

17. Теплотехника.
18. Музыкальная акустика.
19. Обработка поверхностей.
20. Химические производства.

Техническая физика, созданная после революции, не получила еще достаточного развития, и это находится в резком противоречии с требованиями быстро растущей промышленности. Однако по многим разделам она уже не уступает технической физике Франции, Англии, Италии.

Советская физика ушла далеко вперед по сравнению с довоенным своим уровнем. Она является одним из серьезных участков научного фронта и перестала иметь некий провинциальный отпечаток. Есть области (нелинейные колебания, цепные реакции), где советская наука является ведущей. Выше был перечислен ряд других областей, где советские ученые находятся в первых рядах современной физики. Имеются и оригинальные направления технической физики (химическая полировка, агрофизика), созданные в Советском Союзе. Однако, оценивая состояние советской физики в данный момент, мы, несмотря на все ее успехи, должны признать, что она еще отстает от нашей промышленности, вышедшей по ряду отраслей на первые места в мире. Перед советской физикой стоит почетная задача: догнать свою быстро растущую промышленность и в содружестве с ней перегнать науку других развитых стран. Исключительно благоприятные условия нашей социалистической родины обеспечивают реальную возможность великих научных достижений и широкого проникновения науки в жизнь.

СОВЕТСКИЕ ФИЗИКИ И ДОРЕВОЛЮЦИОННАЯ ФИЗИКА В РОССИИ *

В самом начале XX в. в физике произошли резкие изменения. Эпоха, охватывающая период 1895—1912 гг., характеризуется установлением принципиальных основ

* Статья опубликована в юбилейном выпуске журнала «Успехи физических наук» (1947, т. 83, вып. 4, 453—468), приуроченном к празднованию 30-летия со дня Великой Октябрьской социалистической революции.

атомной физики. Была доказана атомная структура электричества, определены заряд и масса электрона, установлено атомное строение вещества, измерено число атомов в данном теле и число заключенных в каждом атоме электронов, расположение атомов в кристалле. Броуновское движение сообщило статистическому представлению о тепловом движении молекул такую же реальность, какой обладали прежде только непосредственно наблюдаемые макроскопические явления.

Настойчивые попытки дать теорию лучистой энергии привели Планка к необходимости ввести новую универсальную постоянную — квант действия. Выяснилось, что в природе света, кроме давно известных волновых свойств, имеется другая, квантовая сторона. Решающей в этом направлении была работа Эйнштейна, который показал, что основные факты в области фотоэффекта и флюоресценции свидетельствуют о квантовой структуре самих электромагнитных волн, а не только явлений испускания и поглощения света. Наконец, теория относительности Эйнштейна составила одно из важнейших направлений физики этой эпохи.

Основой физики дореволюционных лет были две задачи — узнать строение атома и понять физический смысл квантов. Каждый новый факт, связанный с атомной физикой, использовался, чтобы построить новую гипотезу атома. Одну из таких гипотез — пластинчатый атом — предложил в это время О. Д. Хвольсон. Но только с 1912 г., когда появилась идея Резерфорда об электронах, вращающихся вокруг положительного ядра, и вслед за тем ее дальнейшее развитие в квантовой модели Бора, эта задача нашла свое решение. В том же 1912 г. открытие интерференции рентгеновых лучей в кристаллах обнаружало атомную структуру кристаллов и положило начало спектроскопии рентгеновых лучей. В работах Мозлея эти спектры связались со строением атома.

Строение атомов и кристаллов, рентгеновые и оптические спектры атомов и загадка сверхпроводимости — вот чем жила физика в период перед первой мировой войной.

Что было у нас в это время?

В 1906 г., когда я начинал работать в Петербурге, в физике были еще сильны традиции XIX в., скорее, его середины — школы Ф. Ф. Петрушевского. Преподавание физики в высшей школе шло по линии так называемой

измерительной физики — методов измерения как основы точного знания.

Во всех высших школах С.-Петербурга первый курс отводился описанию измерительных приборов, и только со второго курса излагались законы из области теплоты, электричества, магнетизма, оптики, акустики. Теоретическая, или, вернее, математическая, физика в университете сводилась к феноменологической формулировке законов и решению уравнений в частных производных из области теплопроводности и электростатики.

Профессора и преподаватели физики высших школ обладали обширной эрудицией, но мало внимания уделяли творческой деятельности. Научные работы оставленных при университете физиков часто сводились к повторению опубликованных работ.

Блестящие, но также по преимуществу феноменологические лекции О. Д. Хвольсона пользовались успехом у студентов, но не давали импульса к научному творчеству. Таков был и его замечательный многотомный курс физики, полно и дидактически ясно охвативший всю совокупность физических знаний того времени и переведенный на ряд иностранных языков.

Научная работа в Физическом институте Петербургского университета находилась на невысоком уровне. Ее состояние можно иллюстрировать напутствием, которое после смерти основного руководителя Физического института И. И. Боргмана было сделано мне и Д. С. Рождественскому, как его преемникам по руководству научными работами: «Конечно, Дж. Дж. Томсон или Резерфорд создают новые пути в науке, но не может же обыкновенный наш физик придумывать какие-то новые проблемы, а поэтому задача Физического института — повышать знания и экспериментальное искусство сотрудников».

Однако в эти же годы в Петербурге вел свою работу Д. С. Рождественский, который создал «метод крюков» и закончил уже свое замечательное исследование дисперсии в парах натрия.

Другим блестящим физиком того времени в Петербурге был Д. А. Рожанский, диссертация которого (исследование искры) привлекла всеобщее внимание свежестью физических идей.

Столь же ярким явлением была диссертация В. Ф. Миткевича о механизме вольтовой дуги, наглядно показывающая роль электронов. В области оптики вызы-

вали интерес работы С. И. Покровского по интерференции и А. Л. Гершуна — по онтотехнике.

Недостаточно оценены интересные исследования И. А. Гезехуса и Н. Н. Георгиевского по электризации трением.

Дальше позвольте назвать себя: возвратившись в Петербург из Мюнхена, где я работал с Рентгеном, я поставил своей целью экспериментальное доказательство существования электронов и квантов света, очевидность которых мне стала ясна с самого начала. Наряду с этим, я продолжал начатые в Мюнхене исследования электрических свойств кристаллов.

Большое влияние на всех петербургских физиков, в частности на меня, имел Павел Сигизмундович Эрэффест. Его необычайная творческая и общественная активность подняла научные интересы и научную критику на большую высоту.

Нельзя забывать, что в том же Петербургском университете кафедра химии являлась мощным центром физической и химической мысли, возглавляемым великим Менделеевым.

Одним из важнейших тормозов для физиков того времени была университетская система сдачи магистерских экзаменов, необходимых для получения доступа к научной работе в университете. Эта уродливая система была камнем преткновения, который в течение многих лет в Петербурге не преодолел ни один физик. Преподаватели математики не делали различия между учеными с математическими интересами и физиками, для которых математика являлась вспомогательным методом в работе, а не существом их деятельности.

Такова была физика столичного С.-Петербурга.

По другому обстояло дело в Москве. Здесь зародилась первая русская школа физиков, школа Петра Николаевича Лебедева, из которой вышел ряд ведущих ученых. Школа Лебедева по тематике и научной организации представляла собой самое отрадное явление дореволюционной физики. Она не могла, однако, развернуться в условиях царской России. Я хорошо помню 1907 - 1909 гг., когда мне приходилось бывать у Лебедева в Москве. Его научные лаборатории помещались в подвале Физического института, потому что основные этажи предназначались для других целей. Однако и из подвала ему пришлось уйти, когда Московский университет, про-

тествуя против увольнения прогрессивной профессуры, вступил в конфликт с реакционным царским правительством. Значительная часть профессоров ушла из университета; вместе с ними ушел и Лебедев. Хотя он и пытался организовать лабораторию в небольшой частной квартире, настоящего большого института из нее в то время вырасти не могло; до окончания же постройки нового института он не дожид.

К Лебедеву примыкали: его товарищ, блестящий физик и педагог Александр Александрович Эйхенвальд — автор классического исследования магнитного поля движущегося заряда и токов смещения, сильно способствовавший подъему научного уровня московских физиков, и ближайший ученик Лебедева — Петр Петрович Лазарев, организовавший научную работу в области биофизики и геофизики.

В лаборатории Лебедева проводился ряд интересных физических исследований. Прежде всего, это были замечательные работы самого Лебедева по световому давлению на твердые тела и газы, работы П. П. Лазарева и А. К. Тимирязева по кинетической теории газов, акустические измерения В. Д. Зернова и др., работы в области радиоволн В. К. Аркадьева и В. И. Романова. Из этой же школы вышли С. И. Вавилов, Б. В. Ильин и многие другие. В Москве работали еще П. А. Умов и А. П. Соколов.

В провинции работали отдельные крупные ученые, среди них такие, как Д. А. Гольдгаммер и В. А. Ульянин в Казани, Д. А. Рожанский и Т. П. Кравец — в Харькове, в Одессе — Н. П. Кастерин, в Киеве — И. И. Косоногов и Н. Н. Шиллер.

И в Петербурге, помимо университета, имелись отдельные крупные физики: Н. А. Гезехус, Д. Ф. Егоров, А. Л. Гершун, В. Ф. Миткевич, братья Д. А. и Н. А. Смирновы, но школ они не создали. В Академии наук работал один из основоположников сейсмометрии Б. Б. Голицын, а затем и А. Н. Крылов.

Русская физика может назвать ряд выдающихся имен: Ломоносова, Петрова, Ленца, Столетова, Менделеева и такие технические достижения, как вольтова дуга Петрова, гальванопластика Якоби, свеча Яблочкова, лампа накаливания Лодыгина и радиосигнализация Попова.

Перед Октябрьской революцией мы имели немало образованных физиков, но единственной большой научной школой была школа Петра Николаевича Лебедева, к тому

времени умершего. Его заменил И. П. Мазарев. Только перед самой революцией в Петрограде выделилась наша группа, в которую входили П. Л. Капица, Я. И. Френкель, Н. Н. Семенов, П. И. Лукирский, Я. Г. Дорфман и несколько других. Из этой школы потом вырос Физико-технический институт.

В этот период существовало физическое общество, среди членов которого, помимо научных дискуссий, нередко возникали острые политические конфликты. В Петербургском физическом обществе числилось немногим больше 100 членов и столько же в Московском, причем значительная часть членов состояла одновременно в двух обществах сразу. Кроме того, среди членов общества имелись любители физических знаний, не занимавшиеся научной работой. Я думаю, что число ученых физиков в России того времени правильно будет оценить примерно в 100 человек.

У нас был журнал Физико-химического общества, состоявший из двух частей: физической и химической. В физической части было два раздела — оригинальные работы и обзоры, но все это в очень небольших масштабах — 9 тощих номеров в год.

Подготовка кадров в Петербургском университете определялась программой государственных экзаменов, которая была составлена чиновниками. Мне приходилось участвовать в государственных экзаменах в Петербургском университете и на Высших женских курсах. Я часто задавал вопрос: «Почему стрелка амперметра отклоняется при прохождении тока?». Большей частью вопрос вызывал недоумение, а иногда ответ был такой: «Электрическая стрелка, потому и отклоняется». В университетском преподавании физика и техника не связывались, а даже противопоставлялись друг другу.

Великая Октябрьская революция круто повернула судьбы русской физики. Уже в 1918 г. начала организовываться советская физика, причем совсем другими путями, чем шла физика дореволюционная. Советская власть создала крупные научные центры, которых почти не было до революции, поскольку физическая лаборатория Академии наук, руководимая Б. Б. Голицыным, занималась вопросами сейсмологии, а физическая лаборатория была невелика.

На протяжении только 1918 г. было образовано три больших института. В Москве создан Институт физики и биофизики. Этот институт, предназначавшийся для

П. Н. Лебедева и возглавляемый П. П. Лазаревым, получил сильный уклон в биологию, но занимался также молекулярной физикой, оптикой, геофизикой и другими разделами физики. В Ленинграде в октябре 1918 г. был организован Физико-технический институт и вскоре там же — Оптический институт, который вырос затем в самый большой в мире институт, являющийся научной базой оптической промышленности Советского Союза.

Каждый из этих трех институтов ставил себе целью как развитие самой физики, так и связь ее с соответствующими сторонами жизни. Институт физики и биофизики, естественно, тяготел к медицине, Физико-технический — к электротехнике, энергетике, металлам, Оптический институт поставил и решил задачу создания в Советском Союзе промышленности оптического стекла и оптических приборов. Кроме того, каждый институт создал большую школу, в которой начали расти кадры нового типа.

В первые годы существования Советской власти Советский Союз был отрезан от заграницы, и наша научная работа велась в отрыве от мировой науки. Основные направления и научные интересы, как потом выяснилось, были те же, что и за границей. Новой была их связь с задачами построения первого в мире социалистического общества.

Первая мировая война застала физику в период бурного расцвета атома Бора и метода Лауэ. С этих позиций мы и начали свою работу.

Д. С. Рождественский организовал атомную комиссию. В ее задачу входило дальнейшее развитие теории Бора и обобщение ее на случай более сложных по сравнению с водородом атомов и их спектров. Для всестороннего использования метода Лауэ Физико-техническим институтом была организована молекулярная комиссия. В основе работ первой комиссии лежал атом Бора, второй — метод Лауэ.

В атомной комиссии зародилась передовая магнитная теория спектральных двойников Рождественского. Молекулярная комиссия привела к открытию механизма пластических деформаций и текстур при холодной обработке металлов.

В начале 1924 г. мне и Д. С. Рождественскому было предложено восстановить научные связи с заграницей. С этой целью, а также для закупки оборудования мы

были командированы за границу. С нами вместе выехали А. Н. Крылов и П. Л. Капица. Встретили нас чрезвычайно благожелательно, а доклад о результатах работ советских ученых за этот период вызвал сенсацию. Никто не ожидал, что в «дикой стране большевиков» может развиваться наука и давать результаты, в некоторых случаях идущие дальше того, что достигнуто в западных странах. В первые же годы советская физика заняла достойное место в мировой науке.

Наша поездка имела целью также обеспечить новые институты оборудованием, потому что в те годы ждать его от наших заводов было бесполезно. И эта вторая задача была выполнена мной и Д. С. Рождественским. Наши институты получили прекрасное оборудование, причем в таком большом количестве, что когда из Физико-технического института выделилась целая серия институтов, многие из них продолжали пользоваться частью этого оборудования.

После нашего возвращения институты укрепились. 4 февраля 1923 г. наш институт переехал из Политехнического института в собственное специально оборудованное здание, и примерно в то же время начал перемещаться из университета Оптический институт.

Оглядываясь на весь этот период, я считаю большой заслугой советских физиков, что вместо случайной тематики, иногда перенесенной из-за границы, они стали развивать свои собственные научные направления. Многие из поставленных у нас проблем заинтересовали заграничные лаборатории и в некоторых случаях получили там значительное развитие; но важно отметить, что наша тематика строилась на том фундаменте, который был заложен в самом начале советского периода, в условиях полной изоляции от западной науки.

Начну с близкого мне Физико-технического института. Здесь получила широкое развитие проблема прочности и пластической деформации кристаллов и их электрических свойств. Эти вопросы начали усиленно изучаться и на Западе — в Англии, Германии и США. Некоторые из наших выводов стали предметом оживленной дискуссии; но все они полностью сохранили свое значение, но все же ведущая роль принадлежала нам. Здесь же Иваном Васильевичем Обреимовым был разработан остроумный метод получения монокристаллов. В то время многие заграничные лаборатории, перейдя к изучению монокристал-

лов, использовали метод Обреимова, а иногда и его кристаллы. Большое значение имели также работы Обреимова по силам сцепления в слюде и позже по новому виду двойникового, образующегося при пластической деформации.

К этому времени относится также появление ряда других направлений, имеющих свои корни в советской физике и распространившихся на лаборатории всего мира.

Николай Николаевич Семенов уже в студенческие годы стремился сочетать физику с химией. Начав с исследования электрических полей методом раскаленного зонда, он использовал эти данные для улучшения методики измерения энергии ионизации и диссоциации. Создав теорию так называемого теплового пробоя диэлектриков, он перенес основные идеи этой теории на химические явления и пришел к теории цепных реакций, которые открыли новый этап химической кинетики и дали целый ряд важнейших практических результатов.

Петр Иванович Лукирский положил начало важному направлению в области электроники и фотоэффекта. Создав метод шарового конденсатора, он впервые определил распределение скоростей электронов в металле. Петр Иванович в течение долгого времени был также научным консультантом лабораторий нашего основного в этой области завода «Светлана».

Александр Алексеевич Лебедев в Оптическом институте своими тщательными исследованиями процессов отжига стекла в значительной степени способствовал созданию промышленности оптического стекла, разделяя эту честь с И. В. Гребенщиковым и П. Н. Качаловым.

Из новых направлений в области молекулярной физики большое значение получили рентгеновские текстуры вещества, характеризующие изменения кристаллической решетки при деформациях и холодной обработке. В 1918 г. мной совместно с М. В. Кирпичевой были опубликованы первые рентгенограммы деформированных кристаллов.

В Москве этим вопросом занимался Н. Е. Успенский, бывший также сотрудником Физико-технического института, а в Ленинграде — Н. Я. Селяков и Г. В. Курдюмов. Часто забывают, что основное представление о рентгенограммах как о результате отражения рентгеновских лучей от атомных плоскостей в кристаллической решетке

было выдвинуто замечательным, к сожалению рано погибшим, русским физиком-кристаллографом Юрием Викторовичем Вульфом, причем раньше и, конечно, независимо от Брэгга. В то время Ю. В. Вульф был также сотрудником Физико-технического института.

Д. В. Скобельцын, поместив камеру Вильсона в магнитное поле, смог измерять скорости электронов. Этим методом он изучил спектры гамма-лучей и открыл быстрые электроны космических лучей.

Выдающимся представителем советской науки первого периода был безвременно скончавшийся профессор физико-механического факультета Александр Александрович Фридман, автор теории относительности с отрицательной кривизной, получившей столь важное значение. А. А. Фридман создал передовую школу динамической метеорологии, из которой вышли Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Б. И. Извеков и др.

К этому же времени относится и поток новых идей, которые внес в физику Я. И. Френкель. Из них особенно замечательны идея о перемещении свободных мест, о вязкости жидкостей, о движении зарядов в твердых телах, о поверхностном натяжении металлов и о квантовых электронных состояниях электронов проводимости в металлах. Особенно большое значение получило представление Френкеля о переносе тока и диффузии путем перемещения пустых мест в сплошь заполненной среде. Эта идея была распространена Френкелем на перемещение внутри кристалла возбужденных состояний (получивших название экситонов) атомных электронов.

Новую струю в изучение фотоэффекта внес И. Е. Тамм, установивший, что внешний фотоэффект имеет двойное происхождение — поверхностное и объемное. Он же показал, в чем заключается основная сила, удерживающая электроны в металле. Всеобщее признание получили работы Л. Д. Ландау по диамагнитным и парамагнитным свойствам электронов в металле.

Большое значение имел переход Физического института Академии наук, руководимого С. И. Вавиловым, в Москву. Здесь к нему присоединилась научная школа Леонида Исааковича Мандельштама. Как для самого Мандельштама, так и для его школы (Г. С. Ландсберг, С. Э. Хайкин, А. А. Андронов, М. А. Леонтович) характерно сочетание глубокой теории с блестящими экспериментами. Она значительно углубила наши знания в об-

ласти молекулярной физики изучением механизма вязкости, трения и дисперсии звука.

Всем советским физикам хорошо известно, что именно Мандельштаму и Ландсбергу принадлежит честь первого наблюдения и правильного объяснения комбинационного рассеяния света, которое называется эффектом Рамана. Тот же Мандельштам вместе с нераздельно связанным с ним Николаем Дмитриевичем Папалексп положили начало теории нелинейных колебаний и ее разнообразным применениям. Другой вид комбинационного рассеяния открыл и изучил позже Е. Ф. Гросс.

В. К. Аркадьев с сотрудниками изучали магнитные свойства железа при больших частотах. Хотя объяснение магнитных спектров и не могло быть полностью сохранено без изменений, но работы эти дали немало ценных результатов, в том числе феноменологическую теорию магнитных свойств ферромагнетиков. А. А. Глаголева-Аркадьева и М. А. Левитская были пионерами в деле получения электромагнитных волн, перекрывающих инфракрасный спектр. В «массовом излучателе» Глаголева-Аркадьева нашла оригинальный и остроумный путь решения труднейшей технической задачи.

В Оптическом институте под руководством Дмитрия Сергеевича Рождественского выросла сильная школа спектроскопистов: С. Э. Фриш, В. М. Чулановский, В. К. Прокофьев, Е. Ф. Гросс и др.

Идея Рождественского о магнитном происхождении дублетов оказала большое влияние на развитие теории спектров. Его метод крюков широко использовался при изучении дисперсии. Из его школы вышел А. Н. Теренин, положивший начало новому подходу к изучению механизма химических реакций и свечения газов. Под влиянием Д. С. Рождественского получила развитие оптотехника, светотехника, промышленность оптического стекла и оптических приборов. К сожалению, значение научной и организационной деятельности Рождественского одно время недооценивали.

В Институте физики и биофизики Петр Петрович Лазарев создал физико-химическую теорию передачи первого возбуждения, установил законы адаптации зрения и слуха. Им же было проведено исследование Курской магнитной аномалии.

К этому же времени относится и начало работ в области технической физики, которая впервые развернулась

при Советской власти. Наряду с успешной деятельностью Оптического института, в Физико-техническом институте покойным академиком А. А. Чернышевым была создана лаборатория электрофизики, Н. Н. Андреевым — лаборатория акустики, М. В. Кирпичевым — лаборатория теплотехники, где был разработан метод моделирования тепловых установок. Здесь же развилась школа Н. П. Давиденкова по механическим свойствам металлов.

Первое десятилетие (с 1919 по 1928 г.) развития советской физики ознаменовалось, таким образом, целым рядом новых научных направлений, созданием больших школ, которые сделали советскую физику полноправным членом мировой науки, связали ее с прогрессом советской техники и включили в бурный расцвет социалистической культуры. С этого времени начали расти новые физико-технические институты в Томске, Харькове, Днепропетровске, Свердловске, Горьком.

Следующий период лучше известен, поэтому я ограничусь только кратким перечислением вновь созданных научных течений.

Изучение аморфных тел, их механических и электрических свойств, связей между теми и другими, физическое исследование полимеров и их специфических особенностей были проведены П. П. Кубеко и А. П. Александровым.

По ферромагнетизму и по влиянию анизотропии на явление ферромагнетизма проводились работы Н. С. Акулова и Е. И. Кондорского в Московском государственном университете; в вопросы теории магнетизма новые черты внесли работы Я. Г. Дорфмана, И. К. Кикоина и С. В. Вонсовского, работающих в Свердловске. Сотрудники Н. С. Акулова в Москве, Р. Н. Янус и П. А. Халилеев в Свердловске разработали новые методы магнитной дефектоскопии.

Исследования по нелинейным колебаниям Мандельштама и Папалекси привели к созданию новой области учения о колебаниях и к конструкции электрических машин параметрического резонанса. Новыми методами развили теорию нелинейных колебаний Н. М. Крылов и Н. Н. Боголюбов.

Люминесценция жидкостей — область, целиком созданная С. И. Вавиловым, В. Л. Левшиным и их сотрудниками. Им принадлежит также установление законов затухания фосфоров и их использование в важных практических целях.

В последние годы вместе с рядом сотрудников Физико-технического института я занимался полупроводниками, их физической природой и практическим использованием, надеясь этим путем разрешить общую проблему электрических свойств твердых тел. В эту область удалось внести значительную ясность. В этом же направлении работали Киевская (А. Г. Гольдман) и Одесская (Е. А. Кириллов) школы физиков. И. К. Кикоин и М. М. Носков открыли новый фотомагнитный эффект в полупроводниках. В работах Д. И. Блохинцева, В. П. Жузе, Б. И. Давыдова, А. В. Иоффе и С. И. Пекара была выяснена природа выпрямительных свойств пограничных слоев. В десятки раз улучшены выпрямители, фото- и термоэлементы и созданы новые их типы. Впервые изучены полупроводниковые сплавы металлов и жидкие электронные полупроводники.

Неожиданное открытие в классической области электромагнитной теории света сделал П. А. Черенков в лаборатории С. И. Вавилова и под его руководством. Черенков обнаружил направленное излучение быстрых вторичных электронов, выбиваемых гамма-лучами и движущихся в веществе со скоростями, превышающими фазовую скорость света. Теория этого явления, данная Франком и Таммом, полностью объяснила все детали наблюдаемых явлений и была также подтверждена прямыми опытами с быстрыми электронами, проведенными в США.

Большим событием в советской физике было открытие Петром Леонидовичем Капицей явления сверхтекучести гелия-II (так напоминающего сверхпроводимость), приведшее в дальнейшем к открытию Ландау и Пешковым второго звука в том же гелии-II.

Помимо большого принципиального значения этого нового яркого проявления квантовых законов, обнаруженного Капицей, его исследования открывают путь для дальнейшего приближения к абсолютному нулю температур. Турбодетандер и вертушечная разгошка газов, предложенные П. Л. Капицей, создали новую технику низких температур. Немаловажное значение имеет также выяснение Л. Д. Ландау и А. И. Шальниковым природы промежуточного состояния между сверхпроводимостью и нормальной проводимостью. В Харькове интересные результаты дала криогенная лаборатория под руководством Б. Г. Лазарева.

Обширная школа по изучению механических свойств твердых тел создана за годы Советской власти В. Д. Кузнецовым в Томске. Опубликованная ими пятитомная монография охватывает как советские, так и заграничные работы в этой области. Помимо Кузнецова, особенно крупные успехи достигнуты его сотрудниками М. А. Большаниной и В. М. Кудрявцевой.

Видное место занимают советские работы по рентгенограммам и фазовым превращениям в металлах, возглавляемые Г. В. Курдюмовым и С. Т. Конобеевским. Большое значение получили исследования школы Н. Н. Давиденкова (Ф. Ф. Витман, Я. А. Фридман, М. В. Якутович, Е. М. Шевапдин) по ударной прочности, работы А. В. Степанова — по пластичности, А. П. Комара — по диффузии, М. О. Корнфельда — по твердости жидкостей. С. А. Векшинский предложил и осуществил новый метод получения сплавов непрерывно изменяющегося состава возгонкой металлов в вакууме из разных центров.

Другая ведущая советская школа охватывает учение об электрической изоляции. Работы П. П. Кобеко, Б. М. Вула и их сотрудников положили начало новым научным течениям и привели к созданию новых технических материалов: эскапона, полистирола, титаната бария.

И. В. Курчатов вместе с П. П. Кобеко и Б. В. Курчатовым открыли новое физическое явление, представляющее собою электрическую аналогию ферромагнетизма и названное ими сегнетоэлектрическим. Дальнейшим развитием этого открытия являются исследования Б. М. Вула, связанные с титанатом бария.

В область электронных явлений большие сдвиги внесли работы В. Е. Лашкарева, Л. А. Арцимовича и Л. А. Кубецкого, впервые создавшего фотоэлектрическую трубку с многократным усилением благодаря вторичной эмиссии. Новые типы фотоэлементов с запорным слоем разработали Б. Т. Коломиец, М. П. Гельман. Новые методы математической физики в области электрических явлений и электронной оптики созданы Г. А. Грипбергом.

В области акустики выросла школа Н. Н. Андреева, к которой принадлежат Б. П. Константинов, А. А. Харкевич, А. И. Белов и А. В. Римский-Корсаков, сильно развившие акустику музыкальных инструментов, Д. И. Блохинцев разработал теорию акустики движущейся среды.

Крупнейший в мире Оптический институт после смерти Д. С. Рождественского развивался под руководством С. И. Вавилова и занял ведущее место по разрешению ряда оптических задач. С. И. Вавилов создал новый метод наблюдения и измерения предельно слабого света и с его помощью наглядно показал существование фотонов. Здесь Е. М. Брумбергом был осуществлен отражательный ультрафиолетовый микроскоп; А. А. Гершуном разработана теория светового поля, проведены исследования Т. П. Кравца и М. А. Савостьяновой по фотографическому процессу, созданы новые астрономические приборы Д. Д. Максutowым, широко развернута А. И. Тудоровским работа по расчету оптических систем, разработаны остроумные интерференционные приборы В. П. Линника, А. А. Лебедевым создан электронный микроскоп. Во время Отечественной войны Оптический институт обеспечивал Советскую Армию отечественной оптикой.

В Институте химической физики под руководством Н. Н. Семенова и его сотрудников Я. Б. Зельдовича и Ю. Б. Харитона получило новое обоснование учение о взрывах и горении.

Л. Д. Ландау дал общую термодинамическую теорию фазовых переходов.

Проблемой атомного ядра мы начали заниматься несколько поздно, но все же имели ряд серьезных успехов — в работах И. В. Курчатова по ядерной изомерии, в исследованиях А. И. Алиханова, который, сочетав метод магнитной спектроскопии со счетчиками совпадений, измерил ряд спектров и установил свойства бета-распада радиоактивных ядер, в работах Л. А. Арцимовича, А. И. Лейпунского, К. Д. Синельникова и др. по рассеянию быстрых электронов, И. М. Франка и Н. А. Добротина — по нейтронам. Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли самопроизвольный распад ядер урана. Новые данные большого принципиального значения получены также при изучении космических лучей Д. В. Скобельцыным и В. И. Векслером на Памире, А. И. Алиханяном и А. И. Алихановым на Алагезе. Явление взрыва атомных ядер под влиянием космических лучей было открыто Г. С. Ждановым методом толстослойных фотографических пластинок, разработанных впервые Л. В. Мысовским в Радиевом институте. В. И. Векслеру принадлежит идея синхротрона, открывающая новые пути получения частиц сверхвысоких энергий.

Многие основные направления развития квантовой механики созданы не у нас; однако метод, разработанный В. А. Фоком, стал ведущим для проблемы атомных электронов. Современное представление о протонах и нейтронах как единственных элементах атомного ядра принадлежит Д. Д. Иваненко. Большое значение для развития наших представлений о ядерных силах имели идеи И. Е. Тамма.

Представления о тепловом движении элементов ядра и перетяжке ядер урана были высказаны впервые Я. И. Френкелем. Количественная теория космических ливней дана Л. Д. Ландау.

Особенно велики успехи советских физиков в областях науки, граничащих с физикой. Кроме кинетики химических реакций, которая является одним из самых блестящих выходов физики за ее пределы, у нас перекинут и другой мост — от физики к химии. А. Н. Теренин и В. Н. Кондратьев на основе спектрального анализа разрешили ряд важных химических задач. Участие физиков (А. П. Александрова, П. П. Кубеко, С. Е. Бреслера, С. Н. Журкова) в изучении высокомолекулярных соединений открыло новые пути в этой области и оказало влияние на английскую и американскую научную мысль.

По вопросам прочности технических материалов Н. Н. Давиденков с сотрудниками, развивая мои представления о температуре перехода из хрупкого в пластичное состояние, дали новые методы оценки ударной прочности сталей.

А. П. Александров и С. Н. Журков создали статистическую теорию хрупкой прочности, а А. В. Степанов — теорию пластического разрушения кристаллов. М. В. Класен-Неклюдова изучила новое явление скачкообразной деформации. Идея о поверхностных трещинах как источнике разрушения и о влиянии адсорбции поверхностно-активных веществ была широко использована П. А. Ребиндером, который создал усовершенствованные методы бурения нефтяных скважин, лучшие методы обработки металлов, замену охлаждающих жидкостей водными растворами и т. д.

Кристаллография в руках А. В. Шубникова дала новые замечательные результаты в области строения и выращивания кристаллов и теории симметрии. Здесь получены новые пьезоэлектрики, анизотропные материалы повышенной прочности, искусственные рубины и т. п.

Нельзя не упомянуть новых направлений в агрофизике, стремящихся использовать физику для сельского хозяйства. Эта задача была поставлена коллективизацией сельского хозяйства, в условиях которой появилась возможность в больших масштабах воздействовать на физические условия урожая.

Вопросы теплового баланса, структуры, влажности и теплопроводности почв, влияния светового режима на жизнь растений, в частности роли отдельных участков спектра на различных стадиях роста, — все это задачи, требующие для своего разрешения современных методов физического исследования. Физико-агрономическому институту удалось добиться некоторых успехов в таких важных практических проблемах, как борьба с засухой и заморозками, укрепление и озеленение песчаных пустынь, осушение почвы, а также решить целый ряд задач, стоящих на границе физики с сельским хозяйством. Институт разработал большую серию измерительных приборов для агротехнических работ.

Сейсмометрия, созданная Б. Б. Голицыным, получила у нас широкое развитие в Сейсмологическом институте под руководством П. М. Никифорова. В этом институте много сделано в области строительного и взрывного дела и сейсмической разведки.

О. Ю. Шмидт организовал новый центр геофизических исследований, охвативших весь диапазон вопросов физики атмосферы и твердой оболочки Земли, проблемы происхождения звездного мира и образования континентов. Здесь разработаны различные методы геофизической разведки полезных ископаемых: сейсмический, магнитный, электрический, термический. И. А. Кибелю принадлежит первая научно обоснованная теория прогноза погоды. Продолжая дело рано умершего выдающегося ученого А. А. Фридмана, И. А. Кибель создал сильную школу советских метеорологов.

В. В. Шулейкин в результате систематического изучения явлений, наблюдаемых на морях, создал новую научную область — физику моря. В частности, им были открыты и изучены инфразвуки с частотой порядка 10 Гц, вызываемые ветром на морских волнах. Большой интерес представляет его теория влияния океанов на климат и теория атмосферных сейш.

В области радиотехники Н. Д. Папалекси и Л. И. Мандельштам по-новому использовали фазовые явления для

измерения расстояний. Большое значение для развития радиофизики имели работы Б. А. Введенского, Д. А. Рожанского. Последний вместе с Ю. Б. Кобзаревым создали методы радиолокации, причем раньше, чем они появились за границей; Г. В. Брауде принадлежит оригинальный метод телевидения.

Советская физика немало сделала для фронта в дни Отечественной войны. Результаты десятков работ использовались на фронте, а некоторые из них получили большое значение.

Для того чтобы правильно оценить сдвиги, произошедшие в физике за 30 лет Советской власти, необходимо противопоставить важнейшие условия, определявшие научную работу в предреволюционной России и в настоящее время.

Вместо сотни физиков, среди которых было не больше 20 докторов наук, мы имеем не менее 2000 ученых и в том числе несколько сот докторов. Вместо 30—40 научных работ за год сейчас мы ежегодно имеем до 3000 исследований крупного научного значения. В одних только физических журналах в сжатом виде научная продукция занимает не менее 300 листов в год, тогда как до революции в 9 выпусках журнала подробно развернутые статьи едва заполняли 30 листов. Число научных монографий и популярных изданий возросло в десятки раз.

До революции научная работа паряду с педагогической проводилась в скудно оборудованных университетских лабораториях профессором физики и двумя-тремя его ассистентами. Только в Московском и Петербургском университетах были созданы физические институты с десятком преподавателей, да в Академии наук — физическая лаборатория с 3—5 сотрудниками.

Сейчас, помимо трех прекрасно оборудованных физических институтов Академии наук СССР с общим штатом, превышающим 1000 человек, научная работа развернута еще в ряде академических и внеакадемических московских институтов, в физико-технических институтах Свердловска, Харькова, Горького, в институтах и лабораториях республиканских академий: в Киеве, Баку, Ереване, Ташкенте, Алма-Ате, Минске.

Однако этим далеко не ограничивается масштаб научной работы в области физики и ее приложений. Физические работы ведутся в сотнях исследовательских ин-

ституты промышленности, из которых некоторые, например оптический, электротехнический, металлургический, являются мощными центрами физического исследования. Кафедры физики университетов и высших технических школ выдвигают и решают значительное число чисто физических вопросов. Следует особо отметить широкое развитие многообразных проблем технической физики, практически полностью отсутствовавшей в царской России. Ежегодные Государственные премии, премии Академии наук, социалистическое соревнование, внимание широкой общественности к достижениям науки являются мощными стимулами научного творчества.

Предусмотренный в плане новой пятилетки рост физического приборостроения уже сказывается на оборудовании наших лабораторий.

До революции все кадры физиков как для высшей, так и для средней школы поставляли 10 университетов с физико-математическими факультетами. Сейчас преподавателей средних школ готовят педагогические вузы. В ряде университетов выделены самостоятельные физические факультеты, готовящие физиков-исследователей; к ним надо присоединить физико-механические и физико-технические факультеты институтов Ленинграда и Москвы.

До революции университеты оставляли несколько окончивших курс студентов «для подготовки к профессорскому званию» и отправляли их с этой целью за границу. Теперь в наших высших школах и исследовательских институтах повышают свои знания и приобретают опыт научной работы сотни аспирантов и докторантов. Защита магистерской и в особенности докторской диссертаций была редким событием в дореволюционной России. Теперь ежегодно защищают многие десятки кандидатских и докторских диссертаций.

Рост научных кадров не ограничивается аспирантурой. В нашей стране до 1000 исследовательских институтов, где широко развернута творческая научная работа, где на семинарах и научных советах обсуждаются проблемы науки. Все это создает благоприятные условия для научного роста сотрудников.

Съезды физиков и ежегодные конференции по полимерам и спектроскопии, магнетизму и люминесценции, по полупроводникам и по акустике и т. д., и т. д. не только позволяют оценить размах научной деятельности наших

лабораторий, но и служат школой физиков. В качестве типичного примера укажу, что в конференциях по полимерам участвуют свыше 60 физических и химических институтов и лабораторий. Популярны журналы, книги и лекции привлекают широкие слои трудящихся, будят их мысль и изобретательность, возбуждают интерес к физическим знаниям.

Как ни ярки приведенные факты и количественные сопоставления настоящего и прошлого, они не дают представления о главном, что дала Октябрьская революция, — о новых путях развития советской науки, о качественном ее превосходстве над буржуазной наукой.

История советской науки неразрывно связана с общим расцветом культуры и народного хозяйства. В условиях социалистического общества наука приобретает новое содержание одного из орудий борьбы за счастье нашего народа и всего человечества. Все свои знания, весь свой опыт советские ученые отдают народу. Вместе с ним они защищали свою Родину в годы войны и создали передовую технику в период индустриализации.

Из побочного занятия преподавателей высшей школы научная деятельность стала делом армии исследователей, выдвигаемой трудовым народом. Разрыв между чистой и прикладной наукой исчезает; они сливаются в едином плане социалистического государства.

Разрозненные научные интересы заменяются широким перспективным планом, сосредоточивающим лучшие силы на узловых, ведущих проблемах и обеспечивающим в то же время развитие всех областей знания. Питаясь собственными корнями, советская наука прокладывает новые пути; исчезает преклонение перед буржуазной наукой и растет патриотическое самосознание.

Узкие рамки отдельных научных дисциплин перекрываются развитием пограничных областей, связывающих математику с астрономией, физикой и химией, физику — с химией, геологией, астрономией, биологией, инженерным делом, сельским хозяйством и т. д.

Индивидуальные работы ученых перерастают в коллективное творчество институтов и академий,двигающих науку и решающих важнейшие народнохозяйственные проблемы.

Критика и самокритика, социалистическое соревнование, передовая научная методология диалектического ма-

териализма, идейная направленность, указания и деятельная помощь партии и правительства создают почву, на которой расцветают таланты, растут и множатся открытия и изобретения.

Такова советская наука, такова и советская физика.

За 30 лет она охватила весь диапазон от механики до ядерной физики почти без пробелов и вышла далеко за свои пределы в области химии, биологии, электротехники, теплотехники, агрономии, геофизики, изучения моря и геологии. По всему этому обширному фронту советские физики проложили новые пути, создали новые научные направления и научные школы, получившие признание во всем мире. Важнейшие из таких школ я попытался охарактеризовать в настоящем очерке. В эпоху Отечественной войны физики показали себя достойными сынами своей Родины.

Характерной чертой советской физики является тесная связь теории и практики, четкая марксистская методология, плановое развитие важнейших для народного хозяйства областей физики, коллективный характер научного творчества. Благоприятные условия, созданные эпохой бурного строительства социалистической индустрии и сельского хозяйства, привели к мощному росту нашей науки. Тысячи талантливых высококвалифицированных физиков выдвинули из своей среды рабочие и колхозное крестьянство. В десятки раз возрос объем и размах научного творчества; высоко поднят идейный его уровень по сравнению с дореволюционным прошлым. Из года в год Государственные премии не могут охватить всех достойных кандидатов, выдвигаемых страной.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ*

Обильный материал новых фактов привел к новым представлениям, характеризующим современную физику в отличие от классической физики XIX в.

Началом новой эпохи можно считать последние годы прошлого столетия. В 1895 г. были открыты рентгеновы

* «Методологические выводы» представляют собой часть VI книги: *Иоффе А. Ф.* Основные представления современной физики. Л.; М.: ГТТИ, 1949, 368 с. Печатаются с небольшими сокращениями.