

**К ТРИДЦАТИЛЕТИЮ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ**

**Э. В. Шпольский**

I

Тридцатилетие Великой Октябрьской Социалистической революции является знаменательной датой в истории русской науки. Русская наука дореволюционного периода дала миру многих блестящих представителей. Имена М. В. Ломоносова, Н. И. Лобачевского, М. В. Остроградского, Д. И. Менделеева, П. Л. Чебышева, А. М. Бутлерова, Н. Н. Зинина, А. О. и В. О. Ковалевских, Н. Е. Жуковского, П. Н. Лебедева, К. А. Тимирязева, И. П. Павлова и многие другие произносятся с глубоким уважением во всех культурных странах. Советский Союз, возникший на развалинах царской России, не только полностью воспринял полученное им культурное наследство, но и значительно его приумножил. В этом отношении пример физики является, быть может, одним из самых разительных.

Работы отдельных физиков дореволюционной России стояли на высоком уровне. Можно назвать ряд имён, пользующихся широкой известностью также и за пределами нашей страны, и ряд работ, прочно вошедших в обиход мировой науки. Таковы, например, если ограничиться XIX и началом XX столетия, работы Э. Х. Ленца в области учения об электричестве (тепловые действия тока и закон электромагнитной индукции), таковы работы Авенариуса по критическому состоянию, Столетова по фотоэффекту, Лебедева по световому давлению, Эйхенвальда по магнитному действию токов смещения и конвекции, Голицына по сейсмометрии.

Этот список можно было бы легко расширить указанием на многочисленные работы, имеющие весьма существенное значение и постоянно цитируемые в мировой литературе. К их числу принадлежат, например: работа А. А. Эйхенвальда, впервые давшая волновую интерпретацию явлений полного внутреннего отражения; работы Д. А. Гольдгаммера (Казань) по теории магнито-оптического эффекта Керра; работа Н. П. Кастерина (Одесса) по дисперсии звуковых волн в искусственной среде, составленной из резонаторов; работы А. Р. Колли

(Москва — Варшава) по дисперсии электромагнитных волн; работа А. А. Садовского (Юрьев), предсказавшего и рассчитавшего лишь недавно обнаруженные экспериментально пондеромоторные эффекты при циркулярной поляризации света, работы О. Д. Хвольсона по актинометрии и многие другие.

Наряду с этими работами, широко известными и за пределами России, можно назвать ряд крупных работ и открытий, оставшихся малоизвестными или совсем неизвестными. Трагическая судьба Ломоносова, опередившего своих современников в области физики и химии более чем на сто лет и «открытого» Б. Н. Меншуткиным лишь в начале XX столетия, стала уже тривиальным примером. Множество замечательных открытий и изобретений русских учёных осталось неиспользованным, а историческая традиция связала эти открытия с другими именами. Достаточно вспомнить В. Петрова, открывшего вольтову дугу ранее Дэви, и А. С. Попова, осуществившего радиотелеграфирование ранее Маркони. Выдающиеся заслуги П. Н. Яблочкова в области электротехники (он не только ввёл в обращение знаменитую «свечу Яблочкова», но и впервые стал практиковать параллельное включение приёмников тока, построил первую динамо-машину переменного тока и сделал ряд других крупных изобретений), хотя и официально признаны, но о них слишком мало вспоминают.

Н. А. Умов в 1874 г. впервые выдвинул понятие о движении энергии и самым общим образом решил задачу о движении энергии в жидких и упругих средах. Однако эта работа была незаслуженно забыта и когда Пойнтинг, примерно 10 лет спустя, сформулировал свою известную теорему о потоке энергии в электромагнитном поле, самое понятие о потоке энергии считалось принципиально новым. Приоритет Умова был признан значительно позднее, уже в начале XX столетия, в известной *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*.

Наконец, последний пример, о котором стоит упомянуть. Одним из важных достижений экспериментальной физики за последнее время является открытие и широкое использование вентильных фотоэлементов. Однако мало кому известно, что пионером в этой области был профессор Казанского университета В. А. Ульянин, который в 1888 г. опубликовал работу, где подробно описана технология получения селенового фотоэлемента с запирающим слоем, и тщательно исследовал его свойства.

Эти примеры, число которых можно было бы умножить, интересны с различных точек зрения. Они показывают, с одной стороны, высоту, на которой стояла научная мысль в дореволюционной России, талантливость её учёных и изобретателей. Но они же показывают и то отсутствие прочной почвы, отсутствие широкой общественной и правительственной поддержки, которое ставило этих учёных в гораздо менее благоприятные условия по сравнению с их западноевропейскими коллегами.

Физика в дореволюционной России была наукой чисто университетской в прямом и переносном смысле слова. Она развивалась в тиши университетских лабораторий. В самом деле, если оставить в стороне Главную палату мер и весов, имевшую свои чисто метрологические задачи и разрешавшую их на высоком уровне, — в России до революции не было ни одного научно-исследовательского института по физике. Академия Наук объединяла немногих избранных учёных и не играла роли крупного организующего центра, по крайней мере в области физики. И хотя из её физической лаборатории вышел ряд важных работ (например, упомянутые работы Ленца и Голицына), — эта лаборатория всегда была небольшой личной лабораторией того или иного академика, но не большим исследовательским институтом в современном смысле этого слова.

Число высших учебных заведений по отношению к огромной территории страны, простиравшейся от «финских хладных скал до пламенной Колхиды», было мало. Физики, работавшие в этих высших учебных заведениях, были по преимуществу учёными-одиночками. Научные школы были редким исключением. В этом отношении общезвестна выдающаяся заслуга П. Н. Лебедева, создавшего уже в начале XX столетия обширную научную школу, из которой вышел ряд известных учёных (Лазарев, Кравец, Аркадьев, Тимирязёв, Андреев и др.), и тем самым сильно поднявшего тонус научной жизни в России, особенно в Москве. Историческая справедливость требует, однако, чтобы в этой связи было упомянуто ещё и другое имя, которое за последнее время оказалось незаслуженно забытым. Это имя проф. Киевского университета М. П. Авенариуса, которому не только принадлежат большое количество собственных работ в области изучения критического состояния, но который, вероятно впервые в России, в 70-х и 80-х годах XIX столетия создал большую школу физиков, работавших в той же области (Надеждин, Павлевский, Зайончевский и др.).

Отсутствие подходящей среды, живого общения между учёными, политический гнёт, которым характеризуется дореволюционная Россия, нередко приводили к тому, что учёный, в молодые годы блестяще начинавший свою деятельность, довольно быстро её прекращал, ограничиваясь обязательным преподаванием. Другие, более активные, искали себе приюта на Западе. В области физики можно указать Вроблевского, прославившегося своими работами по сжижению газов. Вроблевский родился в г. Гродно и учился в Киевском университете. Приняв участие в ранней юности в подпольной политической деятельности, он быстро попал в тюрьму, после чего в течение пяти или шести лет был в ссылке и, вырвавшись на свободу, бежал за границу, где и получил возможность работать.

Университетские лаборатории, в которых приходилось работать русским физикам, ещё в конце XIX столетия были бедны и тесны. В начале 900-х годов профессора Н. А. Умов и Д. А. Гольдгаммер

взывали к правительству по поводу необходимости создания при университетах физических институтов. Умов, в частности, в своей записке о необходимости постройки физического института Московского университета ссылался на пример маленькой Швейцарии, которая затратила 2 миллиона франков на постройку физического института Цюрихского университета. В той же записке Умов приводит мизерную сумму в 1600 руб. в год \*), которая отпускалась в Московском университете для всей работы в области физики, начиная от приобретения демонстрационных приборов и кончая научными исследованиями. Уже один этот факт показывает, насколько неблагоприятны были условия для развития физики, которая, как известно, принадлежит к числу самых «дорогих» наук.

Только в начале XX столетия при крупных университетах (в Петербурге, Москве и Одессе) стали появляться специально выстроенные по европейскому образцу физические институты. Но эти институты имели не только (а в большинстве случаев даже и не столько) научные, но и учебные задачи. Достаточно вспомнить, что в четырёхэтажном здании Физического института Московского университета для научной лаборатории П. Н. Лебедева нашлось место только в подвале; почти вся остальная часть здания была занята учебными лабораториями и аудиториями.

Между тем развитие физики неуклонно требовало постановки физического эксперимента на всё более высоком техническом уровне и нередко в столь большом масштабе, что для лаборатории высшей школы он неосуществим. Этот факт за границей был признан уже очень давно. Достаточно вспомнить, что знаменитая Кэвендишская лаборатория, представляющая собой большой и богатый научно-исследовательский институт, была создана в 1871 г. П. Н. Лебедев, который был вынужден в 1911 г. уйти из университета вследствие разгрома его министром народного просвещения, писал по этому поводу в том же 1911 г.: «Большие физические лаборатории, исключительно предназначенные для научных исследований, уже давно существуют на Западе — в Англии, Германии и Америке. Неуклонно разрабатывая научные вопросы, они, как показал опыт, совершенно негладким образом обогащают технику... К сожалению, у нас такой национальной физической лаборатории пока не существует, но и потребность в ней и необходимые учёные силы налицо. Вот почему русскому обществу следует озаботиться создать такую лабораторию, предварительно обсудив размер и характер этого нового учреждения» \*\*).

Однако царское правительство никак не откликнулось на этот призыв, и только в порядке общественной инициативы было создано «Московское общество Научного Института», которое на собранные частные пожертвования приступило к организации в Москве исследо-

\*) Н. А. Умов, Собр. соч., т. III, стр. 146.

\*\*) П. Н. Лебедев, Собр. соч., стр. 353 — 354, М., 1913.

вательского физического института. К сожалению, П. Н. Лебеву не пришлось увидеть осуществления своей мечты, так как он умер в 1912 г., через год после ухода из университета.

## II

С первых дней революции организация научно-исследовательской работы в СССР была предпринята в широком масштабе. Поддерживая сложившиеся университетские научные центры, необычайно интенсивно развивая сеть высших учебных заведений для подготовки кадров, Советское правительство одновременно с этим сосредоточило внимание на развитии сети больших научно-исследовательских институтов по самым разнообразным специальностям. Создание сети научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений после революции шло стремительными темпами, и к моменту начала Великой Отечественной войны, в 1941 г., Советский Союз имел 750 вузов и 1170 научно-исследовательских институтов. Вместе с тем существенно изменился масштаб работы и роль Академии Наук. Из замкнутой учёной коллегии она превратилась в мощную ассоциацию крупнейших научных институтов, призванных решать не только глубоко теоретические вопросы, но и проблемы, выдвигаемые жизнью. На долю Академии Наук, как наиболее авторитетного учёного учреждения в стране, естественным образом выпало координирование всей научной работы. Вместе с тем, наряду со старой Академией Наук СССР, возникли молодые академии национальных республик — Азербайджанская, Армянская, Белорусская, Грузинская, Казахская, Латвийская, Литовская, Узбекская, Украинская, Эстонская, со своими библиотеками, музеями и научно-исследовательскими институтами.

Это бурное развитие целиком вытекало из неуклонно проводившегося Советским правительством принципа, в силу которого научно-исследовательская работа клалась в основу индустриального развития страны, развития её сельского хозяйства, народного здравоохранения, развития её культуры. Наука, тем самым, была признана необходимым элементом государственного строительства. Такая принципиальная постановка проблемы организации науки и самый масштаб строительства сети научно-исследовательских институтов с десятками тысяч научных работников разных квалификаций неизбежно влекли за собой необходимость планирования научно-исследовательской работы. В самом деле, необходимо было не только предусмотреть отсутствие параллелизма в работе аналогичных по своим задачам институтов, но и направить их деятельность в русло удовлетворения основных практических потребностей государства, отнюдь не пренебрегая при этом важнейшими теоретическими проблемами. Эта идея планирования научной работы, впервые выдвинутая Советским правительством, была совершенно нова, но сейчас с особенной ясностью видна её мудрая целесообразность.

Для развития физики перевод всей индустрии на научную базу оказался особенно плодотворным, так как, наряду с целым рядом крупнейших физических институтов, созданных в годы революции, возникло ещё большее количество научно-исследовательских институтов технического характера. Участие физиков в работе этих институтов сделалось, конечно, совершенно необходимым. Вместе с тем для физики возникли и новые проблемы, источником которых служат современные, глубоко интересные производственные процессы. Задачи, связанные с управлением этими процессами, основанным на их понимании, а не на «устных преданиях», передаваемых опытными мастерами, оказались не только интересными, но в большинстве случаев очень трудными. В то время как исследователь теоретического склада старается иметь дело с предельными случаями — например, с ничтожными концентрациями, отсутствием взаимодействий и т. п. — для производства наибольший интерес представляют как раз те условия, которых исследователь «академического склада» старается избегать.

### III

Начало планомерного создания научных институтов по физике относится ещё к 1918 г. В это суровое время, в разгаре борьбы с контрреволюцией и интервенцией, с многочисленными хозяйственными затруднениями, доставшими революции в наследство от первой мировой войны и царского правительства, были созданы крупнейшие институты, быстро переведшие научную работу по физике на новый, более высокий уровень. Пионерами в этом исторически важном деле были П. П. Лазарев, А. Ф. Иоффе и Д. С. Рождественский. При поддержке Наркомздрава в 1918 г. П. П. Лазарев создал в Москве Институт физики и биофизики. В соответствии с разносторонними интересами своего руководителя, этот институт вёл широкую работу в различных областях физики, геофизики и биофизики. Из его недр вышел ряд учёных, впоследствии занявших ответственные места в научных учреждениях и на кафедрах высших учебных заведений. Таковы С. И. Вавилов, А. С. Предводителей, Г. С. Ландсберг, В. В. Шулейкин, С. Н. Ржевкин, П. А. Ребиндер, Н. Т. Фёдоров, С. В. Кравков, П. Н. Беликов, Б. В. Ильин, Э. В. Шпольский и др. В этом институте было выполнено большое число работ, которые приобрели широкую известность. Здесь можно назвать работы в области биофизики самого П. П. Лазарева. Далее, его же работы в области геофизики, особенно в связи с изучением Курской магнитной аномалии, начало работ В. В. Шулейкина по физике моря, геофизические работы Г. А. Гамбурцева и др. Из чисто физических работ следует назвать работы С. И. Вавилова, а также С. И. Вавилова и В. Л. Левшина в области флуоресценции в растворах, работы П. А. Ребиндера по влиянию поверхностно-активных веществ на механические свойства твёрдых тел и ряд других.

Приблизительно одновременно с московским Институтом физики и биофизики в Ленинграде было основано два крупнейших института, Рентгено-радиологический и Оптический. Первый из этих институтов: состоявший из трёх больших отделов: рентгеновского физико-технического, рентгеновского медико-биологического и радиевого, скоро разделился на три самостоятельных института, из которых физико-технический (уже без приставки «рентгеновский») сыграл наибольшую роль в развитии советской физики.

Физико-технический институт был основан А. Ф. Иоффе с группой своих учеников — в то время молодых физиков, — имена которых теперь известны далеко за пределами Советского Союза. Это были П. Л. Капица, Н. Н. Семёнов, Я. И. Френкель, П. И. Лукирский, И. В. Обреимов, Я. Г. Дорфман и др. За время своего существования институт создал большую и разветвлённую школу советских физиков, насчитывающую уже пять поколений, в каждом из которых имеются учёные, завоевавшие себе почётную известность. Можно назвать А. И. Лейпунского, П. С. Тартаковского, Г. В. Курдюмова, И. К. Киоина, А. И. Алиханова, А. И. Алиханяна, И. В. Курчатова, А. В. Степанова, П. П. Кобеко, А. П. Александрова, Б. М. Гохберга, К. Д. Синельникова, А. К. Вальтера, Б. В. Курчатова и др.

Физико-технический институт сыграл выдающуюся роль в создании целого ряда научных центров в важнейших республиках и областях Союза. Так были созданы Украинский Физико-технический институт в Харькове, Физико-технический институт в Днепропетровске, Уральский Физико-технический институт в Свердловске, Сибирский Физико-технический институт в Томске, во многом обязанный своим развитием энергичной деятельности томского проф. В. Д. Кузнецова. Для обеспечения успеха в организации всех этих институтов Ленинградский Физико-технический институт пошёл на героическую меру: выделение большого количества своих ведущих сотрудников, которые отправились в эти новые научные институты и там продолжали и развивали свою деятельность.

Не менее важную роль в развитии советской физики сыграл Государственный Оптический институт. Созданный небольшой группой энтузиастов научной и прикладной оптики во главе с Д. С. Рождественским и имевший в начале своего существования скромные размеры, он быстро вырос в самый большой в мире оптический институт, обогативший науку многими важнейшими исследованиями, а хозяйство и особенно оборонную технику страны — ценными практическими достижениями.

Оптико-механическое производство является одним из наиболее тонких и трудных и, вместе с тем, одним из наиболее важных, особенно в отношении обороны страны. Хорошо известно, что в дореволюционной России этого производства практически почти не существовало. Имевшиеся небольшие мастерские совершенно не разбирались в существе дела, но просто копировали иностранные

образцы. Оптическое стекло не изготовлялось, а импортировалось из-за границы. Потребовалось такое сильное средство, как первая мировая война 1914 г., для того чтобы царское правительство, наконец, прозрело и увидело, что русская армия в отношении столь необходимого ей оптического вооружения (бинокли, артиллерийские, навигационные и др. приборы) целиком зависит от германских фирм.

Созданный революцией Государственный Оптический институт выполнил гигантскую работу, которая послужила прочным фундаментом для крупной советской оптико-механической промышленности, обеспечивающей Советскую армию всеми современными военными оптическими приборами.

#### IV

Институты, деятельность которых кратко очерчена выше, как сказано, возникли с самого начала революции. Ряд крупных научных центров был создан в более поздний период. Среди них необходимо отметить Физический институт Академии Наук СССР имени П. Н. Лебедева (ФИАН) и Институт физических проблем Академии Наук СССР.

Физический институт Академии Наук возник на базе физической лаборатории Академии Наук. Как уже было указано, до революции эта лаборатория обычно была личной лабораторией того или иного академика. После революции, ещё до переезда Академии в Москву, она была расширена, однако выросший из неё уже в Москве Физический институт в такой степени превосходит по своему масштабу старую лабораторию, что его следует рассматривать как совершенно новое учреждение. Этому институту удалось собрать крупные кадры физиков-экспериментаторов и теоретиков. За сравнительно короткий период своего существования (датой возникновения института следует считать 1932 г.) в институте был выполнен ряд важных работ.

Институт физических проблем (основан в 1935 г.) за немногие годы своего существования успел внести крупный вклад в мировую и отечественную науку. Выстроенный и оборудованный с редкой целесообразностью и научным комфортом, он предоставляет своим работникам решительно все возможности для постановки физического эксперимента в крупном масштабе. За истекший период в центре работы этого Института были исследования П. Л. Капицы и его сотрудников (А. И. Шальников, В. П. Пешков и др.) в области низких температур, которые по своему значению принадлежат к числу наиболее выдающихся достижений физики за последние годы.

Организация большой сети крупных исследовательских институтов неизмеримо расширила возможности советских физиков. Само собой разумеется, что их главное внимание было привлечено к этим новым центрам научной мысли. Однако и старые университетские

центры испытали значительное расширение. Из таких университетских центров наибольшую роль за истекшие 30 лет сыграл Физический институт Московского университета. В том самом здании Физического института, где для научной лаборатории во времена П. Н. Лебедева была отведена лишь часть подвала, в настоящее время во всех этажах главное место занимают научные лаборатории, ведущие интенсивную работу. В итоге этой работы — ряд крупных достижений. В этом отношении необходимо прежде всего отметить большое количество исследований, выполненных под идейным влиянием и при непосредственном участии Л. И. Мандельштама и относящихся, главным образом, к двум большим областям: теории колебаний и физической оптике.

Из других направлений, развивавшихся в Московском университете, необходимо прежде всего указать на работы по ферромагнетизму (Н. С. Акулов, Е. И. Кондорский и их сотрудники). В частности, работы Акулова по теории ферромагнитной кристаллической решётки и по теории технической кривой намагничивания сыграли важную роль в современном развитии учения о ферромагнетизме и в настоящее время вошли в учебники. Успешно развивались в стенах Московского университета также работы в области физики газового разряда (Н. А. Капцов, Г. В. Спивак и др.), работы по рентгено-структурному анализу (С. Т. Кнобеевский), работы в области теплофизики (А. С. Предводителей).

Необходимо отметить также своеобразное направление работ В. К. Аркадьева в области учения о магнетизме и выдающуюся по своему значению работу А. А. Глаголевой-Аркадьевой, получившей самые короткие электромагнитные волны, заполняющие ранее неисследованный промежуток между инфракрасными и микрорadiоволнами. Этот результат несколько иным путём был получен независимо от А. А. Глаголевой-Аркадьевой также М. А. Левитской в Воронежском университете.

Значительная работа выполнена также в стенах Ленинградского университета. Здесь следует указать исследования П. И. Лукирского и его учеников по фотоэффекту, далее — работы Е. Ф. Гросса по рассеянию света на упругих стоячих волнах в кристаллах; ряд работ по спектроскопии под руководством А. Н. Теренина был также выполнен в Физическом институте Ленинградского университета.

## V

Попытаемся теперь наметить те основные направления, по которым развивалась советская физика за истекшие 30 лет. Эти направления таковы.

Физика твёрдого тела. Наиболее важные результаты, относящиеся к изучению механических свойств твёрдого тела, были получены А. Ф. Иоффе и его обширной школой. Широко известные работы А. Ф. Иоффе по упрочнению каменной соли при растворении водой её поверхностного слоя привлекли к себе напряжённое

внимание во всём мире. Применение рентгено-структурного анализа к исследованию пластической деформации позволило впервые раскрыть механизм этого важнейшего для всей техники явления.

Из работ других школ в области механических свойств твёрдых тел следует указать многочисленные работы В. Д. Кузнецова и его сотрудников в Томске (Сибирский Физико-технический институт). Ими разработаны удобные методы измерения твёрдости и других механических констант твёрдых тел, исследованы пластические деформации твёрдых тел, физические основы резания металлов. Результаты всех работ по физике твёрдых тел сведены В. Д. Кузнецовым в обширной монографии «Физика твёрдого тела».

П. А. Ребиндер (Москва) открыл интересный эффект понижения прочности твёрдых тел под влиянием поверхностно-активных веществ и указал практические применения этого эффекта.

Аморфное состояние. Работы школы Ленинградского Физико-технического института — П. П. Кобеко, Кувшинского, А. П. Александрова и др., на основе обширного опытного материала привели к широким обобщениям и к новому пониманию упруго-релаксационных свойств высокомолекулярных соединений типа резин.

Электропроводность диэлектриков и полупроводников. Здесь также существенные достижения принадлежат А. Ф. Иоффе и его школе. Теория теплового пробоя диэлектриков дана В. А. Фоком. Исследование электропроводности электронных полупроводников привело к разработке новых типов фотоэлементов, выпрямителей и термоэлементов.

Отметим также важные работы советских теоретиков (Д. И. Блохинцев, Б. И. Давыдов, С. И. Пекар, Я. И. Френкель) по различным вопросам, связанным с теорией полупроводников (теория контактов между полупроводниками и металлом или между двумя полупроводниками, теория выпрямляющего действия и др.). Кикоин и Носков недавно открыли новый магнитооптический эффект, заключающийся в том, что при освещении пластинки из полупроводника, помещённой в магнитное поле, параллельное её плоскости, возникает электродвижущая сила. Теория этого эффекта была дана Я. И. Френкелем, а затем — Л. Д. Ландау.

Необходимо отметить также новые работы Б. М. Вула по получению веществ с огромными значениями диэлектрической проницаемости (титанат бария).

Рентгеноструктурный анализ. Впервые применение рентгенограмм Лауэ к изучению внутреннего механизма пластической деформации было сделано А. Ф. Иоффе и М. В. Кирпичёвой. Наблюденное ими изменение картины при переходе через определённый предел («астеризм») сделалось затем предметом огромного количества исследований, выполненных во всём мире. С. Т. Конобеевскому и Н. Е. Успенскому (Москва) принадлежит первая работа по

применению рентгенографического анализа к изучению механизма вальцовки металлов. Г. В. Курдюмовым — представителем второго поколения школы А. Ф. Иоффе — организована большая лаборатория и создана целая школа физиков, занимающаяся изучением механизма превращений в металлических сплавах. Следует отметить также большую культурную работу, сделанную в этой области. Благодаря развитию у нас работ в области рентгенографического анализа, заводские рентгеновские лаборатории получили кадры подготовленных работников; в самой организации этих лабораторий, в пропаганде их важности на производстве также проделана значительная работа. Отметим здесь также интересную серию работ по рентгенографии жидкостей (В. И. Данилов, Днепропетровск).

Низкие температуры. В этой области было создано два крупных центра: Институт физических проблем в Москве и криогенная лаборатория Украинского Физико-технического института (УФТИ) в Харькове. В научном отношении наибольшее значение имеют работы П. Л. Капицы, посвященные гелию II — замечательной жидкости, которая парадоксальным образом соединяет сверхтекучесть со сверхтеплопроводностью. Это своеобразное поведение гелия II было полностью разъяснено тонкими экспериментами П. Л. Капицы и теоретическими работами Л. Д. Ландау, построившего теорию движения квантовой жидкости. Интересное следствие теории Ландау о существовании в гелии II нового явления (так называемый «второй звук») получило полное подтверждение в прекрасных работах В. П. Пешкова. Из других работ отметим работы по сверхпроводимости (А. И. Шальников), работы по исследованию фазовых переходов и магнитных свойств при водородных и гелиевых температурах (УФТИ), работы по спектрам поглощения при низких температурах (И. В. Обреимов, А. Прихотько).

Важное значение имеют разработанные П. Л. Капицей новые методы получения низких температур. Наряду с совершенно оригинальной гелиевой машиной, им построена турбодетандерная машина для сжижения воздуха, которая работает при низком начальном давлении (4—5 атмосфер вместо обычных 200) и соединяет замечательную компактность с высокой производительностью. Существенные успехи были достигнуты также в решении важной задачи о разделении газов атмосферы и, в частности, получении кислорода, столь необходимого для промышленности, непосредственно из воздуха с высоким коэффициентом полезного действия.

Атомное ядро и космические лучи. В этой важнейшей новой области советскими физиками проделана большая работа.

Число исследований, выполненных в СССР в области ядерной физики, очень значительно. Отметим здесь лишь наиболее важные. К числу их принадлежат работы Д. В. Скобельцына, в которых ему удалось впервые наблюдать в камере Вильсона пути космических частиц. Примененный в этих работах метод камеры Вильсона, поме-

щённой в магнитное поле, получил с тех пор самое широкое распространение. А. И. Алиханову и его сотрудникам принадлежат обширные и тщательные исследования сплошных  $\beta$ -спектров и образования пар, причём было обнаружено спонтанное испускание позитронов источниками  $Ra(C+C')$  и  $ThC''$ . Достоверность и точность результатов, полученных в этих работах при исследовании слабых эффектов, в значительной степени обусловлены применением остроумного магнитного спектрографа Алиханова, в котором частицы регистрируются парой счётчиков Гейгера, включённых в схему совпадений.

Фотографическое исследование возникновения пар было выполнено в большом масштабе И. М. Франком и Л. В. Грошевым.

И. В. Курчатовым и Русиновым было впервые открыто замечательное явление ядерной изометрии у брома. Лаборатория А. И. Лейпунского посвятила большое количество исследований рассеянию и поглощению нейтронов. К. А. Петржак и Г. Н. Флёров в тонкой работе открыли чрезвычайно редкие процессы спонтанного деления урана.

В. И. Векслером разработан остроумный проект ускорителя (синхротрон) релятивистских частиц, т. е. частиц, обладающих столь большой скоростью, что ускорение их в циклотроне невозможно вследствие релятивистской зависимости массы от скорости. Аналогичный проект был предложен Мак-Милланом в США с последующим признанием приоритета В. И. Векслера.

Необходимо отметить также интенсивную и плодотворную работу советских теоретиков в этой области. Гипотеза об обменном характере ядерных взаимодействий была впервые сформулирована независимо друг от друга И. Е. Таммом и Д. Д. Иваненко. Разработанная И. Е. Таммом на основе этой гипотезы теория, сводившая природу ядерных сил к обмену лёгкими частицами (электроны и нейтрино), правда, привела к результатам количественно резко расходящимся с экспериментом, тем не менее основные её идеи остались и поныне руководящими в дальнейшем развитии теории ядерных сил в работах теоретиков всего мира.

Важные результаты принесли последние исследования природы космических лучей, выполненные в высокогорных экспедициях, а именно в экспедиции на г. Алагёз (3200 м над уровнем моря) в Армении, организованных Академией Наук Армянской ССР под руководством А. И. Алиханова и А. И. Алиханяна, и в Памирских экспедициях ФИАН, работавших на высотах до 4800 м над уровнем моря (В. И. Векслер, Д. В. Скобельцын).

Наиболее замечательные результаты работы этих экспедиций связаны с изучением так называемых «узких атмосферных ливней», состоящих из мезонов. Далее, в результате работ Алагёзской экспедиции (Алиханов, Алиханян и Вайсенберг) можно считать установленным существование ещё нового вида заряженных элементарных частиц с массой в интервале 400—900  $m$  ( $m$  — масса электрона), т. е. ча-

стиц, отличающихся от всех известных ранее, включая мезотроны с массой 200 *m*. Исследования ядерных расщеплений под действием космических лучей, выполненные в Памирских экспедициях (В. И. Векслер, Д. В. Скобельцын), принесли убедительные данные в пользу существования нейтральных мезотронов.

Применение метода толстослойных пластинок, разработанного Л. В. Мысовским и А. П. Ждановым, позволило А. П. Жданову получить замечательные фотографии полного расщепления атомов на составляющие их элементарные частицы под действием космических лучей (так называемые «звёзды»).

Оптика. Как уже неоднократно упоминалось, в области оптики за истекшие 30 лет были достигнуты выдающиеся успехи. Основными центрами оптических работ являлись:

а) Государственный Оптический институт, созданный Д. С. Рождественским. После Д. С. Рождественского научное руководство ГОИ принадлежало С. И. Вавилову до его избрания Президентом Академии Наук СССР.

б) Физический институт Московского университета, где Л. И. Мандельштамом, его ближайшими сотрудниками Г. С. Ландсбергом и М. А. Леонтовичем и их учениками выполнен ряд работ первостепенного значения.

Выдающаяся по своему значению работа ГОИ в области прикладной оптики была начата с разработки методов получения оптического стекла. Благодаря трудам И. В. Гребенщикова, Н. Н. Качалова, А. А. Лебедева мы имеем теперь собственное оптическое стекло. Разработка методов полировки стекла тем же Гребенщиковым позволила изготавливать из своего собственного стекла, своими методами всевозможные объективы вплоть до огромных астрономических и сложнейших объективов для аэрофотографии.

В этом отношении большую роль сыграло создание советской школы оптиков-вычислителей (А. И. Тудоровский, Г. Г. Слюсарев и др.). Вычислительное бюро Оптического института выполнило расчёты всех типов телескопических, фотографических, микроскопических и других типов оптических систем. При этом были созданы оригинальные методы расчёта и составлены вспомогательные таблицы, облегчающие выбор сортов стекла и ход расчёта. Остроумные методы контроля оптических систем, разработанные В. П. Линником, оригинальные конструкции оптических приборов того же В. П. Линника, А. А. Лебедева, Е. М. Брумберга и др., работы А. А. Гершуна по фотометрии (теория светового поля) и работы по светотехнике, колориметрии, научной фотографии — всё это двинуло нашу прикладную оптику далеко вперёд и оказало неоценимые услуги нашей промышленности и обороне.

Наряду с работами в области прикладной оптики, той же Ленинградской школе оптиков принадлежит и ряд важных работ в области оптики физической. Классические работы Д. С. Рождественского по аномальной дисперсии были продолжены его учениками (А. Филипп-

пов и В. Прокофьев). В области спектроскопии Д. С. Рождественскому впервые удалось расшифровать спектры щелочных металлов. По его же инициативе в последние годы были предприняты обширные работы по изучению спектров редких земель. Работы в области атомных спектров (С. Э. Фриш), их сверхтонкой структуры (А. Н. Теренин, Е. Ф. Гросс и др.), молекулярных спектров (В. М. Чулановский), количественного спектрального анализа минералов и руд (А. Н. Филиппов и В. К. Прокофьев), оптического возбуждения спектров (А. Н. Теренин) принесли много ценных результатов, а сконструированным в том же институте новым типам спектрографов, где такие дорогие и редкие материалы, как кварц и флуорит, заменены гораздо более дешёвыми монокристаллами хлористых и фтористых солей, несомненно, принадлежит большое будущее. Особо следует упомянуть замечательные работы А. Н. Теренина, который от спектроскопии пришёл к исследованию элементарных фотохимических процессов.

Люминесценция в конденсированных системах (растворы, фосфоресцирующие порошки) была подвергнута обширному и разностороннему исследованию в работах С. И. Вавилова (Институт физики и биофизики, Физический институт имени П. Н. Лебедева Академии Наук СССР, Государственный Оптический институт) и его сотрудников. Можно сказать, что большинством тех сведений, которыми мы располагаем в настоящее время по поводу флуоресценции в растворах, мы обязаны работам этой школы. Экспериментальные возможности здесь были значительно расширены благодаря разработанному С. И. Вавиловым «методу гашения», который позволяет производить количественные исследования на пределе способности глаза к восприятию света. С эффектами при ничтожно слабых освещённостях связана серия важных работ С. И. Вавилова, обнаружившего и исследовавшего флюктуации наблюдаемой освещённости вследствие корпускулярной природы света.

Наиболее важные результаты, полученные московской школой оптиков, руководимой Л. И. Мандельштамом, связаны с изучением рассеяния света. Исследование молекулярного рассеяния твёрдыми телами, предпринятое Г. С. Ландсбергом, увенчалось открытием Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом комбинационного рассеяния. Это открытие, сделанное московскими физиками совершенно независимо от Рамана и одновременно с ним, несомненно, является одним из самых важных событий в физике за последние 30 лет. Оно дало толчок ко многим сотням работ, выполненных во всём мире, оно было широко использовано для значительного углубления и расширения наших знаний о строении сложных молекул и легло в основу аналитических методов, важных в практическом отношении.

Другой новый оптический эффект был открыт в стенах Физического института Академии Наук. Именно, теоретическими работами Вавилова, Франка и Тамма было показано, что изученное в том же институте П. А. Черенковым свечение жидкостей под действием жё-

стких  $\gamma$ -лучей представляет собой совершенно своеобразный вид излучения: излучение электрона, равномерно движущегося со скоростью, большей фазовой скорости света в данной среде. Повторение опытов Черенкова в большом масштабе, сделанное в Америке, полностью подтвердило все его результаты.

В практическом отношении очень большое значение имела разработка методов количественного спектрального анализа металлов, начатая под руководством Г. С. Ландсберга в Физическом институте Московского университета и продолжающаяся под его же руководством в Физическом институте Академии Наук.

Фотоэффект и свойства фотоэлементов также послужили предметом многочисленных работ. П. И. Лукирскому (Физический институт Ленинградского университета) благодаря введённому им остроумному методу сферического конденсатора удалось наиболее безупречным образом проверить уравнение Эйнштейна и получить самое точное значение постоянной Планка. Свойства сложных фотокатодов были исследованы московской группой физиков (П. В. Тимофеев и его сотрудники), работавших во Всесоюзном электротехническом институте (ВЭИ), и группой работников Физического института Украинской Академии Наук в Киеве (Н. Д. Моргулис и его сотрудники). В этом же институте была разработана технология получения и изучены свойства превосходных по своим качествам фотоэлементов из сернистого серебра, обладающих, подобно серно-таллиевым фотоэлементам А. Ф. Иоффе, высокой интегральной чувствительностью и чувствительных в ближней инфракрасной части спектра. Сурьмяно-цезиевый фотокатод изучен, пущен в производство и широко применяется в СССР с 1937 г. — раньше и полнее, чем в США (Лукирский, Лунева, Лукьянов, Моргулис, Хлебников). Л. А. Кубецкий впервые построил электронный умножитель, основанный на вторичной эмиссии электронов. Наконец, П. С. Тартаковским (СФТИ — Сибирский Физико-технический институт в Томске) был исследован фотоэффект в кристаллах, а Т. П. Кравец и М. В. Савостьянова (ГОИ) установили природу так называемого «скрытого изображения» в фотографических слоях.

Очень важный, с точки зрения разработки новых источников света, вопрос о свечении газового разряда был исследован во Всесоюзном электротехническом институте (В. А. Фабрикант и его сотрудники).

Физика колебаний принадлежит к числу отделов, которые особенно интенсивно и с особенно большим успехом разрабатывались советскими учёными. Исключительная заслуга разработки этих важнейших как в теоретическом, так и в практическом отношении вопросов принадлежит школам Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси и совместной работе Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси. Этими работами, во-первых, создана целая новая область физики нелинейных колебаний, привлекающая к себе всё большее внима-

ние. Обширная школа физиков, занимающихся разработкой этих проблем, имеет уже несколько поколений. Работы, начатые в Физическом институте Московского университета, продолжаются в Физическом институте Академии Наук имени П. Н. Лебедева, в Горьковском университете (А. А. Андронов, С. Э. Хайкин, Г. С. Горелик и др.) и в ряде научно-исследовательских институтов прикладного характера. Другая серия важных работ, относящихся уже к последним годам, ведёт начало от работы Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси по скорости распространения электромагнитных волн радиотехнического диапазона. Как это ни странно, до самого последнего времени не существовало безупречных определений этой скорости. Л. И. Мандельштамом и Н. Д. Папалекси был разработан остроумный интерференционный метод, который и был применён для непосредственных измерений в ряде экспедиций. Эти работы нашли себе ценный практический выход в виде разработки радиоинтерференционных методов измерения расстояний. Построенный на этом принципе прибор — радиодальномер — уже нашёл себе обширные применения в гидрографии, навигации и т. д.

Теоретическая физика. Советские теоретики приняли самое активное участие в разрешении важнейших проблем теоретической физики, испытавшей за истекшие 30 лет необычайно бурное развитие. Нет возможности ни перечислить все работы, опубликованные в этой области, ни назвать все имена. Ограничимся лишь несколькими примерами. В. А. Фоку принадлежит ряд важных работ в области квантовой механики, квантовой электродинамики и общей теории относительности. Им разработаны два приближённых метода решения уравнения Шрёдингера для системы частиц, из которых один даёт значительно более точные результаты, нежели метод, ранее предложенный Хартри, а другой — отличается необычайной простотой и изяществом и, при несколько меньшей точности, позволяет быстро получить результат. Этими методами пользуются в настоящее время теоретики всего мира.

Безвременно скончавшийся выдающийся советский теоретик А. А. Фридман впервые нашёл нестационарное решение уравнения тяготения Эйнштейна. Эта работа Фридмана положила начало целому направлению в релятивистской космологии.

Я. И. Френкелю принадлежит очень большое число работ в самых разнообразных отделах теоретической физики. Им высказан ряд идей, оказавшихся необычайно плодотворными. Так, им впервые была дана волномеханическая теория электрического сопротивления металлов; им же впервые была высказана идея о происхождении ферромагнетизма за счёт квантовомеханических «обменных сил». В высшей степени плодотворным оказалось введённое Я. И. Френкелем различие электронной и «дырочной» проводимости в полупроводниках.

Общепринятое в настоящее время представление о протонно-нейтронной структуре ядра (взамен старого представления об элек-

тронно-протонной структуре, которое привело к неразрешимым противоречиям) было впервые сформулировано Д. Д. Иваненко.

И. Е. Тамму, помимо уже упомянутых работ по теории ядерных сил, принадлежит ряд важных работ по квантовой оптике металлов. Установленное им существование поверхностных уровней энергии в кристаллах является в настоящее время общепризнанным.

Весьма важное значение имели работы Л. Д. Ландау по теории так называемых фазовых переходов 2-го рода, по диамагнетизму газа свободных электронов, по квантовой теории соударений. В последнее время, как уже было упомянуто, Л. Д. Ландау с успехом разработал теорию движения квантовой жидкости, позволившую не только объяснить открытые П. Л. Капицей замечательные свойства гелия II, но и предсказать новый эффект — существование в гелии II наряду с обычными звуковыми волнами (волнами давления), также и особых температурных волн (так называемой второй звук). Об экспериментальном подтверждении этой теории опытами В. П. Пенкова уже было упомянуто выше.

Крупный шаг в теории ферромагнетизма был сделан благодаря работам Н. С. Акулова и его сотрудников. Акуловым была найдена закономерность, названная им «законом анизотропии», которая позволила рассчитывать основные физические свойства ферромагнитных кристаллов.

Химическая физика. В разработке этой новой, пограничной между физикой и химией, области советские физики приняли самое активное участие. Физик Н. Н. Семёнов развил цепную теорию химических реакций, являющуюся естественным результатом применения к элементарным химическим процессам современных представлений о строении молекул и о механизме обмена энергией. Эта теория оказала большое влияние на работу в области химической кинетики за последние годы, а полученный Н. Н. Семёновым и его сотрудниками экспериментальный материал по механизму горения и взрывных реакций, по различного рода реакциям окисления имеет большую ценность как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Выдающуюся роль в замечательных успехах, сделанных фотохимией за последние два десятилетия, сыграли работы советского физика А. Н. Теренина, которому впервые удалось разгадать механизм оптической диссоциации молекул, а в последние годы — далеко продвинуться в изучении фотохимии сложных молекул, используя для этого тончайшие физические методы.

Наконец, физику же, В. Н. Кондратьеву, фотохимия и химическая кинетика обязаны исследованием важного явления «индуцированной преддиссоциации», изучением механизма распада простых молекул под действием электронного удара, исследованием хемилюминесценции в газах, разработкой деликатнейших оптических методов обнаружения химических радикалов и т. д.

Поскольку вся эта обширная область теснее связана с химией, — мы ограничимся приведёнными беглыми замечаниями.

Биологическая физика. Эта пограничная область также интенсивно разрабатывалась советскими физиками, особенно П. П. Лазаревым и его школой. П. П. Лазаревым была разработана стройная физико-химическая теория нервного возбуждения и подвергнута проверке на обширном и разностороннем экспериментальном материале. Сюда же относятся выполненные в Институте П. П. Лазарева работы Н. Т. Фёдорова и С. В. Кравкова по физиологической оптике, работы П. Н. Беликова и С. Н. Ржевкина по физиологической акустике, работы С. Н. Ржевкина по раздражению электрическим током.

К совершенно иному кругу проблем биологической физики относятся работы В. В. Шулейкина. Этот круг проблем был правильно назван им биологической физикой моря. В. В. Шулейкин исследовал механику движения отдельной рыбы и рыбьей стаи, аэродинамику полёта летучей рыбы, физическую природу маскировки (мимикрии) рыб.

## VI

Параллельно с ростом сети научно-исследовательских институтов, с увеличением количества работников в области, физики, естественно, росли и запросы, предъявляемые к научной литературе. До революции русская научная литература по физике была необычайно бедна. Для серьёзного изучения неизбежно приходилось пользоваться почти исключительно литературой на иностранных языках. В качестве исключения можно назвать пятитомный «Курс физики» О. Д. Хвольсона, сыгравший большую роль в поднятии уровня культуры в области физики в России и переведённый на несколько иностранных языков. Периодическая печать также была представлена слабо. Опубликование исследовательских работ осуществлялось в физической части «Журнала русского физико-химического общества при С.-Петербургском Университете». Несомненно, положительную роль играла вторая часть этого журнала, имевшая особое название «Вопросы физики» и состоявшаяся из обзорных статей; положительную роль сыграли также неперіодические сборники «Новые идеи в физике», выходившие под редакцией И. И. Боргмана.

С самого начала революции издание научной литературы было поставлено в совершенно ином, неизмеримо более широком масштабе. В результате, за 30 лет, особенно за вторую половину этого периода, литература по физике становится настолько обширной, что не только для специальных университетских курсов, но и для кандидатских экзаменов почти по всем вопросам можно указать серьёзные монографии на русском языке. Среди них следует назвать «Физику кристаллов» А. Ф. Иоффе, «Теорию колебаний» А. А. Андропова и С. Э. Хайкина, «Космические лучи» Д. В. Скобельцына,

«Квантовую теорию молекул» К. В. Никольского, «Квантовую механику» В. А. Фока, двухтомную «Электродинамику» Я. И. Френкеля и его же «Квантовую механику» и «Кинетическую теорию жидкостей». Некоторые из этих монографий (книги Иоффе и Френкеля) вышли также в переводах на иностранные языки. Появился также ряд оригинальных учебных руководств. Таковы «Молекулярная физика» А. Ф. Иоффе, «Механика» С. Э. Хайкина, «Оптика» Г. С. Ландсберга, «Теория электричества» И. Е. Тамма, «Статистическая физика», «Теория поля» и «Механика сплошных сред» Ландау и Лифшица, «Статистическая физика» М. А. Леонтовича, «Квантовая механика» Д. И. Блохинцева, «Атомная физика» Э. В. Шпольского, «Кинетическая теория материи» А. К. Тимирязева и ряд других. Наконец, нельзя не отметить прекрасные издания классиков физики. Мы имеем теперь на русском языке «Начала», «Оптику» и «Лекции по оптике» Ньютона, первые — в переводе А. Н. Крылова, а оптические сочинения — в переводах С. И. Вавилова, далее — «Беседы» Галилея, «Закон сохранения энергии» Майера и Гельмгольца, «Аналитическую механику» Лагранжа и ряд других классических произведений.

Периодическая литература представлена четырьмя журналами. Из них три публикуют оригинальные исследования («Журнал экспериментальной и теоретической физики», «Журнал технической физики» и «Известия АН СССР, серия физическая»), четвёртый — обзорный журнал «Успехи физических наук». Пяти томный «Физический словарь», вышедший под редакцией П. Н. Беликова, и девяти томный «Справочник физических и технологических констант», изданный Технической энциклопедией, являются ценными справочниками по всем вопросам физики.

---

Съезды и конференции до революции были редким явлением в России. Они осуществлялись в виде «Съездов русских естествоиспытателей и врачей», в составе которых имела физическая секция. По идее эти съезды должны были собираться ежегодно. В действительности же они созывались очень редко. Незадолго до войны 1914 г. начали созываться более специальные «Менделеевские съезды по физике и химии», но и они были редким явлением. После революции научно-общественная жизнь физиков испытала значительное оживление. Уже в 1919 г. в Ленинграде собрался «Первый съезд русских физиков». В последующие годы такие съезды собирались почти ежегодно. Однако число докладов быстро возросло, настолько, что оказалось невозможным их серьёзное обсуждение. Ввиду этого, в последние годы было найдено более целесообразным созывать конференции по отдельным вопросам. Такие конференции, преимущественно в форме сессий физико-математического Отделения Академии Наук, устраиваются несколько раз в год.

---

На этом мы заканчиваем краткий очерк развития советской физики.

Сто с небольшим лет назад, в обзоре «Русская литература в 1842 году» В. Г. Белинский писал: «Наука у нас ещё слишком нежное и слабое растение, которому ещё некогда было даже пустить корней, не только распуститься пышным и благоуханным цветом. Это, впрочем, не значит, чтоб у нас не было науки: это значит только, что наука на Руси до сих пор ещё что-то вроде элевзинских таинств,—исключительное достояние небольшого избранного класса людей, а не целого общества...» Эти яркие слова, написанные в начале 1843 г., в определённом смысле могли быть применены ко всему дореволюционному периоду истории русской науки: наука в царской России, хотя и значительно окрепла во второй половине XIX столетия и в первом десятилетии XX, всё ещё оставалась делом немногих избранных. Тем более грандиозным представляется тот сдвиг, который испытала наша наука за годы революции.

В дни, когда приближается знаменательная дата тридцатилетия этого всемирно-исторического события, после грозных испытаний Великой Отечественной войны, закончившейся полным разгромом злейшего врага культуры и прогресса—германского фашизма,—поучительно оглянуться назад на путь, пройденный советской наукой. Этот период характеризуется именно тем, что наука у нас перестала быть «чем-то вроде элевзинских таинств», а стала достоянием всего народа. Перефразируя прекрасные слова Д. И. Менделеева, скажем: поистине посев научный взошёл для жатвы народной! И когда мы вспоминаем о пышном расцвете и стремительном движении вперёд, которые испытала советская наука в одной только специальной области физики,—наше сердце наполняется огромной радостью, гордостью за нашу прекрасную родину и спокойной уверенностью в её великом будущем.

---