

Предисловие

Мысль о создании очерков по истории квантовой теории возникла у автора в конце 2000 г., когда квантовой теории исполнилось 100 лет. Зная историю возникновения квантовой теории, автор долгое время читал и собирал книги по истории квантовой физики и в какой-то момент стал записывать свои мысли на бумагу.

Предысторию какой-либо физической идеи нередко принято начинать со времён античной науки, однако автор сумел избежать этого искушения и чётко ограничил начало исследуемого периода 1859 годом, когда два немецких профессора Г. Кирхгоф и Р. Бунзен в результате своих спектральных исследований открыли новую область физики — спектральный анализ.

Эта новая область физики привела к бурному прогрессу в физической науке в середине XIX века, и в Германию к Кирхгофу устремились молодые физики, в том числе из России.

Двум из этих молодых российских учёных было суждено сыграть важную роль в предыстории открытия квантов. Имена этих физиков — Владимир Александрович Михельсон и Борис Борисович Голицын. Эти имена сегодня известны только специалистам, занимающимся историей квантовой теории, однако вклад этих российских физиков в предысторию открытия квантов достаточно весом и не может быть забыт или исключён из истории открытия теории квантов.

В первой части, посвящённой В. А. Михельсону, содержится история его работы, в которой впервые в теории теплового излучения была предложена приближённая формула, описывающая спектральное распределение энергии теплового излучения абсолютно чёрного тела. Эта формула оказалась в итоге неверной вследствие приближённого характера принятых гипотез и предположений относительно природы теплового излучения, однако физические идеи, которые выдвинул Михельсон при поиске этой функции, и математические методы, которыми он пользовался, оказались плодотворными и впоследствии были использованы и развиты немецкими физиками — В. Вином и М. Планком, открывшими законы излучения абсолютно чёрного тела.

Михельсон не смог найти верный вид функции теплового излучения, однако он был первым, а быть первым всегда очень трудно. В его жизни было несколько обстоятельств, которые помешали ему достичь успеха, — это тяжёлая болезнь, необходимость тратить почти всё своё время на преподавательскую работу и отсутствие экспериментальных данных о точном виде этой функции, что было отмечено его учителем — профессором Московского университета А. Г. Столетовым.

Во второй части книги рассказано о работах, выполненных в начале своей научной деятельности известным русским геофизиком, академиком Б. Б. Голицыным. Эта часть затрагивает малоизвестные и драматичные страницы истории российской физики — столкновение Голицына и Столетова по пово-

ду диссертации Голицына, вторая часть которой была посвящена световому давлению и поиску адиабатических инвариантов теплового излучения.

Автор постарался максимально объективно представить мнение Столетова и других физиков того времени по поводу исследований Голицына и относился с уважением к памяти этих двух известных российских физиков. Эта история очень драматична, поскольку и Голицын, и Столетов переживали это столкновение тяжело. Освещая эту историю, автор сконцентрировал основное внимание на научной стороне вопроса, кратко отметив сложные взаимоотношения двух известных российских физиков. К сожалению, в результате этого конфликта Голицын был вынужден оставить свои исследования в области теории теплового излучения, и кто знает, если бы этого не произошло и Столетов принял бы диссертацию Голицына благосклонно, может быть, Голицын в своих возможных последующих работах по теории теплового излучения приблизился бы к определению универсальной функции Кирхгофа, теоретически открытой в 1900 г. М. Планком.

Дальнейшее развитие теории теплового излучения происходило в Германии, и следующие очерки посвящены немецким физикам — Герману Гельмгольцу, Вильгельму Вину и Макс Планку. У автора получился подробный биографический очерк жизни Г. Гельмгольца, а в случае В. Вина и М. Планка автор ограничился биографическими справками. Это связано с тем, что на русском языке есть подробная научная биография В. Вина, а в случае М. Планка есть даже отдельные книги о нем, и интересующиеся читатели всегда могут найти подробные научные биографии М. Планка. Биографические очерки о двух английских физиках — Дж. У. Стретте (лорде Рэлее) и Дж. Джинсе — написаны кратко, поскольку в русской научной литературе также есть их подробные научные биографии.

Планк, установив в 1900 г. квантовый характер теплового излучения, открыл человечеству дверь в новый Квантовый Мир — мир, о котором до 1900 г. человечество ничего не знало. Открытие М. Планком универсальной функции Кирхгофа в декабре 1900 г. предопределило развитие основного направления теоретической физики XX века — квантовой механики, затем началось развитие квантовой электродинамики, квантовой теории поля и т. д. Квантовая теория занимает в физике почётное и важное место — эта теория открыла людям неисчерпаемые пути и возможности изучения явлений микромира, на основе этой теории созданы многие приборы, навсегда вошедшие в жизнь людей, — от компьютеров и мобильных телефонов до всевозможных сложных приборов, например, лазеров различных типов, атомных и электронных микроскопов и т. д., имеющих множество приложений.

Когда автор был школьником и начинал изучать физику, он прочитал две популярные книги по физике, оказавшие большое влияние на него: первая — это замечательная книга профессора Московского физтеха Л. И. Пономарёва «Под знаком кванта», вторая — тоже замечательная книга профессора МИФИ К. Н. Мухина «Занимательная ядерная физика». Прочитав эти книги, автор был очарован красотой открывшихся физических законов, и спустя много времени у автора возникло желание самому написать книгу для студентов.

К сожалению, книг по истории физики мало, а по истории квантовой физики ещё меньше, и автору остаётся только надеяться, что он смог передать всю красоту физических концепций и законов, которыми он сам был очарован, будучи школьником и студентом.

Эту книгу автор хочет адресовать студентам, выбравшим для изучения математику и физику, для первоначального ознакомления с историей открытия квантовых представлений. Сейчас стали популярны исторические реконструкции событий, происходивших при зарождении тех или иных научных направлений. Насколько удачно автор выполнил реконструкцию идей, возникших при зарождении квантовой физики, — судить об этом читателям.

Автор начинал своё студенческое образование как математик и помнит разговоры среди студентов-математиков, о том, что физика — это очень сложная наука с множеством различных понятий, законов и представлений, незнакомых и новых для математиков. Не все студенты-математики решались на подробное изучение теоретической физики. Автор был среди тех студентов, кто перешёл Рубикон и начал изучать теоретическую физику. Если математика описывает абстрактный или воображаемый мир, то, в отличие от этого, теоретическая физика описывает реальный мир, в котором мы живём, хотя и выражает все физические понятия на языке математики.

Автор надеется, что данная книга будет интересна и полезна как студентам, так и аспирантам и преподавателям физики, а также, возможно, специалистам по истории физики. За возможные неточности ответственность несёт только автор, он будет рад получить отклики на книгу по электронному адресу: vis961@yandex.ru. Автор выражает глубокую благодарность сотруднице библиотеки ГПНТБ России Ю. С. Бычковой за помощь в подборе иллюстраций в книге и за поиск необходимой автору литературы.

Автор посвящает эту книгу памяти родителей И. П. Исаева и Н. А. Исаевой и всем своим учителям, которые тратили своё время и силы в надежде научить автора физике и математике.

Когда спрашивают, в чем, собственно, заключалось великое достижение Христофора Колумба, открывшего Америку, приходится отвечать, что дело было не в идее использовать шарообразную форму Земли для проникновения западным путём в Индию, эта идея уже рассматривалась другими... Самым трудным в этом путешествии-открытии было, несомненно, решение оставить всю известную до тех пор землю и плыть так далеко, чтобы возвращение назад с имеющимися припасами было уже невозможно... Подобным же образом подлинно новую землю в науке можно открыть лишь тогда, когда вы в решающий момент готовы покинуть ту почву, на которой покоилась прежняя наука, и в известном смысле совершить прыжок в пустоту...

*Гейзенберг В. Прорыв в новую землю (1926—1927),
из книги «Часть и целое».*

Прорыв в новую землю на рубеже двух эпох — 1900 год

26 сентября 1900 г., ровно на рубеже двух физических эпох — уже окончившейся доквантовой и ещё не начавшейся квантовой, профессор физики и метеорологии Владимир Александрович Михельсон, выступая на годичном собрании перед студентами и профессорами Московского сельскохозяйственного института, произнёс актовую речь под названием «Физика перед судом прошедшего и перед запросами будущего» [1], в которой он проанализировал развитие физики в XIX веке и попытался предсказать некоторые черты будущего развития физики в XX веке.

В этой речи Михельсон сказал: «Бывают моменты, когда учёный должен на время отречься от привычного ему чисто объективного, почти безличного созерцания и наблюдения природы, когда он должен стать если не на более общую, то по крайней мере на более человеческую точку зрения, когда он должен окинуть одним взором общий ход развития своей науки и отношение её к разным сторонам человеческой жизни, когда он должен хоть попытаться подвести итоги прошедшей работы и составить предполагаемую смету или план для ближайшего будущего.

Теперь, на рубеже двух столетий, мне кажется, такой момент настал. Я не скрываю перед собою всей трудности взятой мною на себя задачи и заранее прошу у вас снисходительности. Если я решился говорить на столь общую тему, то не для того, чтобы судить и пророчествовать, но лишь для того, чтобы с птичьего полёта хоть бегло окинуть взором прошедшее и ближайшее будущее в развитии физической науки» [1].

Повторив эти слова вслед за В. А. Михельсоном, окинем беглым взором достигнутые успехи доквантовой физики к концу XIX века и кратко расскажем о целой плеяде замечательных физиков второй половины XIX века, чьи научные труды позволили Макс Планку, подобно первооткрывателям Колумбу или Магеллану, подойти к разгадке великой тайны природы спектра теплового излучения и в декабре 1900 года впервые ступить на quantum terra incognita — неизведанную до тех пор землю загадочного и странного мира квантовой физики.

Часть 1

Поиск формулы спектрального распределения энергии теплового излучения абсолютно чёрного тела В. А. Михельсоном

1.1. В. А. Михельсон. Биографический очерк

Владимир Александрович Михельсон родился 30 июня 1860 г. в семье гражданского инженера Александра Михайловича Михельсона в городе Тульчине [2, 3]. Род Михельсонов происходил из Англии, его предки эмигрировали в XVII веке в Швецию, а затем переселились в начале XVIII века в Россию. Прадед В. А. Михельсона был академиком Петербургской академии художеств [2, 3]. Отец В. А. Михельсона — А. М. Михельсон — занимался проектированием и строительством казённых зданий и состоял на службе в Министерстве государственных имуществ [2, 3].

В Тульчине В. А. Михельсон прожил около девяти лет, его воспитанием занималась мать, высокообразованная женщина, благодаря которой он с детства изучил три иностранных языка [2, 3]. В 1869 г. семья Михельсонов переехала в Крым, в Никитский ботанический сад, где А. М. Михельсону было поручено строительство здания Никитского училища виноделия и садоводства [2, 3].

В 1871 г. семья Михельсонов обосновалась в Москве, в Петровско-Разумовском, где А. М. Михельсону были поручены проверка смет и строительство зданий Петровской земледельческой и лесной академии. В. А. Михельсон в том же году поступил в одну из лучших московских гимназий, которую окончил в 1878 г. Возникновение интереса к математике и естественным наукам у В. А. Михельсона во многом объясняется знаниями и талантом учителей, преподававших в этой гимназии. После смерти отца в 1875 г. В. А. Михельсону и его брату пришлось зарабатывать на жизнь, давая частные уроки [2, 3].

По окончании гимназии осенью 1878 г. В. А. Михельсон поступил в Санкт-Петербургский институт инженеров путей сообщения, но уже на первом году обучения он перевёлся на первый курс математического отделения физико-математического факультета Московского университета.

В 1881 г. В. А. Михельсон был замечен профессором А. Г. Столетовым и стал заниматься в физическом практикуме Столетова, который был избран в этом же году председателем физического отделения Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, а также директором отдела прикладной



В. А. Михельсон

физики Политехнического музея. В. А. Михельсон стал одним из самых деятельных участников физического отделения Общества, собрания которого проходили в здании Политехнического музея [2, 3].

В 1883 г. В. А. Михельсон окончил математическое отделение Московского университета, представив в качестве кандидатского сочинения (дипломной работы) сочинение на тему «Второй закон термодинамики с точки зрения аналитической механики и теории вероятностей». По окончании университета В. А. Михельсон был оставлен профессором Столетовым в университете для подготовки к профессорскому званию [2, 3].

В 1883—1884 гг. Михельсон работал в физической лаборатории Столетова и одновременно проходил практику по качественному анализу в химической лаборатории В. В. Марковникова, занимаясь исследованиями по физике горения газовых смесей. С 1884 по 1887 г. В. А. Михельсон одновременно с занятиями в университете также исполнял обязанности секретаря физического отделения Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии [2, 3].



А. Кундт

В январе 1887 г. Михельсон выступил с сообщением на тему «О теоретическом определении спектрального распределения энергии теплового излучения» на заседании отделения физических наук Общества любителей естествознания, где были изложены развитые им физические соображения о природе спектра излучения твёрдых тел и приведена полученная им формула спектрального распределения энергии излучения абсолютно чёрного тела, которую Михельсон опубликовал в 1887—1888 гг. в европейских физических журналах.

Весной 1887 г. Михельсон успешно сдал магистерские экзамены и, прочитав две пробные лекции на темы «О распределении энергии в спектре твёрдого тела» и «Об электрокапиллярных явлениях и их теории», был зачислен на должность приват-доцента кафедры физики Московского университета [2, 3]. В августе 1887 г. Михельсон по рекомендации профессора Столетова был направлен в Берлин и Страсбург для работы в лабораториях известных немецких физиков Германа Гельмгольца (1821—1894) и Августа Кундта (1839—1894). Столетов рекомендовал Михельсону первоначально поехать в Страсбург к Кундту, однако устроиться в Страсбургском университете не удалось и осенью 1887 г. Михельсон приехал в Берлинский университет к Г. Гельмгольцу [2, 3].

В начале 1888 г. А. Кундт перешёл на кафедру экспериментальной физики в Берлинский университет, которую Гельмголец передал Кундту вместе с Физическим институтом при Берлинском университете, оставив за собой лишь чтение курса теоретической физики. В Берлинском университете Михельсон прослушал курс теоретической физики Гельмгольца, курс экспериментальной

физики Кундта, выполнил работы физического практикума, а также прослушал математические курсы, читавшиеся там в то время.

В лаборатории Кундта Михельсон работал над несколькими темами, разрабатывая основную тему по горению газовых смесей, также, в частности, изучая плотности металлов в поверхностном слое, который возникает, когда при нанесении золотых или серебряных покрытий образуются так называемые «кундтовы зеркала» [2, 3].

За время обучения у Михельсона появились знакомства и дружеские отношения со многими немецкими физиками, которые в это же время учились или работали в Берлинском университете. К их числу следует прежде всего отнести Вильгельма Вина (1864—1928), Кнута Ангстрема (1857—1910) и Роберта Гельмгольца (1862—1889), сына Германа Гельмгольца. С Вильгельмом Винном и Кнутом Ангстремом Михельсона впоследствии связывала многолетняя дружеская переписка, в которой они обменивались мнениями по различным научным проблемам [2—4].

В августе 1889 г. Михельсон присоединился к Столетову и другим русским физикам, приехавшим в Париж для участия в работе 2-го Международного конгресса электриков. В Париже Михельсон по рекомендации Столетова ознакомился с работами физических лабораторий в Коллеж де Франс, Сорбонне, Международной палате мер и весов, Центральной электротехнической лаборатории, Астрономической обсерватории и некоторых других научных учреждениях Парижа [2, 3]. В конце 1889 г. Михельсон возвратился в Россию, и у него был обнаружен туберкулёз, осложнённый вредным влиянием паров синильной кислоты, которому Михельсон подвергся во время работы в физической лаборатории [2, 3].

В это нелёгкое время Михельсон всё же успел закончить текст магистерской диссертации на тему «О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей» и представить работу в Совет физико-математического факультета Московского университета. Однако состояние его в конце 1889 г. ухудшилось настолько, что он не мог читать лекции и вести лабораторные занятия и ему было необходимо срочное лечение.

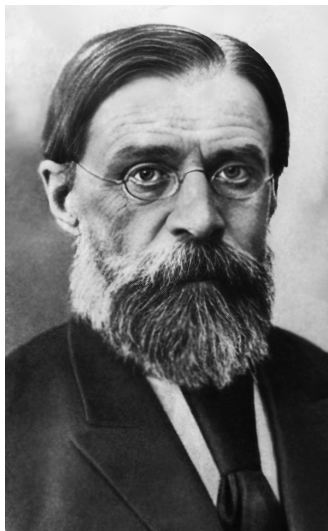
Весной 1890 г. по совету врачей Михельсон отправился на высокогорный курорт Давос в Швейцарию, климат которого был ему необходим для излечения. Там он пробыл до осени 1894 г., когда его состояние улучшилось. Излечение было очень медленным и нелёгким, но благодаря целительному действию чистого горного воздуха и солнца болезнь отступила и В. А. Михельсон был спасён [2, 3].

Как только позволило состояние здоровья, В. А. Михельсон продолжил занятия физикой и готовил магистерскую диссертацию. В течение этого нелёгкого периода профессор Столетов постоянно помогал Михельсону, в том числе материально, в частности дважды представил его работу о распределении энергии в спектре излучения твёрдого тела на премию им. В. П. Мошнина, которая была учреждена российским меценатом В. П. Мошнинным для поддержки исследователей в области физики и химии [2—5]. Эта премия была присуждена В. А. Михельсону в 1890 г.

За четыре года болезни и вынужденного затворничества Михельсона Столетов дважды навещал его в Давосе, а также старался постоянно держать его в курсе событий в физике, высылая ему книги, журналы, оттиски статей и сообщая ему новости по физическим исследованиям в России и за границей, и, по словам Михельсона, спас его для науки. За это время Столетов и Михельсон написали друг другу более сорока писем [3, 5, 6].

За время, проведённое в Давосе с осени 1892 г., Михельсон выполнил ряд работ по актинометрии (наука об измерении потоков лучистой энергии Солнца), в частности построил в начале 1893 г. ледяной пиргелиометр — наиболее близкий по своей поглощательной способности к абсолютно чёрному телу прибор, представляющий собой ледяной калориметр, заключённый в латунный цилиндр с малым отверстием, позволяющий измерять потоки энергии в спектре излучающего тела, в частности Солнца [2, 3].

Михельсон так писал об этом периоде своей жизни: «Я начал заниматься актинометрией осенью 1892 г., когда вследствие серьёзной болезни принуждён был долго жить в Давосе. Этот курорт расположен в высокогорной долине восточной Швейцарии на высоте около 1560 м над уровнем моря. Большая прозрачность воздуха и защищённость от ветров создаёт в этом месте условия, особенно благоприятные для исследования радиации как Солнца, так и неба и земли» [3]. Результаты актинометрических исследований и описание ледяного пиргелиометра Михельсона были доложены Столетовым в январе 1894 г. на заседании IX Съезда русских естествоиспытателей и врачей и опубликованы в 1894 г.



А. Г. Столетов

Возвратившись после излечения в сентябре 1894 г. в Москву, В. А. Михельсон защитил в Московском университете магистерскую диссертацию на тему «О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей», в которой была развита теория горения газовых смесей.

В отзыве на диссертацию профессор А. Г. Столетов писал: «В общем итоге диссертация как по искусству математического анализа в применении к явлению сложному и малоизученному, так и по достоинствам экспериментального характера принадлежит к числу выдающихся работ, какими редко бывают дебюты молодых учёных. Встречая столь зрелый труд в качестве магистерской диссертации, положительно удивляешься и смелости, инициативе, и изворотливости автора в преодолении неблагоприятных пунктов» [2, 7].

Диссертация в совокупности с другими научными работами Михельсона получила высокую оценку профессоров физико-математического факультета Московского университета и по предложению профессора Столетова была сразу же засчитана как докторская [2–5].

После защиты диссертации В. А. Михельсон осенью 1894 г. был назначен профессором кафедры физики и метеорологии Московского сельскохозяйственного института (с 1917 г. Петровской сельскохозяйственной академии, впоследствии, с 1927 г., — Московской сельскохозяйственной академии), где и протекала вся его дальнейшая плодотворная научная и преподавательская деятельность вплоть до его кончины 27 февраля 1927 г. [2, 3].

Вся дальнейшая научная деятельность В. А. Михельсона, с 1895 по 1927 г., была связана с актинометрическими и метеорологическими исследованиями, конструированием и усовершенствованием имеющихся приборов для исследования потоков излучения. Так, в 1896 г. В. А. Михельсон построил вторую модель ледяного пиргелиометра, а в 1912 г. — третью усовершенствованную модель ледяного пиргелиометра весового типа [3, 8–10].

В 1896—1898 гг. В. А. Михельсон основал Среднерусскую сельскохозяйственную метеорологическую сеть, которая была оборудована ветромерами его конструкции и в которую входили Московская, Владимирская, Нижегородская, Тверская, Калужская, Костромская, Рязанская, Смоленская, Тульская и Ярославская области [2, 3, 10].

В 1905 г. по инициативе В. А. Михельсона в России была организована актинометрическая подкомиссия, вошедшая в состав Русского отделения Международного союза по исследованию Солнца, которой В. А. Михельсон руководил до конца своей жизни. В состав комиссии вошли кроме В. А. Михельсона известные учёные Б. Б. Голицын, О. Д. Хвольсон, Б. В. Станкевич, Г. А. Любославский, Д. А. Смирнов, Н. Н. Калитин. Заседания актинометрической подкомиссии проходили в метеорологической обсерватории Московского сельскохозяйственного института, которая была признана центром актинометрических исследований в России [3, 10].

В апреле 1905 г. в Русском отделении Международного союза по исследованию Солнца Михельсоном был доложен проект водоструйного пиргелиометра, который позже по такому же принципу был построен в 1910 г. американским астрофизиком Ч. Абботом. В. А. Михельсоном были также предложены и разработаны конструкции ртутного чашечного актинометра, ртутного шарового актинометра, слюдяного актинометра, пиргелиометра и других актинометрических приборов [3, 8].

В 1906—1913 гг. Михельсоном были предложены и построены четыре модификации биметаллического пластиночного актинометра, основной частью которого является зачернённая биметаллическая пластинка, состоящая из двух металлических слоёв с различными коэффициентами теплового расширения и вследствие этого изгибающаяся при нагреве [3, 8].

В 1907 г. Михельсон участвовал в экспедиции на Монблан, во время которой он проводил актинометрические исследования с помощью сконструированного им биметаллического пластиночного актинометра, впоследствии получившего широкое распространение в России и других странах [3, 8, 10]. В 1925 г. Михельсон построил ещё три новые модели водоструйных пиргелиометров, а также предложил проект электрического пиргелиометра, завершить который он уже не успел [3, 8, 10].

В. А. Михельсон занимался также постройкой и оборудованием специальной метеорологической обсерватории с актинометрической площадкой, 26-метровой вышкой и служебными помещениями, которая была построена по его проекту в 1909—1911 гг. на территории Московского сельскохозяйственного института. В метеорологической обсерватории под руководством В. А. Михельсона кроме актинометрических и метеорологических исследований проводились исследования по изучению испарения воды почвой и растениями, по изучению поглощения солнечной энергии растениями, по изучению физического состава почвы и составлению теплового баланса земной поверхности [3, 8, 10].

Все эти труды В. А. Михельсона явились основанием новой науки — агрофизики и получили своё продолжение и развитие уже после кончины Михельсона в Физико-агрономическом научно-исследовательском институте, созданном под руководством академика А. Ф. Иоффе и в начале 1930-х годов вошедшем в состав Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук [2, 3, 10].

В. А. Михельсон уделял большое внимание разработке методики метеорологических наблюдений и методов их обработки, им был составлен в 1900 г. сборник научных метеорологических примет, переведённый на иностранные языки и использовавшийся при составлении метеорологических прогнозов для русской армии во время Первой мировой войны [2, 3, 10].

С 1914 г. Михельсоном и его сотрудниками проводились в метеорологической обсерватории аэрологические исследования с помощью метеорологических шаров-зондов, которые поднимались на высоту и фиксировали направление, скорость ветра и потоки излучения, идущие от Солнца [2, 3, 10].

Одновременно В. А. Михельсон вёл большую педагогическую деятельность, преподавая физику в Московском сельскохозяйственном институте с 1894 по 1927 г. С 1895 г. В. А. Михельсон организовал физическую лабораторию и разработал физический практикум для студентов. Учебник общего курса физики, написанный Михельсоном, выдержал 15 переизданий с 1905 по 1940 г. и использовался в преподавании физики в российских университетах и институтах более 40 лет [2, 3].

В. А. Михельсон обладал универсальным талантом в физике — он глубоко проникал в теорию физических явлений и одновременно был искусным физиком-экспериментатором, а также конструктором новых приборов. В. А. Михельсон пользовался большим уважением в научном мире и был избран членом Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, Исследовательского института физики при Московском университете, Ассоциации русских естествоиспытателей и врачей, Комиссии по воздухоплаванию, Московского метеорологического общества, также был избран почётным председателем Постоянной актинометрической комиссии при Главной геофизической обсерватории, председателем Комиссии по использованию энергии Солнца при Госплане СССР, членом Немецкого физического общества и Международного союза по исследованию Солнца [2, 3].

В. А. Михельсон был постоянным участником всех проходивших в России физических и метеорологических съездов, а на 5-м физическом съезде в янва-

ре 1927 г. он был избран почётным председателем съезда [2, 3]. После смерти В. А. Михельсона его имя было присвоено метеорологической обсерватории и физической аудитории Московской сельскохозяйственной академии [2, 3].

Для того чтобы определить главный вклад Михельсона в теорию теплового излучения, необходимо кратко рассмотреть открытия в области теплового излучения, которые были сделаны к 1887 г., а также проблемы в этой области, которые в то время были нерешёнными.

1.2. Проблема определения универсальной функции Кирхгофа

Спектральные исследования Густава Кирхгофа (1824—1887), профессора Гейдельбергского университета, были связаны с попытками разгадать загадку существования в солнечном спектре 576 тёмных линий, открытых ещё в 1814—1815 гг. немецким оптиком Йозефом Фраунгофером (1787—1826).

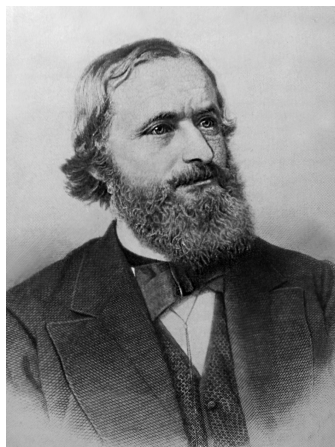
После многочисленных экспериментальных исследований, проведённых Кирхгофом совместно с его другом химиком Робертом Бунзеном (1811—1899), профессором Гейдельбергского университета, в которых в пламя бунзеновских горелок вводились примеси различных веществ и полученный спектр сравнивался с солнечным, загадка происхождения линий Фраунгофера была раскрыта.

6 октября 1859 г. Кирхгоф сделал в Берлинской академии наук краткое сообщение об этих исследованиях, опубликованное затем под названием «О фраунгоферовых линиях» в трудах Берлинской академии наук [11], в котором он раскрыл тайну происхождения линий Фраунгофера.

Процитируем Кирхгофа: «...тёмные линии солнечного спектра, не обязанные своим появлением земной атмосфере, возникают из-за присутствия в раскалённой атмосфере Солнца таких веществ, которые в спектре пламени на том же самом месте дают светлые линии» [11].

Подмеченное Кирхгофом явление, названное впоследствии инверсией или обращением спектров [12], позволило ему путём сравнения совпадающих линий в различных спектрах, возникающих при сгорании определённых веществ в пламени бунзеновской горелки, с тёмными линиями Фраунгофера в спектре Солнца объяснить линии Фраунгофера как линии поглощения тех же веществ в солнечной атмосфере.

Как отметил М. Лауэ в своей «Истории физики», явление инверсии спектров нашло своё объяснение в квантовой теории резонансных явлений после создания квантовой механики в 1925—1926 гг.



Г. Кирхгоф