





СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ
ВАВИЛОВ
(1891—1951)

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ

(К 70-летию со дня рождения)

В. Л. Левшин

24 марта 1961 г. исполняется 70 лет со дня рождения выдающегося советского физика-оптика Сергея Ивановича Вавилова.

Жизненный путь Сергея Ивановича оборвался 10 лет назад (25 января 1951 г.), когда он был полон творческих идей и планов.

Жизнь С. И. Вавилова совпала со временем коренной перестройки общественных отношений, небывалым подъемом народного хозяйства и прогрессом техники, вызванных Великим Октябрем. Он отдал все свои силы служению Родине и был одним из тех, кто ценой величайшего напряжения сил обеспечил стремительное развитие советской науки.

Сергей Иванович Вавилов родился в семье торгового служащего 24 марта 1891 г. Уже в средней школе — Московском коммерческом училище — он получил очень хорошее образование. В этом училище особенное внимание уделялось преподаванию естественных дисциплин и языков. Основные предметы преподавали профессора и доценты высших учебных заведений. Помимо обязательных предметов Сергей Иванович в школьные годы основательно изучил итальянский и латинский языки, в дальнейшем он в совершенстве владел немецким языком, хорошо знал английский, французский и польский языки, что дало ему возможность легко следить за иностранной литературой. В школьные годы он выделялся из среды товарищей прекрасным выполнением классных сочинений, явившихся предвестниками его блестящих научно-популярных трудов. Интерес к естествознанию и философии проявился у Сергея Ивановича тоже в ранние годы. Он самостоятельно, в домашней обстановке проводил различные эксперименты и основал кружок по изучению философских вопросов, в котором был неизменным докладчиком. Следует отметить, что еще в очень ранние годы он основательно изучил знаменитый труд В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» по первому его изданию.

В 1909 г. С. И. Вавилов поступил на физико-математический факультет Московского государственного университета. В это время в Московском университете работал Петр Николаевич Лебедев, создавший первую русскую школу физиков. Сергей Иванович уже студентом-первокурсником стал принимать активное участие в работе этой школы, а со второго курса начал научную работу под руководством помощника П. Н. Лебедева — доцента П. П. Лазарева. Однако вскоре, в 1911 г., нормальное развитие работ было прервано. Учитель Сергея Ивановича П. Н. Лебедев, в знак протеста против произвола царского министра Кассо, ушел из университета и с большим трудом создал лабораторию в Мертвом переулке (ныне

пер. Островского), где уже после смерти Лебедева, последовавшей в 1912 г., Сергей Иванович окончил свою первую научную работу о тепловом выплывании красок. Работа получила золотую медаль Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете.

По окончании университета Сергей Иванович отклонил предложение остаться при университете и был призван в армию. В июле 1914 г. началась первая мировая война. С. И. Вавилов все время находился на фронте, сначала в саперных войсках, затем в радиочастях. В Луцке в его распоряжении была радиолaborатория, где он мог производить некоторые эксперименты. К этому времени относится его теоретическая и экспериментальная работа «О частоте колебаний нагруженной антенны».

В 1918 г. С. И. Вавилов вернулся в Москву и начал работать в Физических лабораториях Народного комиссариата здравоохранения, которыми руководил бывший учитель Сергея Ивановича академик П. П. Лазарев. В этих лабораториях, в скором времени преобразованных в Институт физики и биофизики Наркомздрава, он работал до 1929 г.

В этот период Сергей Иванович выполнил несколько работ по выяснению природы света и важнейшие классические исследования по люминесценции растворов. К 200-летию со дня смерти И. Ньютона Сергей Иванович перевел «Оптику» Ньютона и сделал к ней большое число комментариев, а также написал несколько прекрасных популярных книг.

В 1926 г. С. И. Вавилов был в заграничной командировке и работал в лаборатории проф. Прингсгейма в Берлине. К этому же времени относится и развитие педагогической деятельности Сергея Ивановича. Он читал лекции в Московском университете по фотохимии и абсорбции света, а затем по физической оптике; преподавал в Московском техническом училище, где, в частности, читал курс теоретической светотехники; был профессором физики в Московском высшем зоотехническом институте.

С 1929 г. Сергей Иванович перенес свою основную деятельность в МГУ, где заведовал кафедрой общей физики и много сделал для улучшения преподавания физики. В университете Сергей Иванович привлекал к научной работе студентов старших курсов; вскоре вокруг него начала образовываться школа физиков. Здесь в его лаборатории начали работать Е. М. Брумберг, Б. Я. Свешников, И. М. Франк, В. С. Фурсов, А. А. Шишловский и др. Однако работа в МГУ была непродолжительной, вскоре С. И. Вавилов был избран сначала членом-корреспондентом АН СССР, а затем академиком и назначен заместителем директора по научной части Государственного оптического института. Весной 1932 г. он переехал в Ленинград.

С переездом в Ленинград начался новый период деятельности С. И. Вавилова, характеризующийся большой научно-организационной работой. Ему пришлось руководить огромным научно-исследовательским институтом ГОИ, разрабатывавшим все вопросы теоретической и прикладной оптики. В ГОИ Сергей Иванович организовал новую лабораторию люминесценции, куда вошла часть его московских учеников, а также ряд молодых ленинградских физиков. Одновременно С. И. Вавилову была поручена реорганизация, а по существу, создание Физического института Академии наук на базе физического отдела Физико-математического института. В это время отдел включал лишь небольшую группу научных работников, главным образом теоретиков, из которой следовало создать крупный научный центр.

Сергей Иванович обратил внимание на развитие экспериментальных работ, к которым были привлечены молодые ученые: Б. М. Вул, П. Д. Данков, Н. А. Добротин, Л. В. Грошев, А. Н. Севченко, И. М. Франк, П. А. Черенков и др.

Собственные научные интересы С. И. Вавилова в это время сосредоточивались главным образом на разработке методов наблюдения действия отдельных квантов света, т. е. на непосредственном доказательстве квантовой природы световых явлений. Эти работы, проведенные Сергеем Ивановичем совместно с рядом его ленинградских сотрудников, продолжались значительный период времени и представляют одно из важных направлений его научной деятельности.

В 1934 г., после постановления Правительства о переводе Академии наук в Москву вновь образованный Физический институт Академии наук, которому по инициативе Сергея Ивановича было присвоено имя П. Н. Лебедева, одним из первых был переведен из Ленинграда в Москву и начал быстро развиваться. Сергей Иванович считал, что в институте должны быть представлены все главнейшие направления современной физики. Были созданы лаборатории оптики, радиофизики, люминесценции, акустики, молекулярной физики, физики диэлектриков, лаборатория атомного ядра и теоретический отдел. Особенное внимание С. И. Вавилов уделял развитию новых направлений и придавал большое значение изучению космических лучей и ядерных процессов. Первоначально он сам руководил молодыми физиками, работавшими в этом направлении (Н. А. Добротин, С. Н. Вернов, П. А. Черенков и др.), а затем к руководству этими работами были привлечены крупнейшие специалисты — Лев Владимирович Мысовский и Дмитрий Владимирович Скобелцын.

В 1935 г. С. И. Вавилов посетил ряд европейских стран для ознакомления с оптико-механической промышленностью.

Период 1934—1941 гг. был исключительно напряженным в жизни Сергея Ивановича. Ему пришлось руководить двумя большими учреждениями, одно из которых находилось в Ленинграде, другое в Москве. Для работы в Физическом институте и в Президиуме Академии наук, членом которого Сергей Иванович был избран, он регулярно приезжал в Москву. В это время Сергей Иванович нес и общественные обязанности как депутат Верховного Совета РСФСР.

В годы Великой Отечественной войны С. И. Вавилов продолжал руководство обоими институтами, эвакуированными в различные города, а также работал в качестве уполномоченного Государственного Комитета Обороны, для чего ему часто приходилось ездить в Москву. Он руководил многими оборонными работами. К этому же периоду относится создание обобщающей теории люминесцентных явлений в растворах, в которой была сделана первая удачная попытка связать воедино разнообразные явления люминесценции: изменение выхода свечения, его длительности и поляризации при изменении концентрации раствора.

В 1943 г. Физический институт АН возвратился в Москву. Несколько позднее вернулся в Ленинград и Государственный оптический институт. Восстановление деятельности обоих институтов потребовало значительных усилий.

В 1945 г. Сергей Иванович был избран президентом Академии наук. В этот, последний период деятельности особенно проявились выдающиеся организационные способности Сергея Ивановича. Он стремился организовать в стране широкую сеть научно-исследовательских учреждений, вовлечь в науку новые кадры на местах. В этих целях Сергей Иванович всячески содействовал организации республиканских академий — Азербайджанской, Казахской, Латвийской и Эстонской ССР, — созданию новых филиалов и баз АН СССР и ряда других научных учреждений.

Сергей Иванович уделял огромное внимание популяризации знаний, явился одним из организаторов и первым председателем Общества по распространению политических и научных знаний, был до своей кончины

редактором второго издания Большой Советской Энциклопедии, председателем Редакционно-издательского совета АН СССР, деятельным членом редколлегии журнала «Успехи физических наук». Одновременно он вел большую общественную работу в качестве депутата Верховного Совета СССР и члена Московского Совета депутатов трудящихся, выступал активным борцом за мир.

В Ленинграде и Москве Сергей Иванович продолжал активно руководить работой своих учеников; в это время у него было много докторантов: В. В. Антонов-Романовский, Б. Я. Свешников, А. Н. Севченко, Н. А. Толстой, П. П. Феофилов, М. Д. Галанин, А. М. Бонч-Бруевич. Он продолжал работать над вопросами теории света, люминесценции и философскими проблемами. В особенности значительна его монография «Микроструктура света», относящаяся к самому последнему периоду его жизни. В ней он объединил и рассмотрел с новой точки зрения свои работы по теории света и люминесценции.

В ноябре 1950 г. в Ленинграде Сергей Иванович перенес сильный сердечный приступ, после чего был направлен на лечение в санаторий Барвиху, там состояние его здоровья продолжало ухудшаться. Несмотря на это, прервав лечение, он уехал в Москву и начал интенсивно работать. В ночь с 24 на 25 января 1951 г. у него наступил новый сильнейший сердечный приступ, в результате которого Сергей Иванович скончался от инфаркта миокарда.

* * *

Для С. И. Вавилова как ученого характерно стремление к постановке вопросов принципиального и философского значения, стремление к обобщениям. Его глубоко интересовали теория относительности, природа света, вопросы строения вещества и атомная физика. Вместе с тем вся деятельность С. И. Вавилова была связана с претворением теоретических результатов в практические применения.

С. И. Вавилов начал свою научную работу в момент широкого развития квантовой теории света. В своих первых работах по изучению коэффициента поглощения он ставил задачу проверки квантовых представлений путем обнаружения изменений показателя поглощения при широком изменении интенсивности поглощаемого света; несмотря на огромные изменения интенсивности последнего (в 10^{20} раз), Сергей Иванович не обнаружил признаков прерывности поглощения, т. е. квантовых свойств света, откуда он сделал вывод о неправильности квантовых представлений. Однако успехи квантовой теории побудили Сергея Ивановича пересмотреть свою точку зрения. Он не переставал продумывать и ставить различные эксперименты для проверки квантовой теории. В особенности большой цикл работ по непосредственному обнаружению действия отдельных квантов света был проведен им вместе со своими ленинградскими сотрудниками (Е. М. Брумбергом, Э. И. Свердловым, Т. В. Тимофеевой) при предельно малых интенсивностях светового потока, характеризуемого несколькими десятками квантов в секунду. В последующем был доказан квантовый характер и таких «чисто волновых» явлений, как интерференция света.

Большой интерес проявлял С. И. Вавилов к изучению элементарных излучателей, для определения характера которых им было предложено два метода исследования: метод интерференции широко расходящихся пучков и метод поляризационных диаграмм. В первом случае используется неодинаковое пространственное распределение электромагнитного излучения диполей, квадруполов, магнитных диполей и т. д., вызывающее

сильное различие интерференции широко расходящихся пучков, что и дает возможность устанавливать природу излучателя. Метод поляризационных диаграмм состоит в исследовании степени поляризации люминесценции в зависимости от угла между направлением светового пучка, возбуждающего люминесценцию, и направлением наблюдения, а также в зависимости от угла между направлением светового вектора возбуждающего света и плоскостью наблюдения. Получающиеся в результате таких исследований кривые зависимости степени поляризации от указанных углов могут служить как для определения характера элементарного излучателя, так и для исследования пространственного расположения излучателей. Разработанный С. И. Вавиловым метод поляризационных диаграмм получил широкое распространение. В последние годы таким путем учеником Сергея Ивановича — П. П. Фесфиловым был решен вопрос о характере элементарных излучателей, служащих центрами свечения в кристаллах кубической системы, и об их расположении относительно осей симметрии.

Дальнейшие расчеты поляризационных диаграмм для более сложных случаев излучения и исследование с их помощью характера поглощения и излучения растворов порфиринов были проведены А. Н. Севченко и Г. П. Гуриновичем. Н. Д. Жевандров использовал их для определения ориентации молекул в решетке и изучения экситонных процессов в молекулярных кристаллах.

Особенно важное значение в цикле работ С. И. Вавилова о природе излучения имеет его участие в открытии нового вида излучения, известного под названием эффекта Вавилова — Черенкова. Еще супруги Кюри наблюдали слабое свечение растворов под действием радиоактивных излучений; однако они приняли это свечение за люминесценцию. П. А. Черенков, изучавший под руководством С. И. Вавилова люминесценцию растворов ураниловых соединений под действием гамма-лучей, обнаружил слабое свечение всех применявшихся им чистых растворителей. Проведенное далее всестороннее изучение свойств этого свечения установило полное их несоответствие со свойствами люминесценции. Стало очевидным, что открыт новый вид излучения. Сотрудниками Физического института АН СССР И. М. Франком и И. Е. Таммом была вскрыта его природа. Излучение оказалось свечением электронов, движущихся со скоростью, большей скорости света в данной среде. В 1946 г. эти исследования были удостоены Сталинской премии первой степени.

Слабое свечение, наблюдавшееся П. А. Черенковым при прохождении γ -лучей через жидкости, в определенных условиях становится значительным. Оно оказалось источником больших энергетических потерь у элементарных частиц, получающих огромные скорости в современных ускорителях. Это явление приобрело не только теоретическое, но и практическое значение. Ему посвящено большое число работ и целые монографии. Были созданы специальные «черенковские» счетчики излучения, дающие возможность определять скорости, энергию и характер элементарных частиц. В 1959 г. участники работы П. А. Черенков, И. Е. Тамм и И. М. Франк были удостоены Нобелевской премии.

Наибольший цикл работ С. И. Вавилова связан с вопросами люминесценции. Сергей Иванович является создателем советской школы люминесценции. Основное внимание С. И. Вавилова при изучении люминесценции было сосредоточено на вопросах энергетики. Еще в одной из своих первых работ в 1924 г. он показал, что коэффициент использования поглощенной световой энергии при преобразовании ее в свет люминесценции в люминесцентных растворах красителей может достигать 80%. Этот результат доказал возможность весьма эффективного превращения одного вида

световой энергии в другой. Коэффициент преобразования Сергей Иванович назвал «выходом люминесценции». В последующих работах С. И. Вавилов подробно изучал природу потерь энергии возбуждения при ее трансформации и рассмотрел несколько различных видов гашения люминесценции; сюда относятся концентрационное тушение молекулами самого люминесцентного вещества и тушение посторонними примесями. Первоначально С. И. Вавилов считал, что тушение производится в момент соударения возбужденной молекулы с невозбужденной молекулой того же вещества или с молекулой тушителя; в дальнейшем он стал сторонником теории резонансной передачи энергии от возбужденных молекул к невозбужденным, причем принималось, что часть подобных переносов сопровождается тушением.

Изучая связь между величиной выхода люминесценции и длиной волны возбуждающего света, Сергей Иванович нашел прямую пропорциональность между этими величинами в широком интервале длин волн, что указывало на постоянство квантового выхода, т. е. на пропорциональность числа излучаемых квантов люминесценции числу поглощенных квантов возбуждающего света. Это соотношение нарушается, по С. И. Вавилову, лишь в области длинных волн, где частота излучаемого света становится больше частоты поглощенного света. Указанное соотношение между длиной волны возбуждающего света и энергетическим выходом люминесценции носит название «закона Вавилова». В дальнейшем С. И. Вавилов указывал на возможность появления двух и более квантов излучения за счет одного высокоэнергетического кванта, т. е. получение квантового выхода свечения, большего единицы. Такие процессы наблюдаются при γ -сцинтилляциях; в оптической области частот они также были найдены В. А. Фабрикантом и Ф. А. Бутаевой, а в последнее время для фотоионизации полупроводников сыном С. И. — В. С. Вавиловым.

Принципиальные вопросы о возможном значении выхода, поднятые С. И. Вавиловым, крайне важны и продолжают дискутироваться в современной литературе. Сюда относятся вопросы о возможности выхода, большего единицы, и о причинах сильного падения выхода при возбуждении в антистоксовой области, рассматривавшиеся в работах М. Н. Аленцева, В. В. Антонова-Романовского, Б. И. Степанова, М. В. Фока и ряда других ученых.

Большое внимание уделял С. И. Вавилов исследованию возбужденных состояний молекул, а также законам затухания свечения. В ряде работ, проведенных совместно с В. Л. Левшиным, А. Н. Севченко, А. А. Шишловским, М. Д. Галаниным и др., он изучал длительность свечения и ее связь с другими характеристиками люминесценции. Заметную длительность свечения, большую 10^{-10} сек, связанную со значительной устойчивостью возбужденных состояний люминесцентных молекул, он считал характерным признаком люминесценции и ввел ее в само определение понятия люминесценции для отличия последней от процессов рассеяния света. Закон затухания свечения был использован С. И. Вавиловым для характеристики кинетики люминесценции и разделения отдельных видов люминесценции между собой.

Многочисленные исследования были произведены С. И. Вавиловым и в области поляризованной люминесценции.

В 40-х годах как в работах самого С. И. Вавилова, так и в работах других авторов, накопился уже обширный материал по изучению выхода свечения, его длительности и поляризации. Оказалось, что эти величины в известной мере связаны друг с другом: уменьшение выхода, наблюдающееся при тушении, сопровождается уменьшением длительности, увеличение концентрации ведет к деполяризации свечения.

С. И. Вавилов впервые попытался связать эти разнородные явления общей теорией, в основу которой было положено предположение об индукционном переносе энергии от одной молекулы к другой. Такие переносы естественно приводят к деполяризации свечения и могут объяснить также тушение, если принять гипотезу о том, что часть из них сопровождается переходом энергии в тепло. Эти работы С. И. Вавилова вместе с работами по квантовым флуктуациям света в 1942 г. были удостоены Сталинской премии.

Вопрос о влиянии миграции энергии на затухание, тушение и деполяризацию свечения, и в частности о роли диффузии частиц, был в дальнейшем рассмотрен в работах учеников Сергея Ивановича — М. Д. Галанина, Б. Я. Свешникова и других ученых. Эти работы, с одной стороны, показали важную роль миграции энергии в широком круге явлений, с другой — значительно продвинули развитие теории этих явлений.

С. И. Вавилов явился создателем и организатором советской школы люминесценции, которая создавалась не только из непосредственных учеников Сергея Ивановича, но и вследствие влияния его работ. Работая сам в области молекулярной люминесценции, Сергей Иванович много способствовал и развитию изучения свечения кристаллофосфоров. В ряде городов Советского Союза появились новые центры исследования люминесценции. Для координации работ по люминесценции С. И. Вавиловым при Отделении физико-математических наук АН СССР была организована Комиссия по люминесценции, впоследствии преобразованная в Совет по люминесценции. Комиссия созывала широкие совещания работников в области люминесценции. Первые два совещания были проведены Сергеем Ивановичем, они имели очень большое значение.

В настоящее время в Советском Союзе разрабатываются почти все разделы люминесценции и ее применений. Возникли новые разделы, подробно изучаемые советскими учеными: электролюминесценция, свечение под действием быстрых частиц, исследование отдельных сцинтилляций. Помимо крупных центров исследования люминесценции в Москве и Ленинграде, были созданы новые центры в Киеве, Тарту и других городах СССР. В ряде случаев ведущую роль в новых центрах играют ученики С. И. Вавилова.

Оптические работы С. И. Вавилова как в области теории света, так и в области люминесценции были объединены им в монографии «Микроструктура света», написанной в последний год жизни. В этой монографии С. И. Вавилов обращает внимание на то, что некоторые характерные свойства световых явлений, связанные с их квантовой природой и с особенностями излучателя, начинают выявляться лишь в особых условиях применения предельно малых световых потоков, состоящих из небольшого числа квантов, или при наблюдении световых явлений в течение предельно малых интервалов времени, порядка 10^{-9} сек, или, наконец, при изучении процессов, протекающих на очень малых расстояниях от источников излучения. Все эти явления С. И. Вавилов отнес к области «микрооптики». Вместе с другой замечательной популярной книжкой С. И. Вавилова «Глаз и солнце» монография «Микроструктура света» была удостоена в 1952 г. Сталинской премии первой степени.

Стремясь решать общие принципиальные вопросы о природе света, С. И. Вавилов, естественно, обращался к предшествующим эпохам и живо интересовался историей развития представлений о свете, веществе и материи. Ему принадлежит превосходный перевод «Оптики» Ньютона с многочисленными примечаниями, а также «Лекций по оптике» Ньютона. Им написана обширная биография Ньютона, выполнен ряд исследований творчества М. В. Ломоносова, академика В. В. Петрова, Леонарда Эйлера и др.

Интерес С. И. Вавилова к вопросам философии отразился в ряде его статей, направленных на утверждение материалистического мировоззрения и правильного материалистического толкования новейших открытий и теорий. Особенно важны его работы «Новая физика и диалектический материализм», «Ленин и современная физика». Как эти работы, так и ряд других имели большое значение для развития философской мысли в Советском Союзе и установления правильного понимания развития современной физики.

С. И. Вавилов всегда стремился возможно полнее использовать результаты научных достижений в практике. Из работ практического направления прежде всего следует отметить разработку под его общим руководством люминесцентных ламп, проводившуюся в Физическом институте Академии наук, в Государственном оптическом институте и во Всесоюзном электротехническом институте. За эти работы, совместно с В. Л. Левшиным, М. А. Константиновой, В. А. Фабрикантом, Ф. А. Бутаевой и В. И. Долгополовым, С. И. посмертно был удостоен Сталинской премии.

Этот высокоэкономичный вид освещения позволяет осуществлять большие освещенности необходимого спектрального состава в промышленных предприятиях, на улицах и в быту, улучшает условия работы и повышает производительность труда. Он находит все большее распространение и уже в ближайшие годы сделается основным.

Чрезвычайно важное значение имело руководящее влияние С. И. Вавилова на разработку и внедрение качественного и количественного люминесцентного анализа, приведшее к широкому применению этого анализа в биологии, медицине, геологии и различных отраслях промышленности.

Из сказанного видно, насколько многогранной и напряженной была работа С. И. Вавилова. В эпоху строящегося коммунизма трудно сказать, чему мы должны отдать предпочтение: новым ли фактам и законам, открытым С. И. Вавиловым, его огромной научно-организационной и практической деятельности, или его работе в области популяризации знаний, по выращиванию научных кадров. Во всех этих областях деятельности С. И. Вавилов работал неутомимо и достиг крупных успехов. Он не жалел сил на благо Родины.

Советский народ высоко оценил трудовой подвиг С. И. Вавилова. При жизни он был награжден двумя орденами Ленина и орденом Трудового Красного Знамени. После его смерти по постановлению Правительства было издано собрание его трудов. Его именем названы Институт физических проблем АН СССР и Государственный оптический институт, а также лаборатория люминесценции в Физическом институте АН. Учреждена золотая медаль, присуждаемая Академией наук за лучшие труды по физике, учреждены аспирантские стипендии его имени, на зданиях ФИАН и ГОИ, в которых работал С. И. Вавилов, установлены мемориальные доски. Светлая память о С. И. Вавилове надолго сохранится в советском народе.
