итальянский физик и математик 8
- Товнсенд Джон Сили Эдвард (Townsend John Sealy Edward, 1868—1957), ирландский физик 141
- Траубридж Джон (Trowbridge John, 1843—1923), американский физик 311
- Трыгин, владелец предприятия для производства геодезических приборов 246

- Тудоровский Александр Илларионович (1875—1963), физик, член-корреспондент АН 255, 272, 338
- Тумерман Лев Абрамович, физик 265, 270
- Тупенин (Tworeprij), знакомый Н. Ньелса 73
- Турочеров Владимир Иванович (ум. ок. 1915 г.), физик 343, 406
- Тэт Петер (Tait Peter Guthrie, 1831—1901), шотландский математик и физик 212
- Уатт Джеймс (Watt James, 1736—1819), изобретатель паровой машины 165
- Уилсон Чарльз Томсон Риз (Wilson Charles Thomson Rees, 1869—1959), шотландский физик 197
- Уитстон Чарльз (Wheatstone Charles, 1802—1875), английский физик 63, 107, 108, 116, 139
- Умов Николай Алексеевич (1846—1915), физик 201, 202, 210, 213, 215, 218, 229, 293, 359, 389, 393, 395
- Уэбб Исаа Филиппович (1855—1919), преподаватель физической лаборатории Московского университета 190, 201, 203, 360, 390
- Успенский Николай Евгеньевич, физик 392
- Ушаков Дмитрий Николаевич (1873—1942), языковед член-корреспондент АН 235
- Фазс Владимир Александрович (1904—1942), физик 264, 271
- Фабри Шарль (Fabry Charles, 1867—1945), французский физик 272
- Фабрикант Валентин Александрович, физик 261, 265
- Фаворский Алексей Еяграфович (1860—1945), химик, академик 236
- Фаврман Григорий Павлович, физико-химик 4, 257, 258, 419
- Фарадей Михаил (Faraday Michael, 1791—1867), английский физик, почетный член АН 6, 55, 111—158, 161, 172, 173, 175—178, 181, 189, 207, 295, 321, 382, 384, 385, 412, 413, 416
- Фаренгейт Даниель Габриель (Fahrenheit Daniel Gabriel, 1686—1736), немецкий физик 52
- Федоров Дмитрий Александрович, физик 272
- Федоров Еяграф Степанович (1853—1919), кристаллограф 239
- Федоров Николай Тихонович (1893—1959), физик 270
- Феридов Петр Петрович, физик, член-корреспондент АН 270
- Ферма Пьер (Fermat Pierre, 1601—1665), французский математик 8, 10
- Ферсман Александр Евгеньевич (1881—1945), геолог, академик 235
- Фесенков Василий Григорьевич, астроном, академик 271
- Фигуровский Николай Александрович, историк химии 396
- Физо Арман Ипполит Луи (Fizeau Armand Hippolyte Louis, 1819—1896), французский физик 139, 186, 215, 233, 245, 324
- Филиппов Александр Николаевич (ум. 1939 г.), физик 260—263, 272
- Филиппов М. М., автор биографии Ньютона 22
- Фитцджеральд Джордж (Fitzgerald George Francis, 1851—1901), английский физик 186, 301, 401
- Флеминг Джон Амброз (Fleming John Ambrose, 1849—1945), английский электротехник 158, 175, 387
- Флемстид Джон (Flamsteed John, 1646—1719), английский астроном 28
- Флоринская Вера Александровна, физик 252, 416
- Фон Владимир Александрович, физик, академик 30, 236, 259, 261, 379
- Фонвизин Денис Иванович (1744—1792), драматург 8, 356
- Фортуатов Филипп Федорович (1848—1914), языковед, академик 235
- Франк Илья Михайлович, физик, член-корреспондент АН 250, 268, 368, 396
- Франклин Бенджамин (Franklin Benjamin, 1706—1790), американский физик и политический деятель, почетный член АН 56, 60
- Франс Анатоля (Тибо Жак Анатоля) (France Anatol (Thibault Anatole François), 1844—1924), французский писатель 372
- Фредерикс Владимир Константинович (ум. 1945 г.), физик 29, 272, 377

Фрейверт Савелий Исаакович, физик 267

Фрелих Оскар (Frölich Oscar, 1843—1909), немецкий электротехник 286

Фрельель Огюстен Жан (Fresnel Augustin Jean, 1788—1827), французский физик 9, 20, 115, 164, 225, 297, 298, 321

Френкель Яков Ильич (1894—1952), физик, член-корреспондент АН 29, 377

Фридман Александр Александрович (1888—1926), физик и математик 30, 236, 379

Фридрих Вальтер (Friedrich Walter), немецкий физик 195, 196, 391

Фридрих Юлий Федорович (Friedrich Karl Julius, 1808—1871), химик и ботаник, академик 310

Фрош Сергей Эдуардович, физик, член-корреспондент АН 236, 259, 261, 262, 272, 417

Фуке Виктор (Fouque Victor), биограф Нисефора Непеса, изобретателя фотографии 62, 64—68, 70, 72, 74, 75, 77, 78, 89, 100, 107, 109, 110, 383

Фуко Жан Бернар Леон (Foucault Jean Bernard Léon, 1819—1868), французский физик, член-корреспондент АН 139, 254

Фукс Карл Федорович (1776—1846), ботаник, врач 222

Фурье Жан Батист Иосиф (Fourier Jean Joseph Baptiste, 1768—1830), французский математик 54, 164, 177, 225, 382

Хага Герман (Haga Hermann, 1852 — г.м. после 1925 г.), голландский физик 196, 391

Хазенпфелс Фриц (Hasenpöhl Fritz, 1897—1915), австрийский физик 188, 390

Хайкин Семен Эммануилович, физик, радиофизик 234

Хартри Дуглас Рейвер (Hartree Douglas Rayner, 1897—1958), английский физик 261

Хвольсон Орест Данилович (1852—1934), физик, почетный член АН 4, 201, 212, 236, 270, 272, 339, 389, 394

Хвостиков Иван Андреевич, физик, геофизик 29, 270, 271, 412

Хевисайд Оливер (Heaviside Oliver, 1850—1925), английский физик 180, 188, 296, 388, 389, 390

Хлопин Виталий Григорьевич (1890—1950), химик, академик 417

Хольст 267

Хом Эверард (Home Sir Everard, 1756—1832), анатом и хирург, вице-президент Королевского общества 78, 81, 107

Хом Эверард Берт (Home Sir Everard Bert), капитан, сын предшественника 109

Хотинский Матвей Степанович (1813—1866), писатель, популяризатор и переводчик 22

Хригак Александр Христофорович, метеоролог, климатолог 394

Христиансен Христиан (Christiansen Christian, 1843—1917), датский физик, оптик 342

Хьюббард (Hubbard J. C.) 392

Хэм Гордон Ферри (Hull Gordon Ferris, 1870—год смерти не установлен), американский физик 310—312, 315—320, 403

Цвет Михаил Семенович (1872—1919), ботаник-физиолог и биохимик 226, 240

Цветков, владелец мастерские в Москве 245

Цезарь см. Юлий Цезарь Гай

Цейс Карл Фридрих (Zeiss Carl Friedrich, 1816—1888), немецкий оптик-механик, основатель оптической фирмы 245, 254, 255

Цельсий Андерс (Celsius Anders, 1701—1744), шведский астроном и физик 52

Цейтлин Захарий Аронович, философ, физик 29, 379

Ценковский Лев Семенович (1822—1827), биолог, ботаник, член-корреспондент АН 226, 229

Цераский Витольд Карлович (1849—1925), астроном 23, 24, 359

Цетлин Лев Соломонович, историк науки 396

Цингер Александр Васильевич (1870—1934), физик 24, 201, 278

Цингер Василий Яковлевич (1836—1907), ботаник и математик, президент Московского математического общества 23, 24, 351

Цингер Николай Васильевич (1865—1923), ботаник-флорист 24

Цицерон Марк Тулий (Cicero Marcus Tullius, 106—43 до н.э.), римский оратор, писатель 371

- Чайковский Петр Ильич (1840—1893), композитор 8
- Чаплыгин Сергей Алексеевич (1869—1942), механик, академик 234, 351, 359, 396
- Чеботарев Николай Григорьевич (1894—1947), математик, член-корреспондент АН 30, 228, 379
- Чебышев Пафнутий Львович (1821—1894), математик, академик 21, 225, 235, 236
- Чехалов, переводчик «Начала» И. Ньютона 26
- Ченявал Валентин Луиш, историк науки 394, 414, 417
- Чердышев Сергей Викторович (ум. 1942 г.), физик 258
- Черенков Павел Алексеевич, физик, член-корреспондент АН 250, 367, 368, 396
- Черный Игорь Андреевич, физик 258, 397
- Чернышева Е. А. 384, 416
- Черняев Всеволод Иванович (ум. 1942 г.), физик 261
- Чибисов Константин Владимирович, физико-химик, член-корреспондент АН 257, 258, 272
- Чихолов Владимир Николаевич (1845—1898), электротехник 163, 245, 280
- Чугаев Лев Александрович (1873—1922), химик 236, 351
- Чулановский Владимир Михайлович, физик 236, 259, 261, 262
- Чуриловский Владимир Николаевич, физик 255
- Шабросьер Анж де ла (de la Chabreussière, 1752—1820), французский литератор [?] 68
- Шагинян Мариэтта Сергеевна, писательница 26
- Шаммартен (Chammartin, плч. XIX в.), тесть Исидора Нюенса 75
- Шаньковский Альфонс Леонович (1837—1905), общественный деятель в области народного образования 333
- Шапошников Константин Николаевич (ум. ок. 1960 г.), физик 244, 304, 402
- Шаронов Всеволод Васильевич (1901—1964), астроном 271
- Шателен Михаил Андреевич (1866—1957), электротехник, член-корреспондент АН 241, 338, 418
- Шатерников Михаил Николаевич (1870—1939), филолог 234
- Шатле Габриель Эмиль дю (Chatelet (Le Tonnellier du Breuil) Gabriel Emille, 1706—1749), маркиза, занималась математикой и физикой 24, 377
- Шафрановский Константин Илларионович, библиограф 386, 397, 417
- Шадматов Алексей Александрович (1864—1920), филолог, историк, академик 237
- Швабе, владелец предприятий для производства геодезических приборов 246
- Шварцшильд Карл (Schwarzschild Karl, 1873—1916), немецкий астроном 300, 304, 401
- Шведов Борис Сергеевич (1880—1942), химик 246, 362
- Шеберстов Валентин Иосифович, физико-химик 272
- Шевалье Артур (Chevalier Louis Marie Arthur, 1830—1859), французский оптик 62, 74, 75, 384
- Шевалье Жак Луи Венсен (Chevalier Jacques Louis Vincent, 1770—1841), французский оптик 63, 67, 74—77, 79, 84, 93, 100
- Шевалье Шарль-Луи (Chevalier Charles Louis, 1804—1830), французский оптик 100
- Шекспир Вильям (Shakespeare William, 1564—1616), английский драматург и поэт 8, 10
- Шенбейн Христиан Фридрих (Schönbein Christian Friedrich, 1799—1868), немецкий химик 115
- Шефер Клеменс (Schaefer Clemens), немецкий физик 272, 387
- Шиллер Николай Николаевич (1848—1910), физик 201, 213, 215, 339
- Шиманковский В., физик 265
- Шинкина Надежда Николаевна, химик 258
- Шинловский Александр Андреевич, физик 270
- Шмидт Отто Юльевич (1891—1956), математик, астроном, геофизик, академик 228
- Шмидт-Чернышева Ядвига Рихардовна (ум. 1940 г.), физик 384, 416
- Шнейдер (Крезе), иностранная оптическая фирма, имевшая отделение в России 245
- Шомпре Никола Морис (Chompre Nicolas Maurice, 1750—1825), электрохимик 124

- Шотт, немецкая фирма оптического стекла 246
- Шпольский Эдуард Владимирович, физик 267
- Шрёдингер Эрвин (Schrödinger Erwin), австрийский физик 248
- Шреус Ганс (Schreus Hans Theo), немецкий дерматолог 392
- Штарк Иоганн (Stark Johannes, 1874—1957), немецкий физик 141
- Штейн Станислав Федорович (1855—1921), отоларинголог 329
- Штенгер Эрих (Stenger Erich, 1878—1958), немецкий химик 104
- Штерн Отто (Stern Otto), немецкий физик, работает в Америке 106, 306, 307, 384, 402
- Штернберг Павел Карлович (1865—1920), астроном 359
- Шувалов Иван Иванович (1727—1797), государственный деятель, почетный член АН 57, 221, 383
- Шулейкин Василий Владимирович, гидрофизик, академик 271
- Шульц Владимир Николаевич, промышленный антрепренер, муж сестры П. Н. Лебедева 276
- Шумахер Иоганн-Даниил (1690—1761), советник канцлера АН, библиотекарь 16, 52
- Шур Фридрих (Schur Friedrich, 1856—1932), немецкий математик 232
- Шустер Артур (Schuster Arthur, 1851—1934), немецкий физик, работал в Америке 195, 272, 391
- Щегалев Владимир Сергеевич (1857—1919), физик 282, 292, 401
- Щедрин Михаил Евграфович см. Салтыков-Щедрин Михаил Евграфович
- Щерба Лев Владимирович (1880—1944), лингвист, академик 339
- Щодро Николай Ксаверьевич (1883—1940), физик 266, 325
- Эвклид (ок. 330—275 до н. э.), древнегреческий математик и философ 25, 32, 371
- Эддингс см. Еврипид
- Эдер Иосиф Мария (Eder Josef Maria, 1855—1944), австрийский химик 65, 66, 72, 82, 383
- Эдleston Джозеф (Edleston Joseph, XIX в.), английский физик 22
- Эдлунд Эрик (Edlund Erik, 1819—1888), шведский физик 282
- Эйлер Леонард (Euler Leonard, 1707—1783), математик и физик, академик, впоследствии почетный член АН 9, 14—17, 20, 27, 28, 42, 50, 51, 168, 205, 244, 297, 378, 380, 387
- Эйнштейн Альберт (Einstein Albert, 1879—1955), немецкий физик, работал в Америке 9, 153, 175, 188, 217, 266, 268, 269, 291, 303, 372, 379, 387, 402
- Эйтон Уильям (Ayton), директор королевских салонов и парков в Лондоне 64, 77, 78
- Эйхенвальд Александр Александрович (1863—1944), физик 3, 56, 135, 193, 197, 201, 202, 215, 244, 276, 289, 291, 292, 308, 338, 352, 359, 382, 390, 391, 395, 400
- Эйхенвальд Антон Александрович (1875—1952), композитор и дирижер 276
- Эйхенвальд Николай Александрович, художник 276
- Экхер Франц (Ekhet Franz, 1849—1926), австрийский геофизик 141, 149
- Элксон Чарльз (Allison Charles) 107
- Эндрюс Томас (Andrews Thomas, 1813—1885), голландский химик и физик 227
- Эрнст Франц Ульрих-Теодор (Ernst Franz Ulrich Theodor, 1724—1802), физик, академик 34, 163
- Эпштейн Павел Сигизмундович (Epstein Paul Sigmund), физик 326
- Эренгафт Феликс (Ehrenhaft Felix, 1879—1952), австрийский физик 305, 306, 402
- Эренфест Павел Сигизмундович (Ehrenfest Paul, 1880—1933), голландский физик 348, 351, 359
- Эри Джордж Бидделл (Airy Sir George Biddell, 1801—1892), английский астроном, физик и математик 34, 122, 177
- Эрстед Ганс Христиан (Ørsted Hans Christian, 1777—1851), датский физик 115, 116, 120, 150, 176
- Эсмарк Василий Иванович, физик 243, 326, 404
- Этвеш Роланд (Eötvös Roland, 1848—1919), венгерский физик 20
- Эттинген Артур Иохим (Oettingen Arthur Joachim, 1836—1920), немецкий физик 233
- Юлий Цезарь Гай (C. Julius Caesar, 100—44 до н. э.), римский полково-

водец и государственный деятель 56

Юлиус Виллем Герви (Julius Willem Hergt, 1860—1925), голландский физик 265

Юм Дэвид (Hume David, 1711—1776), английский философ, психолог, историк и экономист 8

Юнг Томас (Young Thomas, 1773—1829), английский врач, астроном, физик 9, 20, 63, 64, 78, 81, 100, 107, 164, 297

Юшкевич Адольф Павлович, математик, историк науки 387

Яблочков Павел Николаевич (1847—1894), изобретатель, электротехник 61, 163, 245

Ягич Игнатий Викентьевич (1838—

1923), славист, академик 219, 228, 237

Якоби Борис Семёнович (Мориц Герман) (1801—1874), физик, академик 61, 162—164, 166—174, 206, 210, 213, 231, 283, 383, 386, 393, 412, 413, 415, 417

Якоби Карл Густав Якоб (Jacobi Carl Gustav Jacob, 1804—1851), немецкий математик 167, 386

Яковлев Константин Павлович, физик 325, 404

Яковлева Александра Васильевна, физик 385, 416

Яуман Густав Андреас Иоганнес (Jahmann Gustav Andreas Johannes, 1863—1924), чешский физик 192, 195

Яхонтов Евгений Григорьевич (1896—1964), физик 255, 256.

Содержание

Стр.

От редакции 9

О физике и физиках XVII—XIX вв.

Ньютон и изучение его трудов в России	7, 377
Ньютон как физик	31, 379
«276 заметок по физике и корпускулярной философии» М. В. Ломоносова	41, 380
К 200-летию со дня смерти академика Г. В. Рихмана	49, 381
К истории изобретения фотографии	62, 383
М. Фарадей и его «Экспериментальные исследования по электричеству»	111, 384
О работах Э. Х. Ленца в области электромагнетизма	157, 385
В. С. Якоби — предшественник открытия закона сохранения энергии	164, 386
Пути развития максвелловой электромагнитной теории	175, 387
К истории открытия рентгеновых лучей	190, 390

Из истории отечественной физики в XIX—XX вв.

Воспоминания об XI съезде естествоиспытателей и врачей и о выступлении на нем А. С. Попова	201, 393
Физика в России XIX в.	205, 393
Роль университетов и других высших школ в развитии отечественной науки	219, 395
30 лет советской оптики	244, 396

Отечественные ученые-физики конца XIX и первой половины XX в.

Детские и юношеские годы П. Н. Лебедева	274, 397
П. Н. Лебедев и его творчество	283, 397
П. Н. Лебедев и световое давление	293, 401
К истории доказательства П. Н. Лебедевым сил светового давления	310, 402

П. Н. Лебедев и созданная им физическая школа	321, 403
Творческий путь академика П. П. Лазарева	328, 404
Памяти Д. С. Рождественского	338, 405
Памяти А. Н. Крылова	350, 407
С. И. Вавилов. Очерк жизни и деятельности	358, 407

Приложение

Примечания	377
Перевод физических выражений	408
Опубликованные работы Т. П. Кравца и литература о нем. Библиография	409
Именной указатель	420

Торичан Павлович Кравец

ОТ НЬЮТОНА ДО ЗАВИЛОНА

*Утверждено к печати
Архивом Академии наук СССР*

Редактор издательства *А. А. Фролов*

Художник *Д. А. Андреев*

Технический редактор *Р. Е. Зендель*

Корректоры *К. И. Вадра, В. А. Пузиков*
и *Г. И. Шер*

Сдано в набор 13 /IV/ 1967 г. Подписано к печати
2/VI 1967 г. РИСО АН СССР № 67—130В. Формат бу-
маги 60х90^{1/16}. Бум. л. 74^{1/2}. Цвет. л. 28+1 вкл.
(1/8 печ. л.) = 28,13 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 29,19. Мал.
№ 2850. Тип. зап. № 258. М-08758. Тираж 5400. Бумаж-
но-типографский № 2. Цена 2 р. 32 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

1-я тип. издательства „Наука“
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Должно было
234	2 снизу	М. И. Сеченов	И. М. Сеченов
258	13 »	Вейденбадом,	Вейденбахом;
382	18 сверху	Н. А. Елисеев,	А. А. Елисеев,
389	6 »	стении.	сетки.
390	18 снизу	Согретили	Согрешили
401	22 »	der Congress, ... du Nord,	du Congrès, ... du Nord,
402	9 сверху	излучении и	излучения и
423	Прав. столб., 5 снизу	датский	голландский
427	Прав. столб., 6 сверху	финны	кхмны
428	Прав. столб., 17 »	датский	голландский
428	Прав. столб., 31 »	403	403, 417
429	Прав. столб., 14 снизу	науки	науки 385
433	Лев. столб., 31 сверху	Лоренц	Лоренц (Лорентц)
434	Прав. столб., 5 снизу	Motta	Mott
435	Прав. столб., 25 сверху	Jsidore,	Isidore,
439	Прав. столб., 14 »	французский	польско-французский
440	Лев. столб., 19 снизу	основатель	изобретатель
442	Прав. столб., 20 сверху	Хэм	Хэлл
442	Прав. столб., 28 снизу	Цейс	Цейсс
448	7 снизу	Уч.-изд. л. 29,19	Уч.-изд. л. 31,68.

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Должно было
234	2 снизу	М. И. Сеченов	И. М. Сеченов
258	13 »	Вейденбадом,	Вейденбахом;
382	18 сверху	Н. А. Елисеев,	А. А. Елисеев,
389	6 »	стении.	сетки.
390	18 снизу	Согретили	Согрешили
401	22 »	der Congress, ... du Nord,	du Congrès, ... du Nord,
402	9 сверху	излучении и	излучения и
423	Прав. столб., 5 снизу	датский	голландский
427	Прав. столб., 6 сверху	финны	кхмны
428	Прав. столб., 17 »	датский	голландский
428	Прав. столб., 31 »	403	403, 417
429	Прав. столб., 14 снизу	науки	науки 385
433	Лев. столб., 31 сверху	Лоренц	Лоренц (Лорентц)
434	Прав. столб., 5 снизу	Motta	Mott
435	Прав. столб., 25 сверху	Jsidore,	Isidore,
439	Прав. столб., 14 »	французский	польско-французский
440	Лев. столб., 19 снизу	основатель	изобретатель
442	Прав. столб., 20 сверху	Хэм	Хэлл
442	Прав. столб., 28 снизу	Цейс	Цейсс
448	7 снизу	Уч.-изд. л. 29,19	Уч.-изд. л. 31,68.