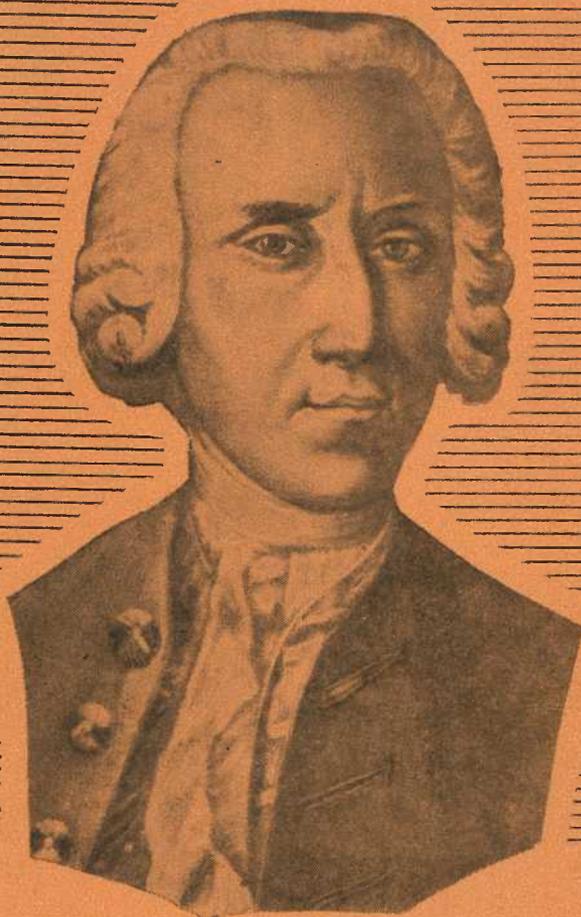


14 к.



А.А.Елисеев



Г.В.РИХМАН



А.А.Елисеев

Г. В. РИХМАН



РОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
ОКОВ ВОЗВРАТА
ТА ДОЛЖНА БЫТЬ
РАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
ННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

д. выдач

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1975

1987/

1987/

Методич. кабинет
нашего РОНО
г. Петрозаводска

Елисеев А. А.

Е51 Г. В. Рихман. М., «Просвещение», 1975.

112 с. с ил. (Люди науки).

В книге рассказано о жизни и деятельности известного русского физика, друга и соратника М. В. Ломоносова — Георга Вильгельмовича Рихмана. Приведенные в ней факты основаны на собранных автором архивных материалах, на неизвестных рукописях ученого, его дневниках.

Е 60601-183
103(03)-75 — 217-75

53(09)

© Издательство «Просвещение» 1975 г.

В 1974 г. советская общественность широко отметила 250-летие со дня основания Академии наук СССР. В постановлении ЦК КПСС по поводу этой знаменательной даты («Правда», 17 октября 1973 г.) отмечается: «Создание академии явилось крупным событием в истории развития науки, образования и культуры нашей страны. Ее деятельность оказала существенное влияние на развитие мировой науки... С именем многих ученых, работавших в академии, связаны не только отдельные выдающиеся достижения, но и создание новых направлений в науке». Одним из таких создателей новых направлений в науке был выдающийся русский физик, друг и соратник М. В. Ломоносова Георг Вильгельм Рихман (1711—1753). Его имя не сходит со страниц учебников физики и в наше время. И это вполне закономерно. Рихман вошел в историю физики как один из крупнейших основоположников теплофизики и электричества. Некоторые принципиальные положения, впервые выдвинутые им в его трудах, сохраняют не только историческое, но и актуальное научное и техническое значение.

Занимаясь разработкой теоретических основ калориметрии, Рихман впервые вскрыл основную закономерность, позволяющую определить температуру смеси однородных жидкостей, выразив ее в широко известной формуле, носящей его имя. Это послужило началом точных количественных методов исследования в области физической тепло-техники.

Большое значение имеют труды Рихмана по теории теплообмена. Изучая охлаждение тел в разнообразных услови-

ях, он установил, что процесс теплообмена зависит от целого ряда факторов — разности температур, скорости движения воздуха, размера и формы поверхности охлаждения и т. д. Это дало ему возможность сформулировать закон охлаждения тел, который лежит в основе многих теплотехнических расчетов современной теплоэнергетики.

Исследования Рихмана по калориметрии и теплообмену способствовали установлению во второй половине XVIII в. таких важнейших теплофизических величин, как теплоемкость, единица количества теплоты — калория, теплота плавления и испарения и др.

Видное место в трудах Рихмана занимают его исследования по испарению жидкостей. Ученый впервые начал изучать процессы испарения в зависимости от состояния воздуха, находящегося непосредственно над поверхностью воды и вдали от нее. Свои изыскания в этой области он неразрывно связывал с анализом постоянно протекающих в природе процессов теплообмена. Это дало ему возможность всесторонне исследовать общую картину восхождения паров с поверхности испаряемой жидкости.

Некоторые из своих работ Рихман посвятил конструированию новых теплоизмерительных и метеорологических приборов. Им были, в частности, созданы гидравлический испаритель для измерения количества испаряемой воды, барометры, термометры и другие приборы.

Все свои исследования по теплофизике ученый неразрывно связывал с возрастающими потребностями метеорологии, гидрологии и термометрии.

Г. В. Рихман и М. В. Ломоносов выступили основоположниками изучения электричества в России. Огромной заслугой Рихмана является введение в науку об электричестве количественного изучения «электрической силы». Именно для этой цели он в 1745 г. изобрел первый электроизмерительный прибор — электрический указатель — электрометр, применяемый в различных модификациях и по сей день. Чрезвычайно плодотворной в науке об электричестве стала идея Рихмана о возможности измерения «электрической силы» с помощью весов.

Изобретение и практическое применение электрометра в исследованиях Рихмана и Ломоносова положили начало принципиально новому направлению в развитии науки об электричестве. С помощью этого прибора Рихман провел оригинальные исследования по изучению электризации и

электропроводности тел, по выяснению зависимости электроемкости тел от их массы и формы, а также по изучению природы электрического поля. Он установил факт электризации металлов от трения, открыл явление электростатической индукции, обнаружил интересные явления при изучении электрических разрядов в разреженных газах.

Рихман и Ломоносов выступили пионерами изучения атмосферного электричества в нашей стране. Они провели обширную серию важных для науки опытов по изучению разнообразных явлений, вызываемых грозовыми разрядами. Они же приняли активное участие и в разработке первых конструкций молниеотводов.

Рихман успешно занимался также разработкой методики экспериментального изучения некоторых физических процессов, характеризующих грозовые разряды, путем моделирования этих процессов с помощью искусственно получаемых в физической лаборатории электрических искр. Этот метод прочно вошел в науку только в наше время.

Огромное значение для творчества Рихмана имела его дружба и тесное научное сотрудничество с Ломоносовым. Это во многом определило направленность, глубину и значение его исследований по физике. Рихман сыграл большую роль и в подготовке первых русских академиков и профессоров. Не случайно Ломоносов считал его «лучшим профессором» Петербургской Академии наук.

Г. В. Рихман трагически погиб 26 июля 1753 г. во время опытов от удара шаровой молнии в самом расцвете своих творческих сил в возрасте 42 лет. О его роли в развитии отечественной и мировой физической науки навсегда сохранились проникновенные слова Ломоносова: «Память его никогда не умолкнет».

Советские историки науки в последние годы провели большую работу по выявлению и публикации забытых и ненапечатанных трудов Рихмана. По постановлению Президиума АН СССР в 1956 г. в связи с 200-летием со дня гибели выдающегося русского ученого был издан обширный том его трудов по физике с подробными примечаниями. Появилась в связи с этим и литература о его творчестве. На основе изучения богатого рукописного наследия Г. В. Рихмана написана и настоящая книга. Она предназначена для учащихся старших классов средней школы, желающих более подробно ознакомиться с творчеством замечательного русского физика XVIII в.

ОСНОВАНИЕ ПЕТЕРБУРГСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК И НАЧАЛО НАУЧНОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Г. В. РИХМАНА

В XVIII в. Россия вошла, по образному выражению А. С. Пушкина, при стуке топора и громе пушек. Обстановка в стране была необычайно напряженной. Экономическая, техническая и научная отсталость стала реальной угрозой независимости России. Особую опасность для нее представляла Швеция, обладавшая в это время сильнейшей армией в Европе. Ее молодой и воинственный король Карл XII, считавшийся искусным и отважным полководцем, 19 ноября 1700 г. под Нарвой нанес тяжелое поражение русским войскам, состоявшим в основном из плохо обученных стрельцов, руководимых иностранными наемниками. Считая, что с русскими полностью покончено и что Россия как военный противник уже выведена из строя, он вторгся в Польшу.

«Когда мы сие несчастье (или лучше сказать великое счастье) под Нарвой получили,— писал впоследствии Петр I,— то неволя леньность отогнала и к трудолюбию и искусству день и ночь прилежать принудила и войну вести уже с опасением и искусством велела». Воспользовавшись передышкой, поскольку Карл XII «увяз в Польше», волевой и мужественный русский царь с исключительной энергией и быстротой проводит военные реформы. Вместо стрелецких частей он создает регулярную хорошо обученную армию, совершенствует военную технику и строит мощную по тому времени артиллерию.

Настойчиво преодолевая технико-экономическую отсталость, правительство Петра I строит свои металлургические, суконные, полотняные и другие предприятия; созда-

ет свою военную промышленность, где организует изготовление пушек и ружей, строит свой флот, который по мореходным качествам и вооружению не уступает шведскому и голландскому. Везде, где это возможно, государство старается применить новую промышленную технику и технологию, всячески используя с этой целью опыт Западной Европы. Все это быстро превращает отсталую «Московию», какой ее считали на Западе, в могучее государство, сумевшее в сравнительно сжатые сроки создать лучшую в Европе армию и сильный военно-морской флот.

Правительству Петра I было очевидно, что тяжелая и долгая война со Швецией неизбежна, так как только выход к Балтийскому морю обеспечивал для России непосредственные торговые и культурные связи с Западной Европой. Этот выход был необходимым условием существования и развития русской нации. Необходимо было вернуть устье Невы, издревле принадлежавшее русскому народу и захваченное шведами в начале XVIII в.

Уже в начале XVIII в. русские войска стали теснить армию Карла XII. В мае 1703 г. в устье Невы пала шведская крепость Ниеншанц. Недалеко от нее в мае же 1703 г. была заложена Петропавловская крепость и город Санкт-Петербург. Затем русскими войсками были взяты Дерпт, Нарва и Иван-город. Поворотным пунктом войны со Швецией явилось поражение армии Карла XII под Полтавой в июле 1709 г. В 1710 г. были взяты Ревель и Пернов (Пярну). В этом небольшом эстонском городе, входившем в состав Лифляндии в 1711 г., и родился Георг Вильгельм Рихман.

Быстрый рост крупной промышленности в форме мануфактур, создание регулярной армии и флота, развивающееся кораблестроение и мореплавание, интенсивное освоение новых обширных территорий, сухопутных и водных путей, строительство каналов, градостроительство, книгопечатание и, наконец, потребности государственного аппарата, а также армии и флота в грамотных и квалифицированных кадрах настоятельно потребовали создания общеобразовательных и специальных учебных заведений. Специалисты нужны были и для разработки многих новых технических и научных проблем, для решения которых были уже недостаточны практические сведения, накопленные умельцами из народа в результате многовекового производственного опыта.

Государству были крайне необходимы специалисты, хорошо знающие физико-математические и технические науки и умеющие творчески решать задачи, выдвигаемые быстрым развитием производительных сил, экономики и культуры страны. Без своих ученых и техников Россия не могла приступить к серьезному преодолению своей технической и культурной отсталости от передовых стран Европы. Но главное, без технических и научных кадров она не могла быстро и успешно решать вопросы, связанные с созданием новой военной техники, с развитием фортификации, артиллерии, судостроения и навигации, без чего невозможно было сохранить независимость Русского государства.

Эти потребности страны с особой остротой понимал Петр I. «Тогда усмотрел ясно,— писал о нем Ломоносов,— что ни полков, ни городов надежно укрепить, ни кораблей построить и безопасно пустить в море, не употребляя математики, ни оружия, ни огнедышащих машин, ни лекарств поврежденным в сражении воинам без физики приготовить... и, словом, ни во время войны государству надлежащего защита, ни во время мира украшения без вспоможения наук приобрести невозможно». Эта, так правдиво и четко сформулированная Ломоносовым главная причина заинтересованности Русского государства в развитии физико-математических и технических наук оставалась основной причиной их развития в феодально-крепостнической России не только в первой, но и во второй половине XVIII в. Тогда на долю этих наук падало более 75% всех издаваемых Петербургской Академией наук трудов.

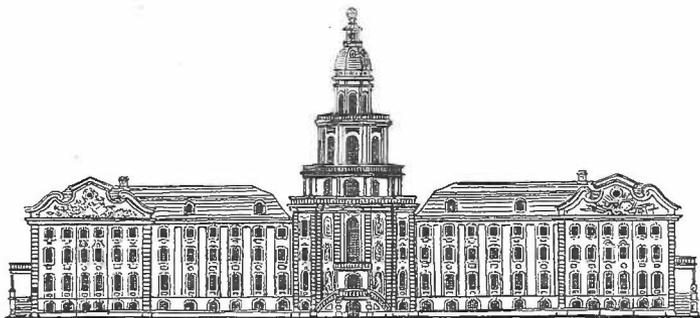
Важнейшей частью преобразовательной политики русского правительства явились реформы, связанные с развитием в стране просвещения, науки и техники. Во всех губерниях были созданы цифирные школы. Возникло и несколько школ профессионального типа — артиллерийская, инженерная, медицинская и другие. Из них наибольшую известность получила созданная в 1701 г. Московская школа математических и навигацких наук, которая затем была переведена в Петербург и преобразована в 1715 г. в Морскую академию. Преподаватель этой школы Л. Ф. Магницкий составил и в 1703 г. издал свою знаменитую «Арифметику», которая, как писал Ломоносов, была для него «вратами учености». «Вратами учености» она стала и для многих поколений русских юношей. Это была первая на

русском языке математическая энциклопедия. Кроме арифметики, она знакомила своих читателей с алгеброй, тригонометрией, морским делом, навигацией, техникой и технологией. В 1722 г. вышла и первая русская книга по механике. Автором ее был директор Морской академии Г. Г. Скорняков-Писарев. Широкое развитие получило издательское дело. Издавалось много учебников, таблиц, схем и карт, а также переводных книг по географии, астрономии, артиллерии, морскому делу, архитектуре и гражданскому строительству. С 1702 г. в Москве начала выходить первая печатная газета «Ведомости».

Большой и трудной проблемой для правительства Петра I была подготовка базы для создания в Петербурге русского экспериментального и теоретического центра. Такой базой, по замыслу царя, должна была стать созданная им в 1714 г. Кунсткамера, т. е. естественнонаучный музей. Она систематически пополнялась различными материалами и приборами по физическим, техническим, геологическим, биологическим и другим наукам. Существенные приобретения для Кунсткамеры были сделаны самим Петром I в 1716—1717 гг. во время его второго заграничного путешествия, а также А. К. Нартовым в 1718—1719 гг. в Париже и Лондоне, где он приобрел для Кунсткамеры «лучших художников физических инструментов механические и гидравлические машины». Большое число физических приборов по заданию Петра I было изготовлено в 1720—1723 гг. известными голландскими и французскими физиками — Гравезандом, Мушенбреком, Фаренгейтом и другими. К изготовлению некоторых инструментов и приборов привлекались и русские мастера-приборостроители.

Задолго до основания Академии наук была создана библиотека, содержавшая большое количество книг по всем областям естествознания и техники, в том числе и по физическим наукам. Один из современников в 1727 г. писал, «что какую бы только редкую книгу по математике, медицине и физике он ни пожелал, он все находил в библиотеке».

Коренному перелому в направленности и темпах развития науки и культуры в России с начала XVIII в. в немалой степени способствовало также утверждение в их содержании светского начала и высвобождение их от мертвящих церковно-богословских оков, в которых проходило их развитие в России в предшествующий период.



Здание Кунсткамеры Петербургской Академии наук, в котором в XVIII в. помещался физический кабинет. В 1745 г. в этом здании были проведены первые в России опыты по электричеству

После окончания Северной войны (1700—1721) и подписания в 1721 г. мирного договора со Швецией вопрос о создании в стране центрального государственного научного учреждения, специально занятого не только разработкой важнейших проблем естествознания, техники и гуманитарных наук, но и подготовкой русских научных кадров, встал как большая государственная задача. 22 января 1724 г. на специальном заседании в присутствии Петра I этот вопрос был подробно обсужден и 28 января (8 февраля нов. ст.) Сенатом был издан указ об учреждении в Петербурге Академии наук.

Для развития физико-математических наук в России и для подготовки кадров русских ученых было решено пригласить в невшскую столицу высококвалифицированных ученых. Исторически этот шаг оказался вполне оправданным. В зарождении и начальном этапе развития физики в России до Ломоносова и Рихмана важную роль сыграли академики-физики — Г. Бильфингер, И. Лейтман, Д. Бернулли, Л. Эйлер и Г. Крафт, а также русские приборостроители — А. К. Нартов, И. Е. Беляев, И. И. Беляев, И. И. Калмыков, П. О. Голынин и Ф. Н. Тирютин.

В отличие от Парижской и Римской академий и Лондонского королевского общества, являвшихся добровольными научными обществами, Петербургская Академия наук была создана как главное научное учреждение страны, в котором ученые находились на государственной службе и

выполняли свои исследования, связанные с «совершенством художеств и наук», в специально созданных для этой цели кабинетах, лабораториях и музеях. Петербургская Академия наук отличалась от большинства подобных учреждений, существовавших в других странах, также и тем, что она должна была выполнять не только функции научно-исследовательского центра, но и функции средней и высшей школы. Одновременно она должна была заниматься популяризацией науки, консультировать государственные учреждения по вопросам техники и оказывать непосредственную помощь промышленным предприятиям. В «Проекте положения об учреждении Академии наук», утвержденном Петром I, особо подчеркивалось: «Притом же бы вольные художества и манифактуры, которые уже здесь заведены суть или впредь еще заведены быть могут, от помянутого заведения пользу имели, когда им удобные машины показаны и инструменты их исправлены будут».

В сжатые сроки обширная коллекция физических приборов, собранных в Кунсткамере до основания Академии наук, была превращена в первоклассно оборудованный физический кабинет. Эта большая и трудная работа выполнялась при активном участии всех академиков-физиков. Постоянную помощь физическому кабинету оказывали академические приборостроители, изготовлявшие по заказам академиков в оптической, инструментальной и слесарной мастерских, созданных при Академии в 1726 г., различные физические и технические приборы, инструменты и аппараты. К началу 40-х годов XVIII в. физический кабинет был превращен, по словам Г. Крафта, в лучший и «знатнейший во всей Европе». В нем насчитывалось около 400 приборов, не считая дублетов. Из них 180 относилось к механике, 101 — к оптике, 40 — к магнетизму и 25 — к теплоте и метеорологии. Кабинет занимал несколько комнат. В его состав входили отдельная исследовательская физическая лаборатория и физическая аудитория для чтения лекций и демонстраций опытов.

Создание в Петербурге хорошо оснащенной приборами научной базы имело решающее значение для развития экспериментальной и технической физики в России в XVIII в., для постановки и проведения ряда новых исследований в этих областях науки. Наличие физического кабинета сыграло также большую роль в организации чтения первых в России публичных лекций по физике с опытными демон-

страциями, обучении экспериментальному мастерству молодых физиков, проведении в Петербурге систематических метеорологических наблюдений и, наконец, в успешном выполнении ряда государственных заданий, требующих экспериментальной проверки.

Важную роль в развитии технической физики, в организации и развитии отечественного приборостроения сыграли академические инструментальные мастерские. Они не только снабжали необходимыми астрономическими, физическими, геодезическими, чертежными и метеорологическими инструментами и приборами физический кабинет, астрономическую обсерваторию, отдельных ученых академии, различные экспедиции, но и одновременно выполняли заказы на эти приборы Главного правления сибирских и казанских заводов, Берг-коллегии, Канцелярии главной артиллерии и фортификации, Канцелярии от строений, Комиссии об учреждении мер и весов, Монетных дворов России и других учреждений. В начале 50-х годов XVIII в. Академией наук была организована даже продажа около ста наименований различных оптических, метеорологических, геодезических, маркшейдерских и чертежных инструментов и приборов, в том числе микроскопов, барометров, термометров, компасов, солнечных часов, готовален с разнообразными наборами циркулей, рейсфедеров и транспортных, ватерпасов, линз и очков в различных оправках. Это был реальный вклад техников и приборостроителей Петербургской Академии наук в развитие отечественного приборостроения. Высокое качество изготовленных ими инструментов и приборов во многом определялось тем, что их работа проходила в тесном контакте с академиками-физиками. Особо следует отметить, что в организации этого важного государственного дела большую роль сыграл А. К. Нартов, один из самых активных поборников технической направленности в деятельности Академии наук, который возглавлял академические мастерские с 1735 г. Он не только добился расширения штата мастерских и оборудования их новыми металлообрабатывающими станками, но и сам изобрел и построил ряд оригинальных по конструкции машин и станков, сыгравших важную роль в развитии русской артиллерии и отечественного станкостроения.

Наличие высококвалифицированных мастеров-приборостроителей и хорошо оборудованной экспериментальной ба-

зы дало возможность первым академикам-физикам в короткие сроки заложить прочные основы для развития в России экспериментальной и технической физики и значительно продвинуть вперед разработку актуальных вопросов механики, теории машин и приборов, гидродинамики, термометрии, оптики и метеорологии.

Г. Бильфингер, с деятельностью которого связано начало работы кафедры физики Петербургской Академии наук, выступил и первым руководителем ее физического кабинета. Он впервые в России начал исследования по термометрии. Бильфингер выполнил несколько ценных опытных работ по усовершенствованию термометров, барометров и воздушных насосов, а также по установлению количественных законов подъема жидкости в капиллярных трубках. Учитывая практическое значение этих исследований, его докладам и опытным демонстрациям академическое собрание уделяло особое внимание. Выступив с первыми публичными лекциями по экспериментальной физике, ученый имел намерение создать для своих слушателей конспект читаемого им курса.

Ценные исследования, связанные с запросами практики, были выполнены И. Лейтманом. Он в 1726 г. при Академии наук создал оптико-механическую мастерскую, в которой изготовил точные весы, названные им «петербургскими», предложил новую конструкцию часов, ввел усовершенствование в устройство ареометра, который после этого довольно точно показывал «разницу тяжести в жидкостях», и предложил новое устройство «согласующихся между собой термометров». Он занимался также полировкой линз и изготовлением ньютоновского телескопа.

И. Лейтман выступил как консультант по вопросу возможности подъема на колокольню в Московском Кремле знаменитого царь-колокола массой около 200 т, отлитого в 1735 г. русскими мастерами — отцом и сыном Маториными; он проверял также правильность весов и мер, рассматривал чертежи канала и других сооружений, построенных у Ладожского озера, и выполнял другие государственные задания. Академик С. И. Вавилов писал, что Лейтмана «по праву можно назвать отцом оптотехники и точной механики в России».

Фундаментальное значение для технической физики имели исследования Д. Бернулли по гидродинамике, положившие прочное научное основание не только этой науке,

но и гидротехнике, которая широко использовала в практике общие законы механики жидкостей. Уравнение, вошедшее в науку под названием «уравнение Бернулли», устанавливало зависимость между давлением и скоростью течения жидкости в трубах. Ученого живо интересовали и многие другие вопросы прикладной физики. Он написал сочинение «О циркуляции воздуха в печах, обычно употребляемых в России», «Мнение о поднятии на колокольню большого московского колокола», «Инструкцию для Камчатской экспедиции о новом способе наблюдать разность высот в барометре». Им же были изготовлены образцы исправленных ареометров, гидрометров и других приборов. В своем знаменитом трактате «Гидродинамика, или Записки о силах и движениях жидкостей», написанном в первом варианте в Петербурге до 1733 г., и в целом ряде других трудов по механике и акустике Бернулли проявил себя выдающимся физиком-теоретиком. Он выступил родоначальником теоретической физики в нашей стране. Ученый впервые выдвинул некоторые фундаментальные идеи, относящиеся к кинетической теории газов. Исходя из кинетических представлений, он впервые дал научное обоснование закона Бойля—Мариотта. Новым для науки было утверждение Бернулли о том, что причиной тепла является «внутреннее движение частиц». Эта идея Бернулли получила позднее свое развитие в трудах М. В. Ломоносова.

Не менее разносторонним и глубоким ученым был и Л. Эйлер. Он, по мнению академика С. И. Вавилова, «вместе с Петром I и Ломоносовым стал добрым гением нашей Академии, определившим ее славу, ее крепость, ее продуктивность». Наряду с математикой ученый много занимался и физикой. В своем известном двухтомном труде по механике, напечатанном в 1736 г., он значительно раздвинул границы этой науки и с помощью созданного им аналитического метода дал простое решение многих ранее не известных задач. О стремлении связать свою деятельность с решением практических вопросов наглядно свидетельствуют прочитанные им в академическом собрании доклады «О весах», «О движении лодки в воде», «О наиболее выгодном использовании машин как простых, так и сложных», «О наилучшей конструкции ворота», его участие в испытании лесопильной мельницы на Галерной верфи и постоянные выступления в роли консультанта по вопросам устройства пильных машин, пожарных насосов, мер и ве-

сов. Для развития акустики важное значение имел труд Эйлера «Новый опыт теории музыки». Л. Эйлеру принадлежат первые в нашей стране исследования по физике моря и по теории магнетизма. Эйлер с успехом занимался в Географическом департаменте картографическими работами. Большой интерес проявил ученый и к теории теплоты. В 1738 г. его «Диссертация об огне, его природе и свойствах» получает премию Парижской Академии. Им был рассмотрен также вопрос «Об определении градусов теплоты и холода для разных мест земли и времени». Эти исследования были очень важны для практики.

Видную роль в развитии экспериментальной физики в Петербурге в первой половине XVIII в. сыграл Г. Крафт. Он был руководителем физического кабинета после Бильфингера. Приборы из физического кабинета широко использовались различными учеными и в самой Академии, и в организуемых ею экспедициях. В круг личных интересов Крафта как физика-экспериментатора входили вопросы механики, гидродинамики, оптики, акустики, магнетизма и термометрии. Интересны были опыты ученого с невским льдом по определению его показателя преломления, плотности и упругости. Им же были начаты первые исследования по калориметрии. Много труда затратил Крафт на изучение и усовершенствование различных физических приборов, в частности термометров и барометров. Под воздействием все возрастающих запросов градостроительства, кораблестроения и производства ученый много занимался и теорией простых машин. Им было составлено «Краткое введение в изучение простых машин», которое в 1738 г. в переводе В. Е. Адодурова было издано на русском языке. Им же было по этой теме напечатано в «Примечаниях» к «Санктпетербургским ведомостям» несколько статей в переводе М. В. Ломоносова, которые сыграли большую роль в пробуждении интереса к конструированию приборов у И. П. Кулибина и у других изобретателей. В 1736 г. Крафт составил первый в России учебник физики под названием «Начальные основания учения о природе». Он же читал и лекции по физике с опытными демонстрациями.

В связи с освоением неизученных территорий России Академия наук уделяла большое внимание инструментальным метеорологическим наблюдениям. В 1727 г. Г. Бильфингер писал в Лондонское королевское общество: «Мы озаботились, чтобы они производились здесь в Петербурге в

разных местах и постараясь, чтобы с течением времени производились во многих пунктах империи». Видным организатором работ по метеорологии и составителем метеорологических сводок в Петербургской Академии наук в 1726—1743 гг. был Г. Крафт. Этим занимались и другие ученые, в частности И. Гмелин. Наблюдения велись над атмосферным давлением, температурой воздуха, осадками, направлением и скоростью ветра, колебаниями уровня Невы. Сводные материалы и обзоры состояния погоды систематически публиковались в изданиях академии. Обширные метеорологические работы были развернуты академией в экспедициях, особенно во второй Камчатской, участники которой были снабжены необходимыми приборами и инструкциями для производства метеорологических наблюдений и наблюдений за отклонением магнитной стрелки. Во время экспедиции академией была создана обширная для того времени метеорологическая сеть: начало ее было положено в Казани, а затем она распространилась далеко на Восток. Были подобраны на местах активные исполнители этого важного дела, снабженные инструкциями и приборами, необходимыми для проведения наблюдений.

Высокий научный уровень академической физики в конце второй четверти XVIII в., ее умение не только находить правильные решения поставленных жизнью научно-технических проблем, но и выдвигать и успешно решать новые сложные научные проблемы экспериментальной и прикладной физики наиболее ярко проявились в творчестве выдающегося русского физика этого периода Георга Вильгельма Рихмана.

Г. В. Рихман родился 11 июля 1711 г. в г. Пернове (Пярну), входившем в начале XVIII в. в состав Лифляндии, а затем в состав Эстляндии (Эстония). Его отец был казначеем и еще до рождения сына умер от чумы. Мать затем вышла замуж вторично. Начальное и среднее образование юноша получил в Ревеле (Таллин). Это был большой портовый город, расположенный на побережье Финского залива. В нем проживали моряки и много ремесленников. В городе была гимназия и навигацкая школа. После 1710 г. в Ревель из Петербурга отправлялись выпускники Инженерной школы.

Эстляндия и Лифляндия вошли в состав Русского государства в начале XVIII в. Это имело громадное положительное историческое значение для народов Эстляндии и

Лифляндии. Они нашли в русском народе верного союзника. Любя свою родину, они всем сердцем тянулись к России. С ней они связывали свою судьбу, свою жизнь. К числу таких людей принадлежал и Рихман.

Материалы о юношеских и студенческих годах Рихмана пока не выявлены. Можно, однако, предполагать, что большие способности и исключительное трудолюбие выделяли юношу из среды сверстников уже в школе. Свое образование он затем продолжил в немецких университетах в Галле и Йене, где с особым старанием изучал некоторое время физику и математику. «Я, — писал позже Рихман, — по природе лифляндец, учился... на собственном иждивении физическим и математическим наукам в том намерении, чтоб со временем моими трудами российскому государству пользу учинить». Это признание ученого характеризует его как убежденного патриота России.

Университетов в Галле и Йене Рихман не закончил. Не удовлетворенный преподаванием в них и желая более обстоятельно изучить физику, он уезжает в Петербург. 22 июля 1735 г. юноша представляет президенту Петербургской Академии наук пробное сочинение по физике и просит принять его в академию. Просьба Рихмана была удовлетворена. 13 октября 1735 г. его зачислили студентом Петербургской Академии наук «для занятий физическими науками» с окладом 150 руб. в год.

Выбор, сделанный Рихманом, был не случаен. Слава о Петербурге как о крупнейшем научном и учебном центре была широко распространена. Уже первый руководитель кафедры физики при Петербургской Академии наук академик Г. Бильфингер, которого Ломоносов называл «славленным» ученым, вынужденный из-за интриг руководителя академической канцелярии в 1730 г. уехать обратно в Германию, отзывался о Петербургской Академии наук в своей речи «О достопримечательностях города Петербурга» очень хорошо. «Кто хочет основательно научиться естественным и математическим наукам, — говорил он, — тот направляется в Париж, Лондон, Петербург. Там ученые мужи по всякой части и запас инструментов. Петр, сведущий сам в этих науках, умел собрать все, что для них необходимо. Он собрал отличный запас книг, дорогие инструменты... Искуснейшие вещи делаются в Петербурге... Трудно отыскать искусство, в котором я не мог бы назвать двух или трех отличнейших мастеров в Петербурге».

1851-1854

Можно представить себе, как горячо ухватился за это ценное сообщение молодой Рихман, уже со студенческих лет мечтавший всецело заняться экспериментальной и прикладной физикой, а также математикой.

Большую роль в его воспитании и научной подготовке сыграл академик Крафт, ученик Г. Бильфингера, руководитель кафедры физики и физического кабинета Академии наук, испытывавший в Петербурге большое влияние новых прогрессивных идей Д. Бернулли и Л. Эйлера. Как физик-экспериментатор, Крафт, по его признанию, «с большим терпением и тщательностью» выполнил ряд работ по важнейшим разделам физики. Отличаясь широким кругозором, любовью к эксперименту и горячим желанием постоянно знакомить русского читателя с последними достижениями науки, Крафт воспитывал эти качества и в своем талантливом ученике. «С самого начала моего поступления, — писал Рихман, — вначале в качестве студента помогал профессору Крафту в физическом кабинете и продолжал изучение физики по его советам и указаниям».

Физический кабинет и его руководитель сыграли большую роль в пробуждении интереса к физике и физическому эксперименту и у юноши Ломоносова, когда он в период с января по сентябрь 1736 г. до отъезда в Германию был студентом Петербургской Академии наук. Как отмечает один из современников Ломоносова, он уже тогда «в особенности любил заниматься минералогией и физическими экспериментами».

Будучи студентом, Рихман, по разрешению президента, постоянно присутствовал на собраниях академиков, или, как их тогда называли, на академических собраниях, где слушал видных академиков, в том числе и Л. Эйлера. Он много работал и в физическом кабинете. Здесь он провел ряд исследований по экспериментальной и прикладной физике. Он выяснял, «как происходит испарение», разработал проекты «особой молотилки» и «водоподъемной машины», написал рассуждение «О сифоне». Одновременно он писал для издаваемых Академией наук «Примечаний» к «Санктпетербургским ведомостям», научно-популярные статьи «О фосфоре», «О янтаре», «О орфирейском плавании под водой», «Физическое известие о целительных водах вообще», «О достойных примечаниях переменах, которыми поверхность Земли от времени до времени подвержена бывает» и другие.

Все статьи студента Рихмана были весьма содержательными, их характеризовало отличное знание истории вопроса и современное его состояние, тщательный подбор доступных примеров, иллюстрирующих выдвигаемые положения, и, главное, популярность и увлекательность. Сам автор прекрасно сознавал, что он пишет для широкого круга русских читателей, для народа, «дабы не только каждый физик, но и историк, ботаник, химик, астроном, географ, хронолог, анатом, критик, полководец, рядовой воин и любой другой при небольшом внимании мог понять суть дела».

Статьи студента Рихмана представляли собой обширные исследования, каждая из них занимала десятки страниц газетного текста, и печатались они в нескольких «Примечаниях» к газете. Для публикации в «Примечаниях» Рихман написал обширный и интересный труд, посвященный философским вопросам строения материи, движения, непрерывности и дискретности, под названием «Беседа между двумя философами о пустом и наполненном пространстве».

В 1740 г. как способный и хорошо подготовленный физик Рихман избирается адъюнктом, а через год «за особливые свои труды и прилежание» — вторым профессором (академиком) по кафедре теоретической и экспериментальной физики. За короткий срок своей деятельности в качестве академика он обогатил отечественную и мировую физику рядом ценных экспериментальных исследований и открытием многих важных для науки закономерностей, характеризующих тепловые и электрические явления.

В трудах Петербургской Академии наук было напечатано девятнадцать работ по калориметрии и термометрии, по теплообмену и испарению жидкостей и по упругим свойствам воздуха, две работы по электричеству, одна по магнетизму и одна по картографии. Кроме того, он написал, но по причине преждевременной смерти не напечатал пять работ по молекулярной физике, сорок сообщений и статей по статическому электричеству и магнетизму, три работы по механике, две по оптике и сделал перевод курса физики И. Сегнера.

«В истории мировой науки в прошлых веках, — писал академик С. И. Вавилов, — нельзя указать другой пример столь же быстрого и эффективного выращивания науки, как это было в России в первой половине XVIII века через

посредство Петербургской Академии». Эти слова выдающегося историка отечественной и мировой науки полностью относятся и к творчеству Рихмана.

С 1744 г. после отъезда академика Крафта в Германию Рихман остается единственным руководителем кафедры физики и физического кабинета Академии наук, который благодаря его стараниям и энергии стал в середине XVIII в. ведущим центром научно-исследовательской и учебной деятельности в области физики в России. Ученый придавал особо важное значение систематическому пополнению кабинета вновь изобретенными приборами, «которые, — как он указывал, — способны будут к учинению новых экспериментов» и, в частности, «к деланию экспериментов электрических». Эту сторону деятельности своего друга высоко ценил Ломоносов.

Много новых приборов для физического кабинета было изготовлено в академической инструментальной мастерской по проектам самого Рихмана. Таковы, например, изобретенный и сконструированный им электрометр, электрическая машина с двумя вращающимися шарами, самопишущий прибор для определения средней температуры, барометр особой конструкции и многие другие. Постоянно заботясь о развитии экспериментальной физики, ученый в одном из своих заявлений в академическую канцелярию писал: «Но чтоб мне безостановочно трудиться в сем деле, которое касается до приращения наук, то... прошу, чтобы повелено было указом инструменты и сосуды по моему указанию делать». Каждый новый прибор для Рихмана означал очень многое: он часто давал возможность производить более точные экспериментальные измерения, а иногда и более глубоко изучать сущность того или иного физического явления. А опыт для ученого был главным критерием познания истины. «В физике, — говорил он, — нелегко что-либо установить, не прибегая к опытам и испытаниям, а голые рассуждения, не подкрепленные опытом, часто ведут к ошибкам». В этом деле он был полным единомышленником Ломоносова.

В физическом кабинете проводил экспериментальные исследования не только один Рихман. С кабинетом и с использованием находящихся в нем приборов неразрывно связана и деятельность Ломоносова как физика-экспериментатора. Здесь до сооружения в 1748 г. своей химической лаборатории он учился искусству экспериментирова-



Г. В. Рихман.
Гравюра XIX в. работы И. Штенглина и Е. Е. Федосеева с портрета ученого, написанного неизвестным художником в середине XVIII в.

ния, здесь же он приобрел первые навыки в конструировании новых физических приборов. В стенах этого кабинета в 1741 г. и в 1744 г. он выполнил и первые экспериментальные работы по оптике и физической химии. Ломоносов был тесно связан с кабинетом и его руководителем и в последующие годы. Так, в отчете за 1753 г. Ломоносов писал, что с «покойным профессором Рихманом делал физико-химические опыты в лаборатории для исследования градуса теплоты, который на себя вода принимает от погашенных в ней минералов, прежде раскаленных». К большому сожалению, каких-либо материалов об этих опытах пока обнаружить не удалось. Физическими приборами, которыми располагал кабинет, пользовались и другие ученые. Опытными демонстрациями постоянно сопровождались и многие лекции, которые читали Ломоносов и Рихман.

В середине XVIII в., когда в Петербургской Академии наук особенно напряженно развернулась борьба передовых ученых во главе с Ломоносовым за подготовку своих, отечественных специалистов против «неприятелей наук российских», Рихман смело и решительно выступил ближайшим и верным помощником Ломоносова и неизменно поддерживал все его начинания. Он гордился своим активным участием в подготовке молодых русских ученых, которым читал лекции с 1742 г. по 1753 г. Он не только знакомил студентов с историей и с последними достижениями физики и математики, но и подробно останавливался на задачах, которые должны были решать эти науки. «Студентов,— писал Рихман в 1751 г.,— обучал я в математике и в физике с знатным успехом..., которые моим тщанием до того приведены, что уже и других опять в тех науках обучать могут». Его учениками были ставшие позднее академиками — С. К. Котельников, С. Я. Румовский, А. С. Протасов, адъюнктами Академии наук — М. Сафронов и В. И. Клементьев и профессорами открытого в 1755 г. Московского университета — А. А. Барсов и Н. Н. Поповский. Больше всего радовался и гордился самоотверженностью и успехами своего друга Ломоносов. И совершенно не случайно он считал Рихмана «лучшим профессором» Петербургской Академии наук.

Рихман вошел в историю науки как один из крупнейших основоположников теплофизики и электричества. Об этом подробно будет рассказано в следующих главах. Но он занимался не только этими проблемами. Известные ранее материалы показывают, что он успешно разрабатывал некоторые вопросы оптики, магнетизма, механики и картографии. Он впервые в России начал изучать явление люминесценции, т. е. холодного свечения тел. Им были проведены ценные исследования по искусственному намагничиванию стрелок с целью использования их в компасах, что имело большое практическое значение для мореходного дела и для геодезии. В трудах академии он напечатал обстоятельное исследование по картографии под названием «Об усовершенствовании географических карт, особенно универсальных, посредством удобных масштабов, служащих для определения расстояний».

Сохранившиеся материалы ярко характеризуют Рихмана как широкообразованного ученого, хорошо знакомого со многими областями науки. Он внимательно следил

за ходом развития естествознания в его прошлом и настоящим и вместе с тем строго критически вглядывался во все новые открытия. Он гордился успехами своей, отечественной науки и успехами ученых других стран. Патриотизм и любовь к России у него органически сочетались с подлинным интернационализмом. Рихман сумел, например, дать решительный отпор националистическим выпадам ученого секретаря Лондонского королевского общества Дж. Филелейтера, справедливо отмечая, что «великий Лейбниц» служит «таким же украшением Германии, каким Ньютон Англии». Не разделяя лейбницианское учение о монадах, он вместе с тем заявлял, что славу Лейбница «последующие поколения уберегут от той гибели, которую тщетно угрожают ему сатирические писания Филелейтера».

На творчество Рихмана, на его деятельность как педагога, на его мировоззрение, на направленность его поисков и замыслов огромное влияние оказывал Ломоносов, мнение и советы которого Рихман всегда высоко ценил. Об этом убедительно свидетельствуют многие сохранившиеся материалы.

Рихман неоднократно отстаивал право на то, что он называл «свободой философствования», т. е. право на свободное и честное искание объективной истины, на собственные убеждения, независимые от мертвящего влияния вековых догм и авторитетов. И здесь он был убежденным единомышленником Ломоносова, который ставил в заслугу Декарту то, что этот мыслитель научил «против Аристотеля, против самого себя и против прочих философов в правде спорить и тем самым открыл дорогу к вольному философствованию и к вящему наук приращению».

ОСНОВОПОЛОЖНИК КАЛОРИМЕТРИИ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕПЛОБМЕНА И ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОСТИ

К середине XVIII в., когда в трудах Петербургской Академии наук появились первые исследования М. В. Ломоносова и Г. В. Рихмана по теплоте, эта наука прошла уже долгий путь своего становления.

Начальное развитие физика получила еще в древности. В трудах античных философов мы находим и первые высказывания о теплоте. Однако их воззрения на природу теплоты не были едины. Демокрит высказывал догадки о том, что тепловые явления связаны с движением атомов; вместе с тем он допускал существование специальных тепловых атомов, имеющих шаровидную форму. По его мнению, эти атомы врезались в тела и вызывали действие, называемое теплотой. Воззрения Демокрита на природу теплоты получили дальнейшее развитие в высказываниях Эпикура, а затем Лукреция.

Из других воззрений на природу теплоты исходил Аристотель. Он считал теплоту одним из четырех (теплота, холод, сухость и влажность) «первичных качеств», или «стихий», которое в сочетании с «первичным качеством» сухости образует огонь. Последний всегда находится выше всех вещей и, по его убеждению, является общим началом всех горючих тел. Это учение, принятое церковью как догма, стало серьезным тормозом развития науки о теплоте.

Эпоха средневековья, когда безраздельно господствовали схоластика и богословие, надолго задержала развитие физической науки. Не могли изменить содержания и тем-

па ее развития отдельные, иногда очень ценные, однако носившие случайный характер физические наблюдения и открытия и опытные исследования ученых XIV и XV вв.

На широкую дорогу своего развития физическая наука вышла только в XVI—XVII и начале XVIII в., в период формирования капиталистических отношений и ранних буржуазных революций, когда практика строительства, военное дело, промышленность, мореплавание и торговля решительно потребовали серьезного опытного изучения всех основных ее разделов, и в особенности механики, гидравлики и оптики. «Это был величайший прогрессивный переворот из всех пережитых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености»¹. Титанами мысли и творческих дерзаний выступили в этот период физики Италии, Германии, Англии, Франции, Голландии, а затем России и Америки.

Новая эпоха в развитии физики была начата знаменитыми экспериментальными работами Г. Галилея. Разработанный им экспериментальный метод, в основе которого лежал тщательно продуманный физический эксперимент, давал возможность установить точные количественные соотношения между параметрами изучаемых явлений. Этот метод явился выдающимся достижением физической науки XVII в. и стал основным методом исследования явлений природы для всех последующих поколений физиков. Блестящие плоды он принес уже в XVII в., когда, по словам академика С. И. Вавилова, «этапы развития физики стали измеряться не столетиями, а десятилетиями и даже годами».

Еще более значительные успехи в развитии экспериментальной и теоретической физики были достигнуты во второй половине XVII — начале XVIII в. Главой физиков этого периода выступил И. Ньютон. В результате исследований, проведенных им и его выдающимися современниками, был создан прочный фундамент классической физики, на базе которой в дальнейшем успешно развивались многие отрасли физической науки. В трудах Ньютона механика оформляется в стройную научную систему и на

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Политиздат, 1969, стр. 7.

долгое время становится теоретической основой физической науки.

В XVII в. в трудах Бэкона, Декарта, Гассенди, а также Бойля, Гука, Ньютона и других ученых получили дальнейшее развитие догадки философов античности о теплоте как о движении атомов.

Считая теплоту движением мельчайших частиц тела, Бэкон в то же время не отрицал и существования особой огненной материи, которая, по его мнению, производит движение этих частиц.

О теплоте как о движении частиц высказывался и Декарт. Он отрицал существование особого теплового вещества. «Под теплотою,— писал он,— не следует понимать ничего иного, кроме ускорения движения частиц, а под холодом — их замедления». По мнению Декарта, огонь представляет собой быстрое движение заостренных частиц, а теплота — движение частиц шарообразной формы. Неверное утверждение Декарта о том, что в твердых телах частицы находятся в покое, было опровергнуто в XVII в. исследованиями Гука, пришедшего в результате своих наблюдений к убеждению о том, что и в твердых телах, как и во всех телах вообще, частицы находятся в движении.

По некоторым вопросам о природе теплоты против воззрений Декарта выступил Гассенди. По его мнению, теплота и холод вызываются атомами теплоты и атомами холода, которые сами по себе не обладают теплотой или холодом, но порождают теплоту благодаря своей особой форме и движению. Непоследовательность воззрений Гассенди способствовала в XVII в. возникновению учения о теплоте как о невесомом веществе.

Так как атомистические воззрения в этот период еще не могли получить подтверждения в опытных науках и, в частности, в физике и в химии, то и приведенные высказывания о теплоте имели чисто умозрительный характер.

В конце XVII в. большое число опытов, связанных с изучением теплоты, было проведено Бойлем. Убедившись в том, что нагревание тел легко достигается механическим путем посредством трения или проковывания, ученый пришел к следующему выводу: «Сущность теплоты,— писал он,— состоит либо полностью или хотя бы главным образом в том свойстве теплоты, которое мы называем механическим местным движением... Сила молота используется на то, чтобы привести внутренние молекулы гвоздя в ко-

лебальное движение...», и «именно в этом движении заключается сущность теплоты».

Однако Бойль был последовательным в своих атомистических воззрениях, и это не дало ему возможности распространить их на объяснение некоторых важнейших физических и химических явлений. Например, увеличение веса металла после его прокаливания в сосуде он объяснял существованием теплового вещества, или весомой «материи огня». Это, конечно, не могло не способствовать распространению представлений о теплороде.

В начале XVIII в. молекулярно-кинетические воззрения на природу теплоты развивали И. Бернулли, Я. Бернулли, затем петербургские академики Я. Герман и Д. Бернулли и, наконец, в середине XVIII в. М. В. Ломоносов.

Огромное значение для изучения тепловых явлений в XVIII в. сыграла термометрия. Она по существу и положила начало экспериментальному изучению этого важнейшего раздела физической науки. Ее возникновение связано с изобретением первого теплоизмерительного прибора, сконструированного Галилеем в конце XVI в. (около 1597 г.) и названного им термоскопом. Однако и в XVII и в начале XVIII в. подобного рода приборы были далеко не совершенны. Они отличались не только по своей конструкции, но и по произвольно выбранным основным температурным точкам. Поэтому сравнивать показания различных термометров было невозможно. Практически пригодные для научных измерений термометры стали изготавливаться только в первой половине XVIII в. Начало их изготовления положил в 1709 г. голландский стеклодув Д. Фаренгейт. Приняв за 0° температуру смеси льда, воды и поваренной соли, за 32° температуру таяния льда, за 96° температуру тела человека, он получил температуру кипения воды 212°. Шкала Фаренгейта получила широкое распространение, применялась она и в России.

В 1730 г. французский инженер Р. Реомюр предложил иную шкалу. Он принял за 0° температуру таяния льда и за 80° температуру кипения воды. Несколько позднее, в 1742 г., шведский астроном и физик А. Цельсий предложил для ртутного термометра следующие основные точки: 0° — температура кипения воды, 100° — температура таяния льда. В 1745 г. шведский естествоиспытатель и натуралист К. Линней перевернул шкалу термометра Цельсия, поставив 0° у точки замерзания и 100° у точки кипения воды.

К началу 40-х годов XVIII в. в употреблении находилось не менее тринадцати шкал. В частности, петербургский академик И. Н. Делиль предложил пользоваться 150-градусной шкалой, в ней за точку кипения воды был принят 0° , за точку плавления льда — 150° . Подобной шкалой первоначально пользовался и М. В. Ломоносов, но он перевернул шкалу и за 0° принял точку плавления льда, а за 150° — точку кипения воды.

Появившись вначале в качестве метеорологического прибора, термометр в середине XVIII в. был принят на вооружение всеми физиками. С его помощью они сразу же приступили к количественным исследованиям тепловых явлений.

Если в XVII в. ведущие физики понимали теплоту как внутреннее движение мельчайших частиц тела, то в XVIII в. подобные воззрения были почти полностью отнесены. В этот период западноевропейская наука оказалась в плену других взглядов. Теплоту стали рассматривать как невесомую жидкость — теплород. Причина такого понимания природы теплоты была обусловлена исторически.

Огромные успехи, достигнутые в XVII в. в развитии физических (главным образом механических) наук, привели к созданию новой формы материализма, получившей название механического материализма. Если для древних материалистов было характерным рассматривать природу как единое целое, то механический материализм стал расчленять ее на части, на составные элементы, и изучать отдельные явления вне общей связи.

Такой подход лишил естествоиспытателей возможности рассматривать природу в целом. Все это наложило свой отпечаток на характер теоретического мышления, на развитие науки о теплоте.

Физика XVIII в. отличалась от физики XVII в. рядом новых характерных особенностей. Если в XVII в. физикам под непосредственным воздействием потребностей производства пришлось решать задачи главным образом чисто механического характера, то в XVIII в., помимо решения задач подобного рода, им пришлось иметь дело также с разнообразными тепловыми явлениями, в частности, с процессами выделения и поглощения тепла при изменении агрегатных состояний. Без исследования этих тепловых явлений невозможно было объяснить физические процессы, происходящие в паровом котле и в паровом двигателе.

Новой и чрезвычайно сложной для ученых XVIII в. была также проблема горения и, в частности, проблема обжига руд с целью восстановления свободного металла. Для детального изучения тепловые и химические процессы стали при этом исследоваться обособленно и рассматриваться как отдельные области явлений. Обособленно стали изучаться и все другие физические и химические явления и процессы. Теплота, свет, звук, магнетизм и электричество превратились в совершенно самостоятельные области физической науки.

Это было одной из характерных особенностей естествознания XVIII в. Для объяснения однородных явлений в науку были введены рабочие гипотезы, в основе которых лежало признание существования в природе невесомых жидкостей.

Так, теплоту стали считать своеобразным веществом — теплородом, т. е. невесомой материей, которая, подобно весовой жидкости, может свободно перетекать из одного тела в другое. Не вдумываясь в природу физических явлений, сторонники такого воззрения на природу теплоты объясняли, например, нагревание воды в сосуде, поставленном на огонь, тем, что теплород, выделенный огнем, входит в эту воду. Охлаждение тел они объясняли тем, что теплород, находящийся в теле, при этом выходит наружу. Подобные объяснения полностью напоминали известные рассуждения невежественного, но воображающего себя большим ученым врача в одной из комедий Мольера, который объяснял снотворное свойство опиума так: «Опиум усыпляет потому, что он обладает усыпляющими свойствами».

Широкому распространению теории теплорода в XVIII в. в немалой степени способствовали также успехи математического метода в физике, получившего повсеместное признание после работ Ньютона. Ньютон ввел в физику новое понятие «количество теплоты». Его последователи стали трактовать теплоту как некую субстанцию и рассматривать тепловые явления как переходы и изменения различных количеств этой субстанции. Введенная первоначально в качестве условной рабочей гипотезы для количественных расчетов, что имело положительное значение, например, для калориметрических вычислений, теория теплорода скоро, однако, стала господствующей в объяснении всех тепловых явлений.

Различные «невесомые жидкости» (флюиды) были введены и для объяснения электрических, магнитных и световых явлений. Для объяснения химических явлений и, в частности, для объяснения явлений горения широкое распространение получила теория флогистона, под которым ученые XVIII в. понимали вещество, якобы являвшееся носителем горючести. Они утверждали, что при горении тело становится легче, так как из него выделяется флогистон — горючее весомое начало. Некоторые химики допускали даже существование флогистона с отрицательным весом.

Но как бы ни была ограничена и по существу неверна теория теплорода, она в тоже время сыграла в развитии физической науки и положительную роль. Эта теория помогла физикам, хотя и в искаженной форме, систематизировать накопленный материал и правильно подметить некоторые закономерности тепловых явлений. Так, при изучении явлений перераспределения теплоты или при ее передаче, когда общее количество теплоты оставалось неизменным, теория теплорода давала возможность произвести правильные расчеты, хорошо объясняющие наличие теплового баланса при калориметрических измерениях. Без труда объясняла она и явление теплопроводности исходя из того, что теплота переходит из одного тела в другое, сохраняя свое общее количество, подобно тому как это происходит с жидкостью.

То же можно сказать и о теории флогистона. При всей ложности этой теории она все же помогла ученым XVIII в. отделить подлинные факты от вымыслов, например подразделить все тела на способные и неспособные гореть, и сделать ряд других ценных наблюдений, что в конечном счете способствовало освобождению химии от алхимии.

Оценивая место и роль теории теплорода и теории флогистона в развитии науки, Ф. Энгельс писал: «Но и в самом естествознании мы достаточно часто встречаемся с такими теориями, в которых действительные отношения поставлены на голову, в которых отражение принимается за отражаемый объект и которые нуждаются поэтому в подобном перевертывании. Именно такой случай представляет учение о теплоте: в течение почти двух столетий теплота рассматривалась не как форма движения обыкновенной материи, а как особая таинственная материя; только

механическая теория теплоты осуществила здесь необходимое перевертывание. Тем не менее физика, в которой царил теория теплорода, открыла ряд в высшей степени важных законов теплоты... Точно так же в химии флогистонная теория своей вековой экспериментальной работой впервые доставила тот материал, с помощью которого Лавуазье смог открыть в полученном Пристли кислороде реальный антипод фантастического флогистона и тем самым ниспровергнуть всю флогистонную теорию. Но это отнюдь не означало устранение опытных результатов флогистики. Наоборот, они продолжали существовать; только их формулировка была перевернута, переведена с языка флогистонной теории на современный химический язык, и постольку они сохранили свое значение»¹.

Таково было положение дел с изучением тепловых явлений, когда к их рассмотрению приступили М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман. Однако в этой области физической науки они в Петербургской Академии наук не были пионерами. Как сообщалось в главе первой, петербургские академики Г. Бильфингер, Г. Крафт, И. Делиль, И. Вейтбрехт, а также академические мастера-приборостроители живо интересовались вопросами термометрии и теории теплоты.

Интересно в связи с этим отметить следующее. В 1733 г. в «Примечаниях» к газете, издаваемой Академией наук под названием «Санктпетербургские ведомости», была напечатана статья «О теплоте и стуже», в которой утверждалось, что теплота порождается движением «малейших частиц», а холод — замедлением их движения. Это была определенная пропаганда взглядов Декарта, но кто был автором статьи, неизвестно.

Д. Бернулли и Л. Эйлер были убежденными сторонниками атомно-молекулярной природы теплоты. Оба они считали, что «теплота состоит в некотором движении мельчайших частиц тела». В 1738 г. в «Диссертации об огне, его природе и свойствах» Л. Эйлер сформулировал и основной закон калориметрии. «Без уменьшения в одном теле,— писал он,— в другое теплота перейти не может, так как сколько внутреннего движения, в котором теплота состоит, в другое тело переходит, столько же в первом исчезнуть

Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Политиздат, 1969, стр. 31—32.

должно, как опыты достаточно показывают и законы движения устанавливают».

Калориметрией занимался и петербургский академик Г. Крафт. В 1744 г. он представил в Академию наук труд «Различные опыты с теплом и холодом», в котором обобщил свои многолетние исследования по этому вопросу. Крафтом была найдена эмпирическая формула для определения температуры смеси двух однородных по составу, но различных по массе и по температуре количеств жидкости:

$$t_{\text{смеси}} = \frac{11 am + 8 bn}{11 a + 8 b},$$

где a и b — массы смешиваемых объемов жидкости, m и n — их температуры, 11 и 8 — коэффициенты. В качестве жидкости Крафт брал воду, холодную и горячую, температуру измерял термометром Фаренгейта. Опыты петербургского академика положили начало научным исследованиям по калориметрии. Эти исследования были успешно продолжены Рихманом в 1744—1748 гг.

В 1744 г., вслед за своим учителем, Рихман представляет в Петербургскую Академию наук труд «Размышления о количестве теплоты, которое должно получаться при смешивании жидкостей, имеющих определенные градусы теплоты». В присутствии Ломоносова этот труд обсуждался в собрании академиков. Молодому ученому были сделаны некоторые серьезные замечания, которые послужили для него поводом написать еще одно исследование об экспериментальном подтверждении выведенной им формулы, которое он представил в Академию наук в 1748 г.

Труды Г. В. Рихмана вошли в историю физики в качестве основополагающих трудов по калориметрии, они положили начало развитию этой области физических знаний не только в России, но и во всем мире. Рихман убедительно доказал, что формула Крафта для определения температуры смеси применима только для случая смешения двух малых объемов воды и что она дает при этом не совсем точные результаты. При больших объемах жидкости рассчитанная по этой формуле температура смеси далеко не соответствует полученной. В результате большого числа тщательно проведенных опытов Рихман вывел иную, довольно точную формулу для определения температуры смеси не для двух, а для произвольного числа различных

порций одной и той же жидкости, имеющих разную температуру. Согласно расчетам Рихмана, температура смеси должна определяться по следующей формуле:

$$t_{\text{смеси}} = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + \dots + m_k t_k}{m_1 + m_2 + \dots + m_k},$$

где m_1, m_2, \dots, m_k — массы смешиваемых жидкостей, а t_1, t_2, \dots, t_k — соответствующие им температуры.

Когда ученый выводил свою формулу, вошедшую в историю физики под названием формулы Рихмана, понятие о теплоемкости тела еще не было известно в науке. Надо было обладать незаурядной интуицией, чтобы без учета теплоемкости тел вывести уравнение, точность которого с современной точки зрения определяется лишь степенью зависимости теплоемкости от температуры.

В своем труде на основе некоторых теоретических предположений, подтвержденных многочисленными опытами, Рихман впервые в истории физики использовал уравнение теплового баланса. И хотя это уравнение было составлено им для температуры смеси различных количеств одной и той же жидкости, оно в первом приближении выражало правильную закономерность в распределении теплоты при смешении сколь угодно большого числа порций жидкости.

Уравнение баланса количества теплоты является одним из основных соотношений современной теплоэнергетики. Переход от формулы Рихмана к этому уравнению возможен путем умножения каждого из слагаемых правой части на соответствующую удельную теплоемкость. Свою формулу ученый не считал абсолютно точной. Температуры смеси, рассчитанные им по формуле, всегда получались больше температур, показываемых термометром. Эту разницу в температурах он относил за счет различных потерь тепла в окружающую среду. В связи с этим он подробно описывает «все предосторожности, необходимые для правильного проведения подобных опытов».

Огромное значение для всех последующих экспериментальных исследований по калориметрии имеет выдвинутое и обоснованное Рихманом положение о том, что чем с большими по массе телами будут проводиться эксперименты, тем меньшее будет расхождение с расчетными формулами. «Но чтобы в наших опытах, — писал ученый, — мы не нуждались в столь многих предосторожностях, необходимо

выбирать для исследования большую массу. В таком случае за тот промежуток времени, на протяжении которого опыт может быть закончен, убыль теплоты будет неощутимой».

Положение, выдвинутое Рихманом, который, начиная с первых работ зарекомендовал себя как вдумчивый, наблюдательный и тонкий экспериментатор, никогда не теряло своего значения при проведении экспериментальных исследований. Достаточно привести такой пример. В 30—50-х годах XX столетия, когда возник вопрос об определении с возможно большей точностью теплоемкости, вязкости и других свойств воды и ее паров при высоких и сверхвысоких температурах и давлениях, он был решен путем создания калориметра с большими количествами исследуемого вещества.

В развитии теплофизики формула Рихмана сыграла поистине выдающуюся роль. Используя ее, физики уже в XVIII в. успешно освоили многие новые методы калориметрических исследований и вскоре же определили теплоту плавления льда и теплоемкость различных тел. Так, известный английский физик и химик Дж. Блэк, определяя в 1755—1760 гг. температуру смеси льда с водой и используя при этом формулу Рихмана, пришел к открытию теплоты плавления льда. В своем труде «Лекции о началах химии», описывая проведенные им опыты, он установил, что для определения температуры такой смеси формула Рихмана оказалась непригодной, так как она не учитывала количество теплоты, затрачиваемой на таяние льда, хотя его температура при этом и не поднималась. Разность между температурой, рассчитанной по формуле Рихмана, и температурой смеси, полученной при опыте, Блэк назвал скрытой теплотой плавления льда.

Руководствуясь формулой Рихмана, независимо от Блэка к этому же открытию пришел и шведский физик И. Вильке. В своем труде «О холоде снега при таянии льда» он подробно описал опыты по определению температуры смеси из снега и воды. Во всех проведенных опытах он получал определенную разность между температурой, рассчитанной по формуле Рихмана, и температурой смеси, полученной из опыта. Эту разность в температурах, равную в среднем 72—74° С, он назвал «потерей тепла». Эта «потеря тепла», найденная ученым, и соответствовала теплоте плавления льда.

Следует также отметить, что на основе формулы Рихмана был разработан способ смешения жидкостей для определения их теплоемкостей. Этот способ был назван именем Рихмана. В настоящее время он является одним из основных методов определения теплоемкостей, удельных теплоемкостей и других теплофизических величин. Из курса физики средней школы известно, что удельная теплоемкость вещества рассчитывается по формуле:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)},$$

где Q — количество теплоты, которое необходимо передать телу с массой m , чтобы повысить его температуру от t_1 до t_2 .

Приведенные примеры убедительно свидетельствуют о том, что исследования Рихмана по калориметрии и, в частности, выведенная им формула для определения температуры смеси, ставшая широко известной в мировой науке, дали мощный толчок для дальнейшего развертывания калориметрических измерений. Это имело огромное значение для формирования таких основных понятий теории теплоты, как температура, количество теплоты, теплота плавления льда, теплота парообразования, удельная теплоемкость и единица количества теплоты. В первой половине XVIII в. эти понятия только что намечались. В терминологии допускали многие неясности. Словом calor часто выражали такие понятия, как «теплота» и «температура». Четкого различия между этими понятиями не проводилось. Это различие было проведено впервые И. Ламбертом в 1755 г., т. е. спустя два года после смерти Рихмана. Однако ряд мест в работах петербургского физика позволяет утверждать, что он уже отдавал себе отчет в том, что теплота не может быть измерена градусами. Он понимал разницу между теплотой и степенью нагретости — температурой. «Часто происходит ошибка, — писал ученый, — если о состоянии воздуха, с точки зрения его теплоты, судят по градусу, показываемому термометром».

Приступая к изучению «убывания и возрастания теплоты в твердых телах, окруженных воздухом», Рихман поставил перед собой задачу «рассмотреть здесь большую или меньшую способность тел сохранять теплоту». Эту «способность, — отмечал он, — нужно строго отличать от восприимчивости к большей или меньшей теплоте». Из

приведенных слов ученого видно, что у него уже складывалось довольно четкое представление о теплоемкости тел и их теплопроводности. Это подтверждалось и выводами, к которым он пришел на основе проведенных им опытов. При исследовании металлов Рихман установил, что «наибольшую способность удерживать теплоту имеют латунь и медь, затем идет железо, после чего олово и, наконец, свинец из всех исследованных здесь тел имеет наименьшую способность удерживать теплоту». Эти важные для науки о теплоте исследования Рихман проводил совместно с Ломоносовым.

В этом же труде ученый открыл и еще одну закономерность. Он вполне справедливо отметил, что различные металлы при нагревании на одно и то же число градусов требуют различного времени, которое зависит, по его мнению, от способности этих тел принимать или отдавать теплоту, т. е. зависит, как бы мы сказали сейчас, от их теплоемкости. Так петербургский физик подошел к понятию теплоемкости, которую несколькими годами позже шведский физик Вильке назвал относительной теплоемкостью. Поэтому не случайно Рихман в ходе своего исследования составил таблицу, в которой располагал металлы не по их теплопроводности, а в основном по их теплоемкости.

Работы Рихмана по калориметрии имели настолько важное значение для дальнейшего развития этой области физических знаний, что и в отечественной и в мировой науке его по праву стали считать основоположником калориметрии. Но петербургский физик не ограничился калориметрией.

Большое значение для развития учения о теплоте имели его работы по исследованию закономерностей конвективного теплообмена, т. е. самопроизвольного процесса переноса тепла из более нагретой среды к менее нагретой, осуществляемого посредством конвекции и теплопроводности. Этим вопросом впервые заинтересовался И. Ньютон. В 1701 г. он в небольшой заметке «О шкале степеней тепла и холода» не только описал различные опыты по охлаждению тел, но и сделал на основе этих опытов вывод о том, что количество тепла «в заданное время» отдаваемого нагретым железом «смежным с ним холодным телам», пропорционально «всей теплоте железа». При этом он указывал, что «если времена охлаждения принимать равными», то понижение температуры нагретого железа происходит

в «геометрической прогрессии» и может быть найдено «легко по таблице логарифмов». Эта закономерность, установленная Ньютоном, вошла в науку как закон охлаждения тел.

Приступая к исследованиям по теплообмену, Рихман не знал об этой заметке, опубликованной к тому же без подписи, он прочитал ее только в 1751—1752 гг. Это следует и из его первого исследования по данному вопросу, представленному в Петербургскую Академию наук в январе 1747 г. В нем Рихман признает, что в начале он сомневался «в возможности определять соотношения между убылью теплоты за равные промежутки времени». «Но когда затем,— указывает ученый,— я внимательно рассмотрел этот вопрос и со всевозможными предосторожностями повторил и сравнил опыты, то, усмотрев в них некоторое сходство, я напал на закон, согласно которому происходит убывание теплоты. Так как наблюдения эти совершенно новые и несомненно обогащают науку о природе, я обязан опубликовать их, каковы бы они ни были».

Это высказывание Рихмана еще раз подтверждает, насколько опытным экспериментатором был петербургский физик. Для него была характерна не только особая наблюдательность и умение анализировать и тщательно сопоставлять результаты проведенных опытов, но и способность делать из них новые, неизвестные в науке выводы.

В первой серии опытов по теплообмену Рихман занимался изучением закономерности охлаждения воды, заключенной в стеклянный сосуд, который подвешивался на тонком шнурке и соприкасался только с воздухом, имеющим постоянную температуру. В других сериях он изучал влияние на теплообмен величины и формы поверхности охлаждаемой жидкости, а также ее объема. Охлаждение жидкости исследовалось как в стационарных условиях, так и при тепловом потоке, изменяющемся во времени. При этом ученый заметил, что в сухом неподвижном воздухе охлаждение жидкости происходит иначе, чем во влажном воздухе. Анализируя проведенные опыты, Рихман пришел к вполне определенному выводу, что теплообмен между телами является сложным физическим процессом, зависящим от многих факторов, среди которых важнейшую роль играют температура тел, поверхность нагрева или охлаждения, объем, а также способность тел удерживать в себе теплоту.

Итоги своих экспериментальных исследований он сформулировал так: «Если охлаждаемые массы различны, их поверхности различны, а также разности между температурой охлаждаемых масс и температурой охлаждающего воздуха различны, то убыли теплоты, наблюдаемые в течение равных небольших промежутков времени, стоят друг к другу в сложном отношении — они прямо пропорциональны поверхностям масс и разностям между температурой воздуха и температурой охлаждаемых масс и вместе с тем обратно пропорциональны охлаждаемым массам».

Из этой формулировки следует, что падение температуры нагретого тела на Δt при свободном его охлаждении в воздухе прямо пропорционально поверхности этого тела F , разности температур тела и среды $(t - t_1)$, времени Δt и обратно пропорционально объему тела V . Аналитически это можно выразить следующей формулой:

$$\Delta t \sim \frac{F(t - t_1) \Delta \tau}{V}$$

Если через v обозначить скорость охлаждения тела, т. е. число градусов, на которое бы понизилась температура тела в бесконечно малый промежуток времени $\Delta \tau$, и ввести коэффициент пропорциональности C , имеющий размерность скорости движения, то закон охлаждения тел, к которому в результате своих экспериментальных исследований пришел Рихман, можно записать так:

$$\frac{dt}{d\tau} = C \frac{F(t - t_1)}{v}$$

Анализируя установленную закономерность, Рихман неоднократно заявлял, что обмен тепла между смежными телами происходит «по сложной зависимости» и что открытый им закон охлаждения тел при постоянной температуре воздуха верен только приблизительно, когда промежутки времени малы, т. е. когда изменение температуры незначительно. В своих последующих работах он отмечал, что понижение температуры нагретых тел, соприкасающихся со смежными холодными средами, происходит приблизительно в логарифмической зависимости.

Исследования Рихмана по конвективному теплообмену и открытый им закон были выдающимся вкладом в разви-

тие теплофизики. Они получили высокую оценку и в мировой науке. Английский физик Д. Блэк отметил, что закономерность, подмеченная впервые Ньютоном, нашла себе поддержку и проверку в опытах «талантливого профессора Рихмана, проведенных им в самых разнообразных условиях». Проверив и подтвердив правильность закона Рихмана, немецкий физик И. Эрксleben более объективно оценил это важное открытие. «Ученейший Рихман,— писал он,— произвел много экспериментов, после тщательного разбора которых... самостоятельно нашел и вывел почти тот же самый закон убывания теплоты в воздухе, который некогда изложил Ньютон». Высокая оценка работ по теплообмену петербургского физика была дана в начале XIX в. и известными французскими физиками П. Дюлонгом и А. Пти.

Большое значение для развития теплофизики имели труды Рихмана по испарению воды. Они были неразрывно связаны с возросшими в середине XVIII в. потребностями метеорологии и гидрологии. По признанию ученого, он «не только с упорством производил соответствующие опыты, но и тщательно сравнивал их с прежде сделанными в Академии сообщениями». Рихман впервые в науке сделал попытку связать теорию испарения с законом охлаждения тел. Для своих опытов он использовал открытые цилиндрические сосуды с различной поверхностью испарения и заполнял их на различную глубину водой. Количество испарившейся жидкости за определенный промежуток времени определялось по разности весов первоначально взятой и оставшейся воды. На основе многочисленных и разнообразных опытов Рихман установил, что испарение воды зависит от разности упругостей теплого и холодного воздуха, от влажности и скорости его движения, от величины поверхности, от массы и глубины воды в сосуде. Он также показал, что испарение всегда сопровождается понижением температуры воды.

Чрезвычайно строгий и осторожный в своих выводах Рихман считал предложенный метод количественной оценки испарения недостаточным точным. Для разработки и научного обоснования правильной теории испарения, по его глубокому убеждению, «требуются длительные труды и старания многих лиц». В 1749 г. ученый выступил на торжественном собрании Петербургской Академии наук с речью на тему «О законах испарения воды». Текст этой речи получил полное одобрение Ломоносова, который пол-

Я изобретатель и изобретатель
Гонимый профессор Рихмана о природе
Свойствах и свойствах воздуха в воздухе
Ассимиляция, это же она была напечатана
и в журнале «Собрание Сибиряка». Издана
13 июля 1849 года. Профессор Михаил
Ломоносов.

Отзыв М. В. Ломоносова о работе Г. В. Рихмана
«О законах испарения воды»

ностью разделял и поддерживал практическую направленность исследований своего друга и его ценные предложения. Это всегда вдохновляло Рихмана и заставляло его еще теснее связывать свои исследования с практическими запросами страны. «Ведь что может быть достойнее для человеческого ума,— говорил он в своей речи,— что может быть в жизни полезнее, нежели найти определенный и никогда не обманывающий способ на значительное время вперед предсказывать бури... и многое другое, полезное для знания урожая. Решению этой задачи способствовали бы метеорологические обсерватории, одинаково устроенные в различных широтах». Об этом мечтал и Ломоносов.

С целью оснащения отечественных метеорологических станций новыми и точными теплоизмерительными приборами Рихман многие годы занимался их конструированием. Он создал гидравлический испаритель для точного измерения количества испаряемой воды, сконструировал и построил новый метеорологический термометр для измерения средней температуры за сутки и за неделю изготовил барометр особой конструкции.

Большое значение для теоретических исследований Рихмана по теплофизике имела разработанная Ломоносовым молекулярно-кинетическая теория теплоты. Если в своих первых работах по калориметрии Рихман исходил из

признания теории теплорода, то позже он окончательно порвал с ней и всецело стал сторонником Ломоносова во взглядах на природу теплоты. В одной из своих статей, относящейся к 1752 г., Рихман писал: «Нет сомнения, что теплота заключается в определенном движении определенных телесных частиц; чем быстрее это движение, тем больше должна быть теплота. Следовательно, если бы стало известно, какая скорость частиц требуется для возникновения данной теплоты, можно было бы определить абсолютную температуру».

Исследования Рихмана по калориметрии, теплообмену и испарению жидкости явились крупным вкладом в науку о теплоте. Вместе с Ломоносовым он выступил основоположником теплофизики в нашей стране и достойно представлял эту новую область физических знаний на мировой арене. И до нашего времени многие закономерности тепловых явлений, впервые подмеченные Рихманом, сохраняют свое значение. Они как объективные законы природы навсегда вошли в учебники по физике.

Глава третья

СОЗДАТЕЛЬ ПЕРВОГО ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Изучение электрических явлений в России впервые было начато в 1745 г. К этому времени наука об электричестве в странах Западной Европы насчитывала уже полтора века своего существования. Начало развития этой новой области физической науки обычно связывают с 1600 годом, т. е. с годом выхода из печати первого научного труда по магнетизму и электричеству «О магните, магнитных телах и о большом магните — Земле». Автором этого труда был известный английский ученый Вильям Гильберт. Его выдающейся заслугой перед наукой было то, что в основу своих исследований по магнетизму и электричеству он положил опыт. После столетий господства схоластики, пренебрегавшей опытом и исключавшей его как решающий аргумент для доказательства выдвигаемых положений, труд Гильберта явился действительно новым словом в науке. Он смело утверждал экспериментальное изучение природы. И не случайно, что одна из глав этого труда, посвященная электрическим явлениям, была подлинным открытием. Ученый значительно расширил существовавшие в то время представления о телах, приобретающих при натирании электрическое состояние. Древним грекам и ученым средневековья в качестве такого тела был известен только янтарь. На основе опытных исследований Гильберт пришел к выводу, что свойствами, присущими янтарю, обладают также алмаз, сапфир, опал, аметист, горный хрусталь, стекло, сера, смола и ряд других веществ. Все эти тела он назвал «электрическими». Установление способности многих тел

электризоваться при натирании явилось важным научным открытием. Последующая практика показала, что сера и стекло электризовались при натирании особенно сильно, и поэтому были использованы Отто фон Герике, Гауксби и другими учеными для создания первых электростатических машин.

Многие тела Гильберту не удалось наэлектризовать; в их числе были, в частности, яшма, жемчуг, мрамор, кремень, слоновая кость, человеческое тело и тела животных, а также металлы — серебро, золото, медь и железо. Поэтому все эти тела он назвал «неэлектрическими». Английский ученый впервые в науке выдвинул предположение о существовании вокруг намагниченных или наэлектризованных тел силовых полей. Конечно, это был только отдаленный намек на возможность существования электрического поля, но намек исключительно плодотворный. Последующее развитие науки об электричестве и магнетизме полностью подтвердило эту гениальную догадку ученого. Но в труде Гильберта содержалось немало и ошибочных положений. Так, его утверждение о том, что металлы не могут быть наэлектризованы трением, впервые экспериментально было опровергнуто только в середине XVIII в. Г. В. Рихманом. Ошибочным было утверждение Гильберта и о существенном различии электрических и магнитных явлений. По его убеждению, электрические свойства тел вызываются искусственно, путем трения, а магнитные свойства присущи телам по природе. Эта неверная точка зрения была опровергнута в середине XVIII в. петербургским физиком Ф. Эпинусом и в начале XIX в. А. Ампером. Электрическая сила, по Гильберту, проявлялась только в притяжении. Несостоятельность такого утверждения была доказана уже в XVII в. Н. Кабео, впервые наблюдавшим не только притяжение, но и отталкивание наэлектризованных тел.

Несмотря на новизну опытов по электричеству, описанных в труде Гильберта, изучение электрических явлений, не стимулируемое потребностями практики, далеко не сразу стало предметом специальных систематических исследований.

Известный толчок развитию науки об электричестве дало создание электростатических машин. Первая такая машина была создана Отто фон Герике и описана им в труде «Новые, так называемые магдебургские опыты, относящиеся к пустому пространству», изданном в 1672 г. Прочтя

труд Гильберта, немецкий ученый живо заинтересовался описанными в нем опытами по электричеству. Желая получить более наглядные эффекты, он решил создать прибор, с помощью которого можно было бы быстрее и сильнее наэлектризовать тела. Вот как он описывает свое изобретение: «Желающий пусть возьмет сферический стеклянный сосуд величиной с детскую голову, наполнит его размельченной серой и расплавит ее; после охлаждения пускай разобьет сосуд и вынет шар, который нужно хранить в сухом месте; если желательнее, то можно в шаре пробуровать отверстие, в которое вставить железный стержень, чтобы удобно было вращать шар вокруг него, как вокруг оси». Приводя во вращение с помощью ручки этот шар, укрепленный на деревянном штативе, Герике прикладывал к нему ладонь руки и при трении о поверхность вращающегося шара возбуждал на нем электрический заряд.

Экспериментируя с этим прибором, ученый обнаружил, что, например, такое легкое тело, как пушинка, не только притягивалась к наэлектризованному шару, но и, прикоснувшись, быстро отскакивала от него. Он заметил также электрическое свечение вращающегося шара в темной комнате и впервые открыл некоторые новые проводники электричества.

В начале XVIII в. английский физик Ф. Гауксби заменил сплошной шар из серы в машине Герике полым стеклянным шаром, насадил его на ось и установил на более удачной деревянной подставке. Шар приводился в движение при помощи колеса с перекинутым через него ремнем, а его натирание, как и в машине Герике, осуществлялось ладонями. Любопытно отметить, что этот метод электризации вращающегося шара ладонями сохранялся почти до середины XVIII в.

В процессе экспериментальных исследований со своей электростатической машиной Гауксби удалось получить электрические искры, заметить в темной комнате свечение наэлектризованных тел, установить влияние на результаты опытов температуры окружающего воздуха. В первой половине XVIII в. машина английского физика получила повсеместную известность и широкое распространение.

В конце XVII и начале XVIII в. электрическими явлениями заинтересовались многие ученые. Их изучали И. Ньютон и Р. Бойль. Наиболее значительные открытия в области электричества до 40-х годов XVIII в. были сдела-

ны английским физиком С. Греем и французским физиком Ш. Дюфэ. Можно считать, что систематические исследования электрических явлений в большинстве стран мира начались именно со времени появления в печати работ этих ученых.

Грей провел ценные для науки опыты по электропроводности отдельных тел. Он впервые наэлектризовал человека и поставил под сомнение утверждение Гильберта о том, что человеческое тело нельзя наэлектризовать. Эксперименты, проведенные ученым, давали возможность разделить тела хотя бы приблизительно на проводники и непроводники электричества.

Опыты Грея с большим успехом были продолжены Дюфэ. Важное значение для науки имели два принципа, к которым он пришел на основе анализа не только своих многочисленных опытов, но и опытов других физиков. Ученый установил, что тела, наэлектризованные зарядом одного и того же знака, отталкиваются, а тела, наэлектризованные зарядами противоположных знаков, притягиваются.

Более важное значение имел второй принцип. «Случай помог мне,— писал Дюфэ,— открыть другой принцип, более общий и более замечательный, чем предыдущий, который проливает свет на электрические явления. Этот принцип состоит в том, что существует электричество двух родов, в высшей степени отличных один от другого: один род я называю «стеклянным» электричеством (позднее его стали называть положительным.— *A. E.*), другой — «смоляным» (отрицательным.— *A. E.*). Первое электричество получается при натирании стекла, горного хрусталя, драгоценных камней, шерсти животных и др.; второе — при натирании смолы, янтаря, копаловой камеди». Это была первая в науке гипотеза о существовании двух родов электричества. В последующем эта гипотеза сыграла значительную роль в развитии теории электрических явлений.

Большое практическое значение получил и созданный Дюфэ простейший прибор для обнаружения зарядов на том или ином наэлектризованном теле. Ученый брал две шелковые, бумажные или шерстяные нити и подвешивал их в одном месте на изолированной проволоке. Как только проволоке сообщался электрический заряд, эти нити, получая одноименный заряд, сразу же отталкивались друг от друга. Расхождение между нитями возрастало при увеличении заряда, передаваемого по проволоке. Это был прото-

тип хорошо известного каждому школьнику современного учебного электроскопа.

Значение этого простого, но вместе с тем очень важного прибора ученые того времени поняли далеко не сразу. Довольствуясь грубо качественным описательным методом изучения электрических явлений, они еще даже и не задумывались над необходимостью количественного изучения этих явлений, а поэтому идея Дюфэ долгое время оставалась незамеченной. Из дальнейшего мы увидим, что одним из первых, кто понял глубокий смысл и практическое значение принципа, положенного французским ученым в основу устройства своего прибора, был петербургский физик Рихман. Именно этот принцип и стал для него исходным при создании «электрического указателя» — первого в истории физики электроизмерительного прибора.

В 30—40-х годах XVIII в. некоторые новые опытные данные в науку об электричестве были внесены в результате исследований, проведенных П. Мушенбреком, И. Винклером и другими учеными. Была создана и вошла в лаборатории исследователей лейденская банка. Однако, как справедливо отметил Ломоносов, до 40-х годов «весьма мало было знания о электрической силе, которая начала в ученом свете возрастать славою и приобретать успехи около 1740 года».

В эти годы в изучение электрических явлений впервые включились и русские ученые, вначале Рихман, а затем, спустя несколько лет, Ломоносов. Вполне закономерно и то обстоятельство, что учреждением, где впервые были поставлены эти исследования, явилась Петербургская Академия наук. Это было единственное в то время в России научное учреждение, которое располагало хорошо оборудованным физическим кабинетом, высококвалифицированными физиками и достаточно опытными мастерами-приборостроителями.

Интересно отметить, что непосредственной причиной начала исследований по электричеству в России послужило письмо Эйлера в Петербург от 15 августа 1744 г., в котором он обратился к ученым Академии наук принять участие в решении задачи о причине электрических явлений, объявленной в качестве конкурсной Берлинской Академией наук. «Опыты, — писал он, — которые лишь недавно были произведены в этой области, поразительны». Письмо великого математика и его призыв были рассмотрены на

заседании академического собрания 24 августа 1744 г. с участием Ломоносова и Рихмана. Сохранилось и решение, которое было принято после состоявшегося обсуждения. «По этому вопросу, — указывалось в протокольной записи, — Академия принимает решение произвести также и здесь исследования над явлениями электричества и тщательно изучить все сочинения, написанные по этому предмету, а те, которых нет здесь, как можно скорее добыть».

Эту дату мы по праву можем считать исторической, так как именно с этого года в России началось изучение электричества, про которое Ломоносов, мечтая о будущем, с уверенностью говорил, что оно открывает «великую надежду к благополучию человеческого рода».

Как свидетельствуют документы, это новое направление в физических исследованиях возглавил Рихман. Прежде всего он тщательно изучил все известные труды по этому вопросу, и в первую очередь исследования Гильберта, Отто фон Герике, Гауксби, Грея, Дюфэ. Сохранились его конспекты, в которых он, готовя себя к проведению опытов, особое внимание уделил методике и технике электрического эксперимента. Так как опытов по электричеству до него в Петербургской Академии наук никто не проводил, физический кабинет совершенно не располагал необходимыми для этой цели приборами и материалами. Их приобретение и изготовление пришлось осуществлять ему самому. Уже в сентябре 1744 г. Рихман просит канцелярию Академии наук, «чтоб повелено было заготовить к деланию экспериментов электрических» стеклянные трубки разных размеров, стеклянный полый шар, шар металлический и несколько подставок из смолы для изоляции, без которых невозможно было начать опыты. Заказ ученого был быстро выполнен в инструментальной академической мастерской. Полностью было использовано и имевшееся оборудование — столы и подставки, а также некоторые приборы, например весы, которыми располагал физический кабинет академии, находящийся тогда в полном распоряжении Рихмана.

По заданию ученого была изготовлена и электрическая машина со стеклянным шаром по типу машины Гауксби. Однако, как показывают сохранившиеся материалы, эта электрическая машина оказалась далеко не безупречной, особенно при быстром вращении стеклянного шара с целью получения более сильных электрических зарядов. По этому

поводу ученый писал следующее: «Так как моя комната находится над подвальным помещением, то при быстром вращении шара посредством машины почти вся утварь испытывает толчки и сотрясения, трясутся даже самые стены, а смола, посредством которой укреплены оси, от их накаливания размягчалась, и они меняли свое положение». Пользование такой несовершенной электростатической машиной, замечает он, «создавало для меня и ту огромную трудность, что часто я бывал вынужден менять стиравшиеся и поврежденные веревки, на что уходило до получаса времени. Вот почему я решил исправить это положение». Усовершенствование, придуманное Рихманом, было очень простым: он сделал машину более устойчивой и с помощью блока, установленного над машиной, значительно увеличил число оборотов стеклянного шара.

Прежде чем приступить к задуманным исследованиям, Рихман долго обдумывал, как он будет проводить свои опыты, какую цель он перед собой должен поставить. Тщательный анализ работ европейских физиков убедил его, что все они использовали только описательный, качественный метод. Слепо следовать по уже проторенному пути было не в его характере. Можно предполагать, что этот волнующий его вопрос он неоднократно обсуждал со своим другом Ломоносовым, который был убежденным сторонником количественных методов исследования. В результате своих размышлений Рихман пришел к идее создать прибор, с помощью которого можно было бы «до известной степени подвергнуть измерению порождаемое электричество», т. е. электрические заряды, создаваемые на телах при их электризации трением. И он создал такой прибор, исходной физической идеей устройства и действия которого стал принцип, положенный французским физиком Дюфэ в основу его электроскопа. Этот прибор, названный Рихманом «указатель электричества», представлял собой вертикально расположенную металлическую линейку длиной около 52 см и массой около 615 г, к которой подводился электрический заряд от электростатической машины. К верхнему концу линейки прикреплялась льняная нить длиной около 61 см и массой около 45 мг. Как только металлической линейке передавался электрический заряд от приведенной в движение электрической машины, льняная нить отталкивалась от одноименно с ней заряженной линейки и отклонялась от нее на некоторый угол в зависимости от величины

заряда. Угол отклонения нити измерялся на деревянном квадранте по дуговой шкале, разделенной на градусы. Для более точных измерений каждый градус был разделен на четыре равные части. В целях устранения возможного контакта льняной нити с квадрантом, что приводило бы к частичной утечке электричества, конец этой нити был отделен от него на 2,5 мм.

Введение в конструкцию электрического указателя шкалы с делениями принципиально изменяло функцию и назначение этого прибора. Без шкалы этот прибор ничем не отличался от обычного электроскопа; с его помощью можно было только определить наличия большего или меньшего заряда на том или ином наэлектризованном теле. Наличие шкалы давало возможность измерять величины электрических зарядов или, как писал Рихман, «величины электрической силы».

Так впервые в науке был осуществлен переход от электроскопа к электromетру. Это открытие петербургского физика было новым словом в науке об электричестве. Однако электрометр Рихмана по своему устройству был еще крайне примитивен, и, конечно, сколько-нибудь точных показаний с его помощью получить было нельзя; он давал возможность довольно точно по градусной шкале, так как других единиц для определения величины электрических зарядов в то время еще не было, только сопоставлять величины зарядов и определять, какой из них больше. Но эта задача была решена не сразу. Как тонкий и опытный экспериментатор, Рихман хорошо понимал, что точность измерения величины двух различных электрических зарядов с помощью двух указателей электричества зависит главным образом от постоянства угла наклона нити. А это постоянство, определяемое равновесием между «электрической силой» отталкивания нити от металлической линейки и силой тяжести этой нити, могло быть достигнуто только при одинаковом весе и одинаковой длине льняных нитей. Только «подобный указатель, — справедливо отмечал ученый, — является надежным инструментом для распознавания больше или меньше градус электричества в той или иной наэлектризованной массе». А для этого «необходимо следить за тем, чтобы длина и вес применяемых нитей всегда были одинаковыми. В противном случае электрическая сила будет определяться неточно и нельзя будет производить никаких сравнений, поскольку одна нить может показывать

один, а другая — другой градус, хотя обеим массам сообщена одинаковая электрическая сила».

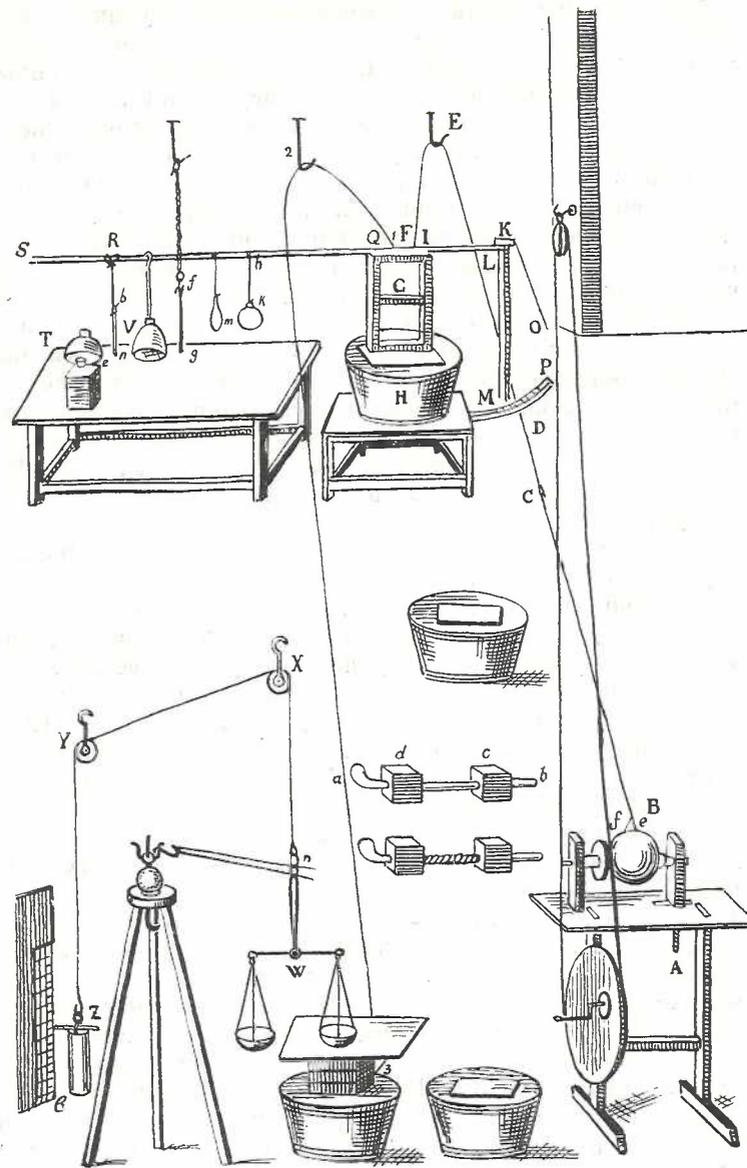
Приведенные слова еще раз убеждают нас в том, что Рихман вполне правильно рассматривал созданный им прибор не как обычный электроскоп, а как особого рода электрометр, с помощью которого можно было «до известной степени измерять электрическую силу» или, как он писал в других работах, определять «большую или меньшую степень электричества», «большый или меньший градус электричества в той или иной наэлектризованной массе».

Используя современную терминологию, можно сказать, что Рихман во всех приведенных высказываниях имел в виду одно понятие, а именно понятие электрического заряда, которое в середине XVIII в. в науке об электричестве еще отсутствовало. Разнобой в терминологии, который он допускал, был характерен для всех ученых его времени, занимавшихся изучением и тепловых и электрических явлений, так как едиными общепризнанными понятиями наука тогда не располагала.

В наше время, когда мы говорим об электрометре, мы имеем в виду прибор, предназначенный для измерения электрических потенциалов и небольших по величине зарядов. Электрометры отнесены к электростатическим измерительным приборам, в которых подвижная часть перемещается силами электростатического взаимодействия. Поэтому нам нетрудно понять, что прибор, созданный Рихманом, был первым электростатическим измерительным прибором, который служил ему именно для измерения электрических зарядов. Понятие потенциала было введено в науку об электричестве значительно позднее. Естественно, что этими понятиями он оперировать не мог.

Так был создан первый электроизмерительный прибор. Физический принцип, положенный в его основу, сохранил свое значение и при последующем развитии науки об электричестве; он лежит в основе ряда электроизмерительных приборов и в настоящее время.

Экспериментальная установка, созданная Г. В. Рихманом в январе 1745 г. для проверки разработанных им методов количественного изучения электрических явлений с помощью созданного им первого электроизмерительного прибора («указателя электричества»), применения весов для абсолютных измерений «электрической силы» и применения электрического звонка для «определения интенсивности электрической силы»



Большая заслуга Рихмана перед наукой заключается в том, что, приступая к количественному изучению электрических явлений, он не ограничился созданием «электрического указателя». Для измерения «электрической силы» он решил использовать и весы. На рисунке они видны в левом нижнем углу. В целях изоляции весы были подвешены на шелковом шнуре. Для устойчивости «при помощи щипцов» они соединялись с деревянной подставкой и уравновешивались грузом, двигавшимся вдоль линейки со шкалой. Это давало возможность довольно точно измерять расстояние между уравновешенными весами и расположенной под чашкой весов металлической пластиной. Последняя была расположена на железных грузах, лежавших в целях изоляции на смоле в деревянном коническом сосуде. Эти массивные железные грузы соединялись с электростатической машиной, они наэлектризовывались и притягивали чашку весов. Величина силы притяжения чашки весов к железной пластине определялась по высоте подъема груза. «Весами,— писал Рихман,— я пользовался также для определения величины электрической силы». Самый сильный заряд, который он смог получить от своей машины, поднял груз около 6 г на 5,1 см.

Однако практика проведения опытов показала, что этот метод измерения величины заряда оказался менее удобным, чем применение «указателя электричества». Ценная идея петербургского физика надолго была забыта. Она была использована физиками в конце XIX—начале XX в. для измерения малых и больших разностей потенциалов; в настоящее время на этом принципе основано устройство абсолютного электрометра.

О том, с какой настойчивостью Рихман отыскивал методы нового количественного изучения электрических явлений, наглядно свидетельствует и такой факт. Он решил для «определения интенсивности электрической силы» использовать электрический звонок. Правда, этот метод не привел ученого к созданию какого-либо нового электроизмерительного прибора, тем не менее он дал ему возможность опытным путем проверить одну идею: «каким образом по быстроте звона можно распознавать наибольшую степень электричества». Придуманное им приспособление, помещенное в верхнем левом углу рисунка, дает возможность легко понять, как он это осуществил практически. Между двумя колоколами на некотором расстоянии он по-

мещал железный молоточек. Ученый рассуждал так: как только железный молоток, соединенный с электростатической машиной, получит электрический заряд, он притянется к колоколу и ударит по нему, производя звон; став «менее наэлектризованным», он возвратится назад и снова наэлектризуется от другого колокола, также соединенного с электростатической машиной, и это будет происходить непрерывно. Быстрота и сила ударов молотка о колокол всецело будут зависеть от интенсивности электризации.

Так практически в Петербурге в 1745 г. было осуществлено первое своеобразное автоматическое регистрирующее устройство, позволявшее без участия наблюдателя точно регистрировать не только время прохождения заряда по цепи, но и интенсивность этого заряда. То, что сам Рихман считал возможным использовать электрический звонок только как регистрирующее устройство, видно из его собственного признания. «Делал я это,— писал он,— с той целью, чтобы по более или менее частому звону судить о большем или меньшем электричестве, особенно в тех случаях, когда нельзя было видеть указателя из-за его удаленности». Было бы, однако, неверным предполагать, что он думал использовать электрический звонок для какого-либо измерения «электрической силы». Он прекрасно понимал, что это просто невозможно. «Колокольчиком таким,— писал ученый,— я не пользовался для уточнения электрических явлений, а пользовался только льняной нитью, подвешенной к линейке».

Позднее, в 1752 г., при проектировании первых в России экспериментальных установок для изучения атмосферного электричества, о чем будет подробно рассказано в главе пятой, Рихман с успехом использовал электрический звонок в качестве автоматического устройства для регистрации времени начала, продолжительности и интенсивности атмосферных электрических разрядов.

Исходя из всестороннего анализа современного ему состояния науки об электричестве, Рихман пришел к мысли о том, что эта новая область физической науки может сделать шаг вперед только в том случае, если перейдет к количественным методам изучения электрических явлений, а это станет возможным только тогда, когда будет создан совершенный электроизмерительный прибор.

Все помыслы ученого после 1745 г. и были направлены на решение именно этой проблемы. «Моя обязанность,—

писал он в 1753 г., — исследовать законы природы была причиной того, что восемь лет назад я приступил, наряду с прочими академическими работами, к исследованию электрических явлений. Совершенный электромтр, т. е. инструмент для определения электрической силы, вне всякого сомнения, может сильно способствовать развитию электрической теории. Вот почему с самого начала я сразу же стал размышлять об удачном способе определять интенсивность электрической силы».

Глубоко убежденный в правоте своих суждений, Рихман многие годы посвящает усовершенствованию изобретенного им «указателя электричества». «Ведь прежде чем указатель, — заявляет он, — не будет доведен до наивысшего возможного совершенства, я считаю безнадежным делом создание какой бы то ни было теории электричества». Таков был лейтмотив творческих поисков петербургского физика. И это было не случайно. Именно данное направление мыслей ученого больше всего отражало насущные потребности науки об электричестве в середине XVIII в. Не имея в своем распоряжении хотя бы самого простого электроизмерительного прибора, многие передовые ученые испытывали огромные затруднения. Например, известный французский физик Л. Лемонье в 1746 г. писал: «Хотя еще не изобретен электромтр, т. е. инструмент, способный измерять различные степени электричества, которым может обладать тело, тем не менее нет сомнения, что можно по впечатлению, производимому искрами, судить о том, сильно или слабо электричество». Однако подобный метод оказался весьма ненадежным. Другой известный французский физик Ж. Нолле в 1749 г. не без горечи сокрушался об отсутствии электроизмерительных приборов. Не зная о смелых начинаниях Рихмана, о его замыслах создать такой прибор и вообще не веря в возможность создания электроизмерительного прибора, Ж. Нолле писал: «Вообще можно сказать, что электромтр такой, каким он должен был бы быть, чтобы заслужить это название, есть инструмент, который в настоящее время еще трудно придумать, и что, быть может, еще слишком рано о нем помышлять». Но Ж. Нолле был не прав, он глубоко ошибался. Идея создания такого прибора уже носилась в воздухе.

История науки и техники показывает, что, когда назревает потребность в том или ином открытии или в создании того или иного прибора, этот вопрос одновременно и неза-

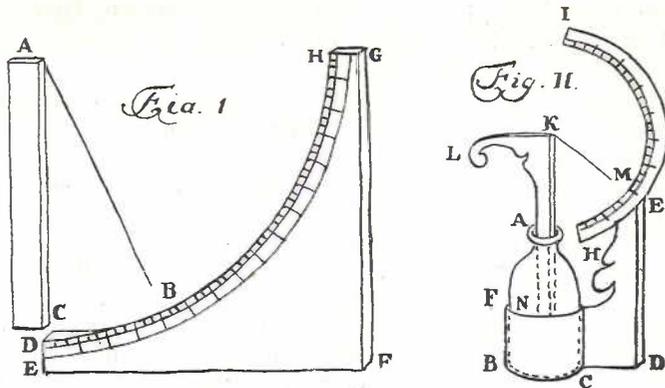
висимо решается в ряде стран многими учеными. Такое положение характерно и для истории создания первого электроизмерительного прибора.

В конце 40-х годов XVIII в. о необходимости создания такого прибора стали думать отдельные физики. Все они, каждый по-своему, пытались решить этот сложный вопрос и создать свою конструкцию электромтра. Свой проект такого прибора в 1749 г. представили Парижской Академии наук два французских ученых — Ж. Леруа и П. д'Арси. Для «измерения электрической силы» они предлагали использовать плавающее на поверхности воды в стеклянном изолированном сосуде заостренное вверху наэлектризованное тело. Оно должно было притягиваться другим «находящимся по соседству телом» и подниматься на некоторую высоту, по которой и определялся «градус электричества» заряженного тела. Эта высота фиксировалась по тени, отбрасываемой на удаленную доску. Другой метод измерения величины электрических зарядов был предложен Б. Франклином. Он с помощью истечения электрических зарядов с острия приводил в движение небольшую машину вроде ветряной мельницы, которая состояла из очень легких колесиков, сделанных из толстой бумаги. Замысел его состоял в том, чтобы по скорости вращения колесиков определять величину «электрической силы». Однако ни электромтр Ж. Леруа и П. д'Арси, ни электромтр Б. Франклина практического применения не получили.

«Высказать что-либо относительно несовершенства или совершенства этих машин, — пишет Рихман, — я не вправе, так как не имел возможности применять их и даже видеть их точные описания. Поэтому я пользуюсь только тем электрическим указателем, который был мною описан... и усовершенствован».

Из приведенных материалов видно, что вопрос о создании электроизмерительных приборов волновал ученых, и каждый из них пытался решить его так, как подсказывал ему его опыт, его интуиция, его фантазия. Последующее развитие науки об электричестве показало, что наиболее правильное решение этого вопроса в середине XVIII в. было найдено Рихманом. Построив в 1745 г. свой первый электромтр, он в течение ряда лет напряженно и всесторонне обдумывал возможности его усовершенствования.

В середине XVIII в. он практически смог в устройство электромтра внести только некоторые конструктивные из-



Чертежи электрометра Г. В. Рихмана:

Фиг. I — первоначальная форма (1745 г.); Фиг. II — усовершенствованная форма (1753 г.)

менения. В целях более удобного применения электрометра Рихман установил металлическую линейку в небольшом стеклянном сосуде с узким горлышком и тонкими стенками и заполнил этот сосуд «железными опилками, стружками любого металла или мельчайшими свинцовыми шариками». Для того чтобы металлическую линейку можно было прикладывать к любому наэлектризованному телу, к ее верхнему концу ученый прикрепил изогнутую металлическую пластину. К верхнему же концу линейки прикреплялась тонкая льняная нить массой 0,053 г, которая отстояла от деревянной дуги со шкалой на 2,54 мм. Стеклянный сосуд наполовину своей высоты помещался в металлический сосуд с рукояткой, на которой была укреплена деревянная дуга, разделенная на 170°.

Для сравнения величины электрических зарядов, по замыслу Рихмана, необходимо было иметь или точно такой же электрометр, в котором бы «длина и вес применяемых нитей всегда были одинаковы», или же после того, как один заряд измерен, разряжать электрометр путем соприкосновения пальца с металлической линейкой. После этого электрометр можно было использовать для определения величины заряда другого наэлектризованного тела. Однако построить «совершенный электрометр», о чем так страстно мечтал Рихман, было делом чрезвычайно трудным.

Это станет понятным, если мы вспомним, что в то время еще не были изучены опытным путем самые элементар-

ные вопросы, не говоря уже о вопросах теории электростатики, этой новой области физической науки. Ученому пришлось провести большое число экспериментов, прежде чем он смог прийти к выводу о том, что электрический заряд, находящийся на электрометре, со временем убывает и что его убывание зависит от ряда причин. К числу таких причин он относил влияние острых углов, проводников, расположенных поблизости от электрометра, и влажности воздуха, которая способствует тому, что часть заряда уходит в подставки. Не исключал он возможности утечки заряда и через лейденскую банку, т. е. через стеклянный сосуд, в котором находилась наэлектризованная металлическая линейка. «Я надеялся, — писал Рихман, — что с помощью указателя удастся установить какой-либо закон, по которому происходит убывание электричества; с этой целью я наблюдал время, в которое нить опускалась, при массе, наэлектризованной до определенного градуса, и градус, до которого она опускалась. Сначала мне показалось, что я наблюдаю совершенную гармонию, однако после неоднократного повторения опыта оказалось, что все это не так».

Неудачные опыты иногда приводили его к грустным размышлениям, и он терял «надежду получить совершенный электрометр», но не оставлял своих поисков и до конца жизни упорно продолжал эксперименты, которые должны были помочь ему решить эту сложную проблему. А пока «совершенного электрометра» создано не было, Рихман на основе своего опыта рекомендовал всем исследователям, желавшим заниматься количественным изучением электрических явлений, «применять при электрических опытах различные предосторожности, особенно необходимые в тех случаях, когда желательно при посредстве указателя производить сравнительные наблюдения».

Во-первых, указывал он, необходимо «старательно избегать» наэлектризовывать тело, имеющее острые углы, которые способствуют утечке электричества. Разъясняя это свое замечание, ученый приводил такой пример: на изолированное тело он положил циркуль с острыми ножками, торчащими в разные стороны. Затем, передав этому телу заряд от электростатической машины, он с помощью своего «электрического указателя» определил его величину. Нить указателя в лучшем случае поднималась до 40°; когда же электризация этого тела прекращалась, нить за 86 секунд опускалась от 40° до 35°. При отсутствии циркуля

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РИХМАНА ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

эффект получался иной. На изолированном теле можно было собрать значительно больший заряд; нить указателя поднималась до 50° , а после прекращения электризации тела опускалась от 40° до 35° за 100 секунд. Для того чтобы «уменьшить убыль электричества», ученый предлагал «запечатывать воском» или «стесывать» острые выступы на подлежащем электризации теле.

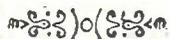
Во-вторых, Рихман считал, что всем исследователям «нужно обращать величайшее внимание и прилагать всяческую заботу», чтобы около наэлектризованных тел, заряд которых необходимо определить, не было заземленных проводников. Ссылаясь на свои опыты, он пришел к выводу, что утечка электрического заряда с наэлектризованного изолированного тела происходит не только тогда, когда мы прикасаемся к нему тела с острыми углами, но и в том случае, когда на расстоянии 12—15 см от наэлектризованного тела находятся проводники, соединенные с землей. В этом случае, по утверждению ученого, нить электрометра «очень быстро начинает опускаться по направлению к линейке».

В-третьих, отмечает Рихман, «электрические опыты следует проводить в возможно сухой среде», так как при повышенной влажности вследствие «увлажнения изоляторов» также будет происходить «убыль электричества» с наэлектризованного тела. Этим, по его мнению, объясняется хорошо известный факт, «почему в холодной комнате» при наличии «многих людей» электрический заряд на наэлектризованном изолированном теле «сначала бывает довольно сильным, однако вскоре начинает убывать, а иногда совсем пропадает».

Преждевременная смерть прервала деятельность талантливой физика по дальнейшему совершенствованию созданного им электрометра. «Совершенный электрометр», о котором он мечтал, был создан только в XIX в. Однако теоретические и экспериментальные исследования, связанные с созданием подобного прибора, которые провел Рихман в последние годы своей жизни, имели большое значение для развития науки об электричестве.

Создав экспериментальную установку, в которой главными частями были электростатическая машина, «электрический указатель», весы и электрический колокольчик, т. е. три прибора, предназначенные для количественного изучения электрических явлений, Рихман без замедления уже в январе 1745 г. приступил к выполнению намеченных им исследований. Все полученные результаты он стал подробно записывать в специально заведенную тетрадь, на которой написал «Новые опыты над электрическими явлениями». Это была первая работа по электричеству, проведенная в России. Ранее она была неизвестна историкам науки. Этот ценнейший исторический документ дает возможность с большой полнотой восстановить подлинную картину зарождения науки об электричестве в нашей стране. Оригинальный творческий характер этой работы виден уже из нескольких вводных фраз, сделанных ученым в начале своего исследования. «Производя собственные и повторяя чужие опыты над электричеством,— писал Рихман,— я, во-первых, встретился со многими новыми явлениями, которых я не нашел среди наблюдений авторов, примечавших и наблюдавших разные явления, связанные с электричеством. Во-вторых, я одновременно открыл новый удобный способ исследовать тела, являющиеся проводниками и изоляторами. В-третьих, я попытался также до известной степени подвергнуть измерению порождаемое электричество».

Эта работа с описанием итогов первых опытов была представлена ученым в Академию наук 29 марта 1745 г.,



DE
ELECTRICITATE IN CORPORIBVS
PRODVNCENDA NOVA TEN-
TAMINA.

AVCTORE
G. W. Richmann.

I.

Iam diu notum est arte in corporibus produci posse proprietatem, vel si dicere mauis, vim, virtutem qua alia leuiora corpuscula distantia, vel maiora pendula et aequilibrata attrahere et repellere etiam saepius valent, simulque in tenebris et crepusculo admotis corporibus, hac virtute non imbutis facile tamen illa imbuendis, lucent, ignemque sistunt, qui tandem materiis inflammabilibus accendendis aptus obseruatus est. Hanc virtutem electricitatem appellant philosophi, et est vel originaria, quae solo tritu corporum certorum solidorum, e. g. vitri, resinae, sulphuris, laccae sigillatoriae produci potest, vel derivatiua, quae a corporibus electricitate originaria donatis propagatur e. g. in metalla, corpus animale, aquam, glaciem, ligna, plantas etc. Resina vero, Sulphur, Colophonium, Lacca sigillatoria sola frigefactione post fusionem adipiscuntur virtutem attrahendi corpuscula leuiora et si defendantur ab humiditate aëris per annua spatia conseruant. Derivatiuae vero electricitatis minimo gradu capacia corpora, non solum sunt omnia ea, quae electricitatem originariam admittunt,

P r 2

sed

Первая страница труда Г. В. Рихмана: «Новые опыты с электричеством, порождаемым в телах», напечатанного в издаваемых Петербургской Академией наук «Комментариях» в 1751 г. Этот труд является первым трудом по электричеству, написанным русским ученым

затем она была им дополнена новыми опытами, обсуждена на академическом собрании и напечатана в 1751 г. в трудах Петербургской Академии. Это был первый печатный труд по электричеству, изданный в России. Скоро он стал известен многим зарубежным ученым и получил самую высокую оценку. Известный немецкий ученый Д. Гралат особо отметил, что петербургский физик «направил свое внимание на такие обстоятельства, которые не бросаются резко в глаза, однако способствуют, быть может, в большей мере, нежели другие, познанию природы электричества». Это принесло славу не только Рихману, но и Петербургской Академии наук.

Что же нового внес в науку об электричестве Рихман с помощью созданной им установки? К числу новых открытий он относил свои опыты по электризации воды, спирта, снега и льда. Ученый поочередно помещал эти вещества в металлический сосуд, ставил его на наэлектризованную железную подставку и, поднося к поверхности воды, спирта, снега и льда палец, наблюдал проскакивание искр и даже свечение. При помощи наэлектризованного льда он воспламенял ненаэлектризованный винный спирт. Для определения «большей или меньшей степени электричества» он постоянно использовал электрометр.

Важнейшим результатом своих первых опытов по исследованию электропроводности различных тел Рихман считал разделение их на проводники и изоляторы. Эти опыты убедили его в том, что сведения, которые он почерпнул из книг, были неверны. Сухие льняные и конопляные веревки оказывались неплохими изоляторами. Хорошими изоляторами были также шелковые шнурки независимо от их цвета. Но и те и другие во влажном состоянии становились проводниками электричества. Однако, как показал опыт, конопляные и льняные веревки и нити были более восприимчивы к влаге и быстрее превращались из изоляторов в проводники, чем шелковые нити. «Отсюда можно заключить, — указывал ученый, — что шелковые нити более пригодны для поддержания тел, подлежащих электризации, чем нити, сделанные из льна». Сухое еловое дерево и сухой дуб оказывались неплохими изоляторами. Но стоило только несколько увлажнить их, как они сразу же становились проводниками.

Для получения более надежных данных Рихман исследовал электропроводность различных тел двумя различными

ми способами: вначале он выяснял возможность их электризации посредством трения, а затем включал эти тела в цепь, чтобы достоверно с помощью электрометра установить, могут ли они быть проводниками электричества. Предшественники Рихмана, также занимавшиеся изучением электропроводности, такой возможностью не располагали. Петербургскому физическому удалось получить более точные результаты. Своими опытами он подтвердил, что хорошими изоляторами являются янтарь, агат, стекло, сургуч, смола, воск, фарфор, канифоль, алмаз, хрусталь, камфора и некоторые другие тела, а проводниками электричества — все металлы, вода, лед, все животные, мясо, густые жидкости, в состав которых входит вода, различные сорта влажного дерева, сырые травы, угли, сырые полотна, земля и глина.

Интерес к изучению электропроводности сохранился у Рихмана до конца жизни. Он был намерен составить специальную таблицу, в которой (автор использует современную терминологию) предполагал расположить все изученные им тела соответственно их удельной электропроводности. Уже в середине XVIII в. решение этого вопроса имело не только теоретическое, но и большое практическое значение. Дело в том, что твердо установленных опытным путем данных об электропроводности очень многих материалов, которые все чаще использовали ученые в своих экспериментальных исследованиях по электричеству, еще не было.

Было бы, однако, неверным предполагать, что изучение электропроводности различных тел Рихман считал простой задачей. Уже в начале своих исследований по электричеству он заметил определенное влияние на электропроводность температуры и влажности воздуха. Он, например, отметил, что в каменном здании наэлектризованная масса быстрее теряет свой заряд, чем в деревянном здании. Отсюда и из многих других наблюдений ученого следовало, что без строгого учета этих и других факторов нельзя было получить точных данных об электропроводности различных тел.

Следующей важной проблемой, которой Рихман в своей работе по электричеству уделил большое внимание, было исследование электроемкости различных по своей массе и объему тел. Этот вопрос в середине XVIII в. интересовал многих ученых, но, не располагая каким-либо электро-

измерительным прибором, они испытывали большие затруднения при его решении.

Французский физик Ж. Нолле в 1749 г. писал, что этот вопрос экспериментально не удастся решить, «пока у нас не будет хорошо испытанного инструмента или надлежащего средства» для определения величины электрического заряда. Ведь без такого прибора просто невозможно установить, на каком теле можно сосредоточить или скопить больший заряд — на теле, имеющем большую массу, или на теле, имеющем большую поверхность.

Другой известный физик того времени предполагал, что наибольший заряд можно сосредоточить на теле, имеющем наибольшую длину.

Все эти не изученные в то время вопросы Рихману решать было легче, так как в его распоряжении был электрометр. Пользуясь им, он без труда экспериментально доказал, что наэлектризованное тело большей массы медленнее теряет свой заряд, чем наэлектризованное тело меньшей массы. В одном из его опытов тело массой 130 кг, имеющее заряд по показанию шкалы электрометра до 25°, теряло его в течение 25 минут, а тело массой 10 кг, однородное по своему составу с первым, имеющее по шкале электрометра такой же заряд до 25°, теряло его при тех же самых условиях в течение 15 минут. Подбирая однородные тела различной массы и сообщая им одинаковые заряды, ученый в результате своих опытов пришел к вполне определенному выводу, который он сформулировал так: «Чем больше масса, тем дольше держится электричество». Но его как вдумчивого экспериментатора смущало то обстоятельство, что «времена не были пропорциональны массам». Была проведена новая обширная серия опытов, и все они подтверждали последнее заключение. Отсюда следовало, что вывод, к которому пришел ученый в результате проведения своих первых опытов, был неверным. Но если «электричество не распределяется пропорционально массам», спрашивал себя ученый, то не распределяется ли оно пропорционально их поверхностям? И сразу же он начал проверять на опыте эту мысль.

Ученый брал изолированную железную призму с поверхностью около 30 см² и изолированную железную трубку такой же массы, но с поверхностью около 240 см². Затем от лейденских банок он заряжал и призму и трубку, т. е. передавал им максимальные заряды, какие они могли

принять. После этого он приближал к призме и к трубке незаряженное тело, соединенное с электрометром, и получал от призмы только малую искру, а от трубки — «большой треск и большую искру, равно как и большее изменение в указателе». Так благодаря остроумному приему ученый успешно решил поставленную перед собой задачу и убедительно доказал, что электроемкость тел зависит от их поверхности.

Экспериментальные исследования Рихмана по электричеству живо заинтересовали прежде всего ученых самой Академии наук. Создавалась новая неведомая область физической науки, в которой было так много яркого, наглядного, но вместе с тем таинственного и непонятного. По признанию ученого, ему пришлось неоднократно повторять свои опытные демонстрации «в присутствии многих (почти всех) славных моих коллег». Вполне вероятно, что эти опытные демонстрации посещали и академические студенты.

Что же показывал пионер изучения электричества в нашей стране своим коллегам и академическим студентам? Нам удалось обнаружить в его бумагах план таких демонстраций, который он назвал «Наиболее замечательные опыты с электричеством». Этот план представляет большой интерес как первый опыт популяризации знаний по электричеству в нашей стране. Он наглядно показывает, какое серьезное значение придавал Рихман своим публичным демонстрациям и как тщательно к ним готовился. В конспективном виде он записывал основные опыты, проведенные учеными других стран, и то новое, что удалось ему впервые установить в этой области физической науки, какие ранее неизвестные методы изучения электрических явлений он применил в практике своих исследований.

Рихман легко воспламенял винный спирт и нефть, поднося к ним наэлектризованные тела, зажигал нефть наэлектризованным льдом, наэлектризовывал людей и соединял их между собой проводником, сообщал электрический заряд одному изолированному человеку и соединял его с другим ненаэлектризованным, получал искры и «ощутительный свет». Затем он демонстрировал проводимость человеческого тела и сырых ниток, опытным путем доказывал, что неизолированное тело наэлектризовать нельзя, показывал истечение электрических зарядов с острых концов наэлектризованных изолированных тел и действие

электрического звонка. Пункт 9 конспекта был им записан так: «Указатель электричества показывает и меньшую и более сильную степень электричества. Никогда еще не применялся». Интересная запись в пункте 18 о весах: «Весы можно использовать для того, чтобы до известной степени взвешивать (измерять) электричество. Еще никогда не было испробовано».

Ознакомившись с программой опытов, которые демонстрировал Рихман, нельзя не оценить по достоинству его заслуг в пропаганде достижений науки об электричестве в самый начальный период ее зарождения в нашей стране. Можно представить себе, с каким живым интересом следили за этими неизвестными ранее опытами все собиравшиеся в физический кабинет Академии наук. Помимо большого познавательного значения, эти опыты для студенческой молодежи, мечтавшей стать учеными, имели и огромное воспитательное значение. Они воистину убеждали, что в России можно делать новые важные для науки открытия.

Слава об опытах Рихмана быстро росла. О них стало известно и в правительственных сферах. Ученому было предложено продемонстрировать свои опыты в резиденции императрицы Елизаветы — Зимнем дворце. По этому поводу сохранилась любопытная запись в протоколе заседания академической канцелярии от 26 марта 1745 г. На этом заседании ученому был «объявлен приказ, коим ее императорское величество указала профессором Рихманом сделанные в академии электрические эксперименты чинить ему, профессору, при дворе, дабы ее императорское величество собственною высочайшею своею особою действии оного эксперимента видеть изволила».

Большой интерес для истории отечественной науки представляет и то, что в числе первых опытов, которые в 1745 г. Рихман демонстрировал ученым и студентам в физическом кабинете Академии наук, были и опыты по электрофизиологии, имеющие целью изучение влияния электричества на организм животных. В последнем пункте плана своих публичных демонстраций Рихман писал: «Маленькие животные, например кошки и собаки, страдают от электризации больше, нежели крупные». Когда этих животных наэлектризовывали и помещали на изолированную подставку, а затем прикасались к ним, они, по утверждению Рихмана, производили «ощутительные уколы, каковые они сами долго не выдерживают».

Ученый сделал интересную попытку изучить влияние электризации человека на его пульс. Однако, отмечал он, я «не заметил, чтобы от электризации ускорялось обращение крови». Это обстоятельство было подтверждено и исследованиями немецкого физика Г. Кюна, который в ответ на письмо Рихмана сообщил ему, что он также не обнаружил ускорения обращения крови при электризации.

Опыты Рихмана по электрофизиологии живо заинтересовали Ломоносова. Он прекрасно понимал, что они открывают непосредственный путь применения электричества в медицине. Такого же мнения придерживались многие европейские ученые. Это было одной из главных причин их увлечения изучением электрических явлений. Ломоносов стал экспериментировать над собой. «Если голову под проволоку поставить,— писал он в начале 1745 г.,— то почувствуешь колотье. Так же, когда плечо приложить к проволоке, то и сквозь платье колотье почувствуешь... Когда молоток приложишь ко лбу и зубам, а другим концом к проволоке, то почувствуешь немалую болезнь... Маленькие животные чувствуют большую болезнь, нежели великие. Я надеюсь, что карлам больше будет, нежели рослым людям».

Интересно отметить, что со временем проведения первых опытов Рихмана и Ломоносова по электрофизиологии совпадают и первые попытки применения в России электричества для лечебных целей. Этим делом первыми стали заниматься академик Петербургской Академии наук Х. Кратценштейн и доктор П. Паульсон. К 1753 г. Паульсон уже накопил достаточный опыт в электролечении и выступил в печати с несколькими статьями.

М. В. Ломоносов гордился достижениями своего друга и считал особенно важным, чтобы с ними были знакомы все интересующиеся успехами отечественной науки. Именно поэтому он решил сам выступить с их демонстрацией, дополнив программу, составленную Рихманом, некоторыми своими наблюдениями. Так появилась на свет в 1745 г. написанная Ломоносовым рукопись «Наивящего примечания достойные электрические опыты». Особая заинтересованность Ломоносова в демонстрации опытов по электричеству для студентов Академического университета может быть объяснена и тем, что он с августа 1744 г. читал лекции по экспериментальной физике для студентов. В учебнике, которым пользовались студенты, об электрических

опытах и о новейших достижениях в этой области ничего не было сказано, и вполне естественно, что Ломоносов не мог не рассказать им о новых исследованиях Рихмана и продемонстрировать им новые опыты. Кроме того, Ломоносов имел горячее желание сделать все зависящее от него, чтобы на его родине «по мере обширного сего государства высокие науки в нем распространились и чтобы в сынах российских к оным охота и ревность равномерно умножилась».

В это же время у него появилось определенное желание изучить возможность применения электричества для экспериментальных исследований по химии. Так, уже в марте 1745 г. в своем проекте учреждения химической лаборатории и в программе тех исследований, которые он предполагал в ней провести, Ломоносов прямо указывал на то, что он намерен «сверх сего к химическим опытам присовокуплять, где возможно, оптические, магнитные и электрические опыты, к чему нужные инструменты можно брать на время из физической палаты или нарочные к тому сделать».

В 1748 г., когда была создана химическая лаборатория, Ломоносов разработал обширный план исследований, связанных с использованием «электрической силы» в физико-химических опытах. Его интересовали, например, такие вопросы: «Содействует ли сколько-нибудь электрическая сила растворению солей»? «Способствует ли электрическая сила кристаллизации или мешает»? Влияет ли она на процесс плавления и перегонку? Одновременно в центре его внимания постоянно находилось и изучение электрических явлений, которые ему приходилось наблюдать при проведении этих опытов. О том, каких результатов удалось добиться Ломоносову в процессе проведения намеченных им опытов, письменных сведений, к сожалению, не сохранилось.

Большой интерес представляет и еще одна сторона деятельности Рихмана, непосредственно связанная с его первыми опытами по изучению электрических явлений,— попытка подготовить по этому новому разделу физической науки специальный курс лекций или учебное пособие для студентов Академического университета. Причиной, побудившей его написать такое учебное пособие, был прежде всего огромный интерес, проявленный к электрическим опытам студентами и учащейся молодежью, а также отсутствие по этому вопросу учебной литературы. «Я начинаю,—

пишет Рихман,— экспериментальную физику с опытов по электричеству», потому «что я сам до сих пор был озабочен и занят расширением именно этой области по примеру других физиков, которых эта область привлекла своей новизной». Как видно из текста конспективных записей ученого, он в своих первых лекциях уделил много места обзору важнейших трудов и основных опытов по электричеству, выполненных Гильбертом, Герике, Бойлем, Греем, Дюфэ, Мушенбреком, Бозе, Винклером и другими учеными. Он справедливо считал, что студенты, впервые приступившие к изучению науки об электричестве, должны знать о том, какие этапы в своем развитии она прошла и какие из многочисленных опытов имели для ее становления самое существенное значение.

Дав краткий обзор основных исследований, проведенных предшественниками, Рихман затем подробно останавливается и на своих опытах. Далее он приступает к подробному изложению целой программы еще не изученных или недостаточно изученных в науке электрических явлений. Из приведенной им обширной программы видно, как смело он вводил своих слушателей в творческую лабораторию живой развивающейся науки, в круг таких вопросов, которые были еще не выяснены и для решения которых требовалось проведение многих исследований. «Итак,— писал ученый, заключая изложение своей программы,— я обрисовал путь, по которому мы должны будем идти, исследуя явления электричества и выясняя законы явлений». Всецело занятый новыми экспериментальными исследованиями, ученый так и не успел закончить и напечатать задуманное им учебное пособие. Объяснялось это его исключительной требовательностью к своим трудам, его нежеланием сдавать в печать еще не завершенную работу и, главное, его преждевременной трагической смертью во время опыта по изучению грозových разрядов в 1753 г.

До декабря 1747 г. опыты по электричеству Рихман проводил в физическом кабинете Академии наук, который находился в здании Кунсткамеры. Это здание на Стрелке Васильевского острова сохранилось в Ленинграде и до настоящего времени. В нем сейчас помещается музей М. В. Ломоносова.

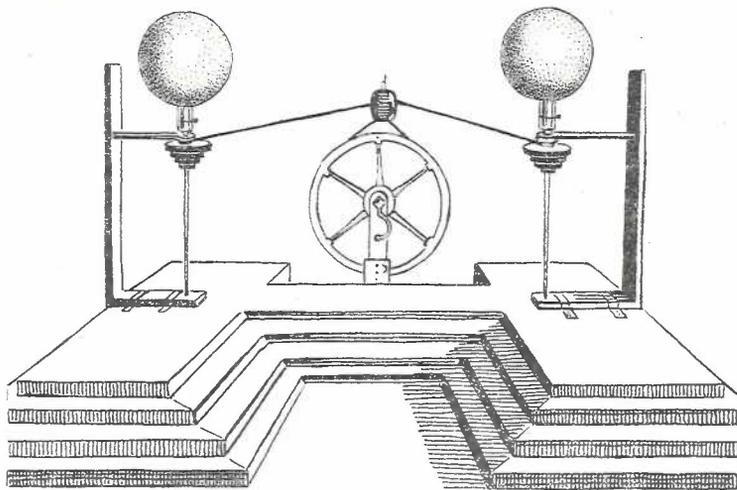
В декабре 1747 г. в этом здании произошел пожар и экспериментальные работы временно были прекращены. Это не могло не взволновать Рихмана и Ломоносова. Прекрасно

понимая, что в изучении электрических явлений нельзя отставать от ученых Европы, Рихман настойчиво просит выделить в доме, снятом Академией наук в аренду, специальное помещение для физического кабинета и его учебной аудитории и, в частности, отдельное помещение для проведения опытов по электричеству.

Весной 1748 г. специальная лаборатория «для электрических опытов», или, как она была названа Рихманом, «электрическая камора», была оборудована, и он смог проводить в ней свои исследования. Однако каменное помещение затрудняло проведение тонких экспериментов, и его необходимо было утеплить. В результате обращения непосредственно к президенту академии Рихману удалось добиться того, что «каменные стены и потолок электрической каморы были обшиты деревянными досками»... «В деревянном жилище,— писал Рихман в конце 1748 г.,— электричество часто держалось 50 минут, прежде чем исчезнуть, тогда как в каменном мне не удавалось добиться, чтобы оно держалось и 10 минут».

В этой лаборатории Рихман проводил исследования по электричеству до конца своей жизни. Вместе с ним в ней работали и его ученики. Оборудуя «электрическую камору», ученый решил создать и новую электростатическую машину. Сохранился чертеж этой машины, выполненный его учеником-студентом С. К. Котельниковым, который, по видимому, должен был принять участие и в ее создании. Как видно из чертежа, первая электростатическая машина отечественной конструкции должна была быть укреплена на прочном и массивном деревянном постаменте. Это способствовало ее устойчивости и не должно было вызывать при быстром вращении шаров сколько-нибудь значительных сотрясений помещения. Одновременное вращение при помощи колеса с рукояткой и перекидных ремней двух стеклянных шаров, по замыслу Рихмана, должно было обеспечивать получение сильных зарядов. Заряды со стеклянных шаров он предполагал снимать с помощью проволоки и собирать их на отдельных хорошо изолированных полых металлических шарах-кондукторах.

К сожалению, никаких сведений о том, была ли построена эта машина и пользовался ли он ею, не сохранилось. Вполне возможно, что он от своего замысла отказался, так как в середине XVIII в. у ряда исследователей Западной Европы появились более эффективные электростатические



Электростатическая машина Г. В. Рихмана (1748 г.). Чертеж выполнен его учеником — студентом С. К. Котельниковым

машины со стеклянным цилиндром. Сохранились сведения, что такая машина им была выписана «из-за моря». В лаборатории ученого в большом количестве были представлены и лейденские банки, которые он широко использовал в своих опытах начиная с 1746 г.

Как видно из черновых записей и дневников, Рихман намечает изучить ряд новых, еще не освещенных в литературе вопросов. Неизменно пользуясь своим электрометром, он очень быстро добивается замечательных результатов и приходит к некоторым важным для последующего развития науки об электричестве открытиям. Так, в целях устранения недостатков, выявленных им в своем электрометре, ученый решил выяснить физическую сущность и обстоятельства истечения электричества с острия углов наэлектризованных тел. Объяснениями отдельных ученых по этому поводу он был не удовлетворен.

Свои опыты он проводил так: к наэлектризованному изолированному телу на разных расстояниях подносил одинаковые электрометры. В зависимости от расстояния, на котором они находились, нити их отклонялись по шкале на различное число градусов. Это обстоятельство застави-

ло физика задуматься, а нет ли здесь какой-либо ранее не изученной причины? Вывод, к которому он пришел, был сформулирован им очень четко: «Отталкивание нити указателя достаточно ясно показывает, что наэлектризованные тела окружены до определенного расстояния возбужденной тонкой материей», или, как он писал в другом месте, «возбужденной электрической материей». Пользуясь современной терминологией, мы бы сказали, что Рихман обнаружил электрическое поле. В середине XVIII в. понятия «поле» еще не существовало.

Тонкий и наблюдательный экспериментатор отметил и тот факт, что во всех используемых им электрометрах «нити отходят на одинаковое расстояние, когда их отталкивает возбужденная электрическая материя». «Это, — пишет он, — показывает, что электрические силы на одинаковых расстояниях от поверхности наэлектризованного тела одинаковы ...следовательно, возбужденная электрическая материя занимает вокруг наэлектризованного тела такое пространство, что от любой точки его поверхности она простирается на определенное и одинаковое расстояние».

По современной терминологии, Рихман определял напряженность электрического поля по отклонениям нити на шкале прибора. При этом ему удалось установить и наглядно показать чрезвычайно важный для науки об электричестве факт, что напряженность электрического поля становится меньше по мере удаления электрометра от наэлектризованного тела и что она для случая наэлектризованного шара бывает одинаковой со всех сторон только на равных расстояниях от него.

Рихман выполнил ценные наблюдения по зависимости плотности электричества от кривизны поверхности. Он экспериментально доказал, что на телах с одинаковой кривизной поверхности, например на наэлектризованном изолированном шаре, электрические заряды распределяются равномерно по всей поверхности, а на телах с различной кривизной поверхности, например на наэлектризованной призме, заряды распределяются неравномерно: они скапливаются там, где есть острые углы и выступающие грани.

В процессе своих экспериментальных исследований с помощью электрометра Рихман обнаружил и еще одно совершенно неизвестное до него и очень важное в науке об электричестве явление, которое впоследствии получило название электростатической индукции. Сообщая в 1748 г.

президенту академии о проведенных им важнейших опытах, он писал: «Замечено, что стрелка наподобие магнитной, насаженная на стержень и подвижная, непрерывно движется вокруг центра, находясь вблизи наэлектризованной массы». Наблюдаемое явление было подтверждено им и на ряде других опытов. Так, например, рядом с наэлектризованным телом, непрерывно получающим заряды от электростатической машины, на расстоянии нескольких сантиметров от него Рихман помещал изолированное остроконечное и ненаэлектризованное тело, обращенное своим острием к наэлектризованному телу. Соединив острие этого тела с электрометром, он заметил, что нить электрометра «мало-помалу поднимается». Это свидетельствовало о возрастании электрического заряда на остроконечном теле. Когда он удалял электрический заряд из наэлектризованного тела, то замечал, что «в остроконечной массе электричество постепенно ослабевает». Это впервые им открытое явление Рихман объяснял наличием вокруг наэлектризованного тела «возбужденной электрической материи», благодаря которой осуществляется взаимодействие наэлектризованных и ненаэлектризованных тел.

Интересно отметить, что это же явление независимо от Рихмана в 1753 г. открыл английский физик Д. Кантон. Пользуясь электрометром с пробковыми шариками, он заметил, что они начинают расходиться при приближении к наэлектризованному телу; с удалением от наэлектризованного тела шарики снова сходятся.

Как и все физики того времени, Рихман вначале относил все металлы к группе «неэлектризующихся» тел. Однако в 1746 г. он пришел к выводу, что «нельзя в сущности сказать, что металлы не электризуются путем трения». По его словам, он в этом убедился, когда вставил в «тонкие цилиндрические стаканы железные стержни и путем легкого поглаживания возбуждал такое электричество, благодаря которому эти стержни испускали искру в случае прикосновения к ним». Утверждение Рихмана о том, что металлы можно наэлектризовать путем трения при условии их тщательной изоляции, блестяще было подтверждено в конце XVIII—начале XIX в. выдающимся русским физиком В. В. Петровым. Он натирал изолированные металлические проводники не обычным способом, а путем их «стегания» мехом и добился отличных результатов. «Итак,— писал В. В. Петров в своем труде «Новые электрические

опыты», изданном в 1804 г.— вследствие всех деланных мною доселе опытов над электричеством металлов, с основанием позволительно заключить, что и все металлы могут соделываться электрическими».

На основе изданных в 1956 г. трудов Рихмана по физике проф. П. С. Кудрявцев в своей «Истории физики» вполне справедливо отметил, что «впервые доказательство электризации металлов трением было дано Г. В. Рихманом... Но эти опыты Рихмана оставались неизвестными».

Петербургский физик был в числе первых ученых, который с помощью электрометра подверг тщательному экспериментальному изучению влияние температуры и влажности воздуха на электропроводность различных тел. Большой интерес в этом отношении представляет проведенное им по предложению Ломоносова исследование электропроводности стеклянных порошков различной измельченности. Ему предстояло опытным путем установить, может ли размельченное в порошок стекло «сохранить свое природное свойство», т. е. свойство изолятора. На основе большого числа тщательно проведенных опытов Рихману удалось доказать, что мелкий стеклянный порошок из-за большой поверхности в один и тот же промежуток времени может «притягивать большее количество водяных паров, чем более крупный порошок», и по этой причине он быстрее теряет свойство изолятора. Так петербургскому физiku впервые удалось подойти к современному пониманию адсорбции водяных паров активной поверхностью мелко размельченного стеклянного порошка.

Много внимания в своих экспериментальных исследованиях Рихман уделил изучению обстоятельств, сопровождающих образование наиболее сильных электрических искр. Этот вопрос в середине XVIII в. занимал многих ученых. Обобщая наблюдения и опыты, проведенные им самим и учеными других стран, он пришел к заключению, что наиболее «крупная и сильная» электрическая искра получается при наибольшей разнице в величине зарядов между двумя телами и что чем «крупнее и сильнее искра, тем быстрее могут быть воспламенены ею горючие тела».

Количественное изучение электрических явлений дало возможность Рихману вплотную подойти к одному из крупнейших открытий в науке об электричестве — к закону сохранения электрических зарядов. Этот закон является частным случаем закона сохранения вещества и движения, ко-

торый был сформулирован Ломоносовым в его известном письме к Л. Эйлеру в 1748 г. Рихман всегда высоко оценивал и горячо поддерживал новые прогрессивные идеи, выдвигаемые Ломоносовым. Они помогали ему глубже понимать основные методологические проблемы развития физической науки середины XVIII в. Известно, какое огромное значение для его исследований по теплоте имели атомистические идеи Ломоносова. Сохранился документ, который свидетельствует, что, прежде чем отправить свое письмо Эйлеру, основоположник отечественной науки дал прочитать его Рихману и просил высказать свои замечания. Поэтому вполне вероятно, что Рихман, желая на примере сохранения электрических зарядов экспериментально проверить правильность сформулированного Ломоносовым закона сохранения вещества и движения, решил этот вопрос поставить в качестве специальной темы своего исследования. Он сформулировал эту тему так: «О сохранении электричества». Но сразу решить эту проблему было не так-то легко, и Рихман подошел к ее решению только тогда, когда обратил внимание на выяснение причин образования сильных электрических искр. К большому сожалению, рукописи задуманного ученым исследования пока обнаружить не удалось. Сохранились только некоторые его записи, относящиеся к этому вопросу.

Рихман отмечает, что при соединении двух тел, имеющих различные по величине электрические заряды, происходит выравнивание зарядов. При этом увеличение заряда в одном из них, где он был меньше, всегда происходит за счет уменьшения электрического заряда в другом, где он был больше. Эта, казалось бы, простая и очевидная истина применительно к электрическим явлениям была для большинства ученых середины XVIII в. совершенно новой. Она выражала по существу идею сохранения электрических зарядов и являлась одним из крупных открытий в науке об электричестве. Но эта идея уже носилась в воздухе. Впервые по времени к ней пришел Б. Франклин, затем независимо от американского ученого — Рихман. В 1758 г. к закону сохранения электрических зарядов, не зная о работе Рихмана и его изысканиях, пришел и другой петербургский физик Ф. Эпинус, избранный в 1756 г. после смерти Рихмана на его место. «Если я хочу, — писал он, — в каком-либо теле увеличить количество электрической материи, я должен неизбежно взять ее вне его и, следовательно, умень-

шить ее в каком-либо другом теле. По этой же причине я не смогу где-либо уменьшить электрическую материю без того, чтобы не передать ее в другое тело и там ее не увеличить».

Так в середине XVIII в. был открыт закон сохранения электрических зарядов. И в этом вопросе наши отечественные электрофизики оказались на высоте требований передовой физической науки.

При жизни Рихмана была напечатана только одна его работа по электростатике, но у него было написано несколько статей и много заметок. Историкам науки об электричестве все это оставалось неизвестным до 1956 г., когда Академией наук СССР был издан сборник, в который вошли все труды Рихмана по физике. Внимательный анализ этих трудов показывает, что в лице Рихмана наша страна в середине XVIII в. имела выдающегося исследователя электрических явлений, обогатившего эту область физической науки многими новыми идеями, открытиями и изобретениями.

Глава пятая
**ПИОНЕР ИЗУЧЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА
В НАШЕЙ СТРАНЕ**

Выдающимся научным событием в середине XVIII в. было начало экспериментального изучения грозного и величественного явления природы — молнии. Это были смелые и дерзкие эксперименты, связанные с большим риском для жизни. Молнии, которые человек с незапамятных времен созерцал, всегда поражали его воображение. Они приносили ему и многие беды. В среднем на земном шаре одновременно происходит около 1800 гроз. В одну секунду в землю, в горы, в моря и океаны ударяет примерно 100 молний. В течение многих веков религия поучала людей о сверхъестественном происхождении этого явления природы. Но жизнь издавна заставляла человека придумывать различные приспособления для защиты от ударов молнии, от страшных разрушений и пожаров, которые она вызывала.

По обнаруженным в Египте во время археологических раскопок надписям видно, что древние египтяне вокруг храма Эдфу для защиты от «небесного огня» устанавливали высокие столбы или мачты, обитые металлическими листами. Эти мачты высотой до 40 м, заостренные сверху, по мнению египтян, отводили грозные разряды и огонь от храма. Древний историк Иосиф Флавий рассказывает о том, что к золотой крыше храма Соломона в Иерусалиме непосредственно примыкали медные водосточные трубы, соединенные с подземными резервуарами. Благодаря такому устройству этот храм просуществовал более десяти веков без единого поражения молнией, несмотря на то что он

находился на возвышенности, в местности, изобилующей грозами. Другой древний историк Плиний Старший в своей книге «Естественная история» писал, что, согласно преданию, древние «переводили молнию» в землю, пользуясь высоким металлическим шестом.

Подобные металлические шесты, соединенные с землей, в качестве защитного средства от ударов молний были важным достижением древности. В средние века об этом достижении забыли. Сохранились сведения, что для рассеивания грозных туч и предупреждения грозы применялось пламя костров. Долгую историю имело также использование человеком колокольного звона и пушечной пальбы с целью уменьшения опасности грозных разрядов.

Проходили века, но человек не мог разобраться в загадочной природе молнии и научно обосновать методы грозозащиты. Причиной этому были полная неизученность электрических явлений, происходящих в атмосфере. Перелом наступил только в XVII—первой половине XVIII в. Уже первые успехи науки об электричестве позволили ученым экспериментально в условиях физических кабинетов не только получить электрическую искру, но и высказать предположение о ее сходстве с явлениями грома и молнии.

В 1708 г. английский физик Уолл писал, что внешний вид и треск, сопровождающий электрическую искру «в какой-то степени, кажется, отображают гром и молнию». Подобное предположение в 1716 г. было высказано и И. Ньютоном. Характеризуя получение электрической искры, в письме к доктору Лоу он заявил: «Искра напомнила мне о молнии в малых, очень малых размерах». Предположения и догадки о сходстве электрической искры с молнией в первой половине XVIII в. высказывались и другими учеными. Немецкий физик Винклер этому вопросу посвятил даже специальный труд, изданный в 1746 г. На основе большого числа наблюдений он пришел к твердому убеждению, что молния представляет собой не что иное, как электрический разряд. Однако его убеждение не было подтверждено ни одним опытом. Поэтому известный голландский физик-экспериментатор П. Мушенбрек в своих «Наставлениях физики», изданных в 1748 г., писал, что «материей молнии не является электричество, ибо проявления и действия обоих явно совершенно различны». «Ведь удар молнии,— заявлял голландский физик,— вибрирует в воздухе, образуя змеевидные линии, а прохождении электричества

осуществляется через пустоту и никогда не происходит через воздух; молния довольно часто оставляет на стенах следы своего падения, тогда как электричество не оставляет никаких следов; молния мгновенно расплавляет и пробивает металлы, электричество же не способно расплавить тончайшие листы меди, золота или серебра; молния в воздухе с треском разряжается одна, без наличия какого-либо тела, электричество же, как замечено, одно в воздухе никогда не производило треска». Забегая вперед, отметим, что все эти возражения Мушенбрека были опровергнуты в 1752 г., но в 1748 г. они производили впечатление, порождая сомнения и недоумения.

Решить эти сомнения могли только научные эксперименты. Но как их осуществить, как извлечь из тучи и подвести к столу экспериментатора грозную молнию? Никто из европейских физиков того времени не знал, как решить эту сложную проблему. Ее решение неожиданно для ученых было впервые высказано в 1750 г. совершенно неизвестным в то время в науке американским физиком, Б. Франклином. С целью экспериментального выяснения того, наэлектризованы грозные тучи или нет, он предложил на высокой башне или колокольне укрепить будку, в которую можно было бы посадить человека. Подставку будки он предлагал изолировать от пола и к ней присоединить вертикально выходящий наружу железный заостренный прут, с помощью которого можно было бы извлекать из грозных туч атмосферное электричество. Грозная туча, имея сильный электрический заряд, наведет в верхней части стержня заряд противоположного знака. Затем этот заряд стечет с острия, и стержень будет иметь заряд того же знака, что и грозная туча. Человек, находящийся в будке, легко может обнаружить присутствие этого заряда на стержне, если он поднесет к нему конец заземленной проволоки, которую в целях изоляции он будет держать «за сургучную рукоятку». При этом он обнаружит электрические искры, наличие которых, как справедливо указывал Франклин, и должно в конечном счете подтвердить предположение об электрической природе молнии и о наэлектризованности грозных туч.

Свой замысел ученый не смог осуществить, так как вблизи дома, где он жил, была ровная местность, и он предлагал выполнить его другим ученым. Как только в 1751 г. в Лондоне была напечатана ставшая знаменитой

книга ученого «Опыты и наблюдения над электричеством», французский физик Т. Далибар, конструктивно изменив первый проект установки Франклина, в начале мая 1752 г. во время грозы извлек электричество из облаков и получил электрические искры. Сам же Франклин в июне 1752 г. блестяще осуществил более простой эксперимент. Он запустил воздушный змей, к которому прикрепил заостренную проволоку длиной несколько более 80 см. К концу тонкой бечевки, на которой удерживался змей, Франклин в целях изоляции привязал шелковую ленту и в месте соединения бечевки с шелковой лентой укрепил металлический дверной ключ. Во время грозы бечевка намокала и становилась хорошим проводником для атмосферного электричества, а шелковая лента была суха, так как находилась под навесом. Смелый экспериментатор во время грозы приблизил палец к ключу и получил электрическую искру. Затем он зарядил от металлического ключа лейденскую банку и на ряде опытов убедительно показал, что электричество, полученное от грозных туч, ничем не отличается от электричества, получаемого искусственно путем трения.

Это было подлинное торжество человеческой мысли, изобретательности и смелости. Опыты американского физика вызвали в ученом мире огромный интерес. Загадочная природа молнии была раскрыта. Повсеместное признание получила и предложенная Франклином простая конструкция громоотвода.

Это замечательное завоевание экспериментальной физики приобрело такой общественный интерес, что о нем сразу же сообщили газеты и журналы многих стран мира. Научная сенсация не обошла и газету, издаваемую в столице России. Книга Франклина в Петербурге еще не была получена, поэтому заметка, напечатанная в газете 12 июня 1752 г., сразу же обратила на себя внимание академика Рихмана. Он несколько раз перечитал заметку, но газетная информация его никак не удовлетворила, так как в ней были допущены существенные неточности при описании деталей установки, примененной Далибаром. Оставалось неясным, была ли эта установка заземлена или нет. Создавалось впечатление, что она была заземлена и ничем не отличалась по идее от предложенного Франклином громоотвода. Но тогда вставал другой вопрос, как же, пользуясь подобной установкой, французский ученый мог доказать тождество электрической искры и молнии? Рихма-

ну, как опытному и тонкому экспериментатору, было понятно, что заземленная установка безопасна для наблюдателя. Но минимальные промежутки времени удара молнии, исчисляемые тысячными долями секунды, практически лишали возможности исследователя при прохождении токов молнии через такую установку в землю проводить какие-либо опыты с целью более всестороннего подтверждения тождества электрической искры и молнии.

Какую же установку он должен сконструировать и построить, для того чтобы опытным путем изучить все особенности атмосферного электричества? Рихман приходит к выводу, что нужно разработать проект и заземленной и незаземленной установки. Проходит несколько дней, и он создает оригинальные проекты таких установок. Но какой из этих проектов принять для проведения первых опытов? Решение этого вопроса он выносит на обсуждение академического собрания, состоявшегося 26 июня 1752 г. Однако академики, впервые в своей жизни столкнувшись с такой проблемой, не могли дать ему какого-либо совета. Они решили заслушать по этому вопросу более подробный доклад Рихмана и детально ознакомиться с чертежами предложенных им проектов. Об этом он и доложил 3 июля 1752 г. на заседании академического собрания в присутствии Ломоносова. Ученые рассмотрели предложения Рихмана и, учтя его доводы, одобрили проект незаземленной установки. Эта чрезвычайно простая по своему устройству установка вошла в литературу под названием «громовой машины», которое дал ей Ломоносов.

Рихман установил на крыше двухэтажного каменного здания на углу 5-й линии и Большого проспекта Васильевского острова, в котором он жил, железный шест длиной примерно 2 м, тупой с той и с другой стороны. Нижний конец шеста, пропущенный через «верхушку кровли», откуда была снята для этой цели черепица, опирался на бутылку, установленную на кирпичках. С железным шестом в нижней его части была скреплена проволока, другой конец которой был доведен до первого этажа «так, чтобы она не соприкасалась с другими телами», являющимися проводниками электричества. Затем этот конец проволоки прикреплялся шелковой веревкой к гвоздю, вбитому в стену. На проволоке ученый подвесил железную линейку, придав ей вертикальное положение, и к верхнему концу этой линейки привязал льняную нить такой же длины,

что и линейка. Под льняной нитью был помещен квадрант с делениями на градусы, т. е. электрометр.

Такой была первая незаземленная установка, созданная Рихманом для изучения атмосферного электричества. Чем же она отличалась от установки французского физика? Прежде всего наиболее существенным отличием установки петербургского физика от установки Далибара было то, что в ней использовался электрометр. Кроме того, в отличие от Далибара, Рихман решил проводить опыты в своей домашней лаборатории. Наличие электрометра позволяло ему вести непрерывные наблюдения за изменением интенсивности атмосферного электричества не только во время грозы. Это была стационарная установка, позволяющая получать количественную характеристику интенсивности электрических разрядов. Намечаемые опыты были смелыми и рискованными для жизни.

Сохранились интересные сведения о том, как впервые Рихман извлек из грозовой тучи молнию и подвел ее в свою лабораторию. «Сделав сии приготовления,— писал ученый,— я ежедневно наблюдал, отталкивается ли нитка от линейки и источает ли она электричество, особенно в жаркие дни, но никакого отталкивания нити не приметил. Однако 18 июля, после полудня, когда слышны были раскаты грома, я наблюдал то, что до той поры тщетно ждал, не только отталкивание нити от линейки, но и электрический огонь, с шипением вырывавшийся из конца железной линейки; из проволоки также извлекались с треском электрические искры при прикосновении к ней, где бы ее ни касались,— не иначе, как бывает это при искусственной электризации проволоки посредством электрической машины».

Так был проведен первый в нашей стране опыт по изучению атмосферного электричества, положивший начало этой новой области физической науки в России. Опыт продолжался более полутора часов. Он был настолько новым и неожиданным, что в домашнюю лабораторию Рихмана сразу же собралось несколько наблюдателей. Некоторым из них электрическая искра, извлекаемая из линейки, «при каждом осязании причиняла ту же чувствительность, какую обыкновенно производят электрические искры».

Об этих опытах Рихмана, как о выдающейся победе Петербургской Академии наук, 21 июля 1752 г. сообщила и выходящая дважды в неделю столичная газета «Санктпе-

тербургские ведомости». В ней указывалось, что первые же опыты убедили Рихмана и всех присутствующих в полном подобии электрической искры и молнии. «Итак,— сообщалось в газетной статье,— совершенно доказано, что электрическая материя одинакова с громовой материею, и те раскаиваться станут, которые преждевременно маловероятными основаниями доказывать хотят, что обе материи различны». Этот едкий намек Петербургская Академия наук относила, по-видимому, к известному голландскому физику П. Мушенбреку, о котором упоминалось выше, а также к его единомышленникам.

Первая серия столь удачных опытов вполне естественно не могла не возбудить еще большего интереса к изучению атмосферного электричества. Экспериментальными исследованиями в этой новой области физики решил заняться и Ломоносов. Ему, более чем кому-либо, было понятно, что опыты Франклина, Далибара и Рихмана имели не только научное и практическое, но и огромное мировоззренческое значение. Открывая путь для научного познания природы молнии, они тем самым срывали завесу с вековой таинственности и загадочности этого грозного явления природы, которое породило в народе всех стран мира так много суеверий и страха. Решающее значение эти опыты имели и для правильного понимания таких электрических явлений, происходящих в атмосфере, как полярные сияния, которые живо интересовали Ломоносова еще во времена его юности и в первые годы его деятельности в Академии наук. Теперь интерес к этим явлениям пробудился у него с новой силой, и в свете новейших открытий он намерен был, по его же признанию, приложить «весь труд свой» к изучению атмосферного электричества.

К сожалению, ни в рукописях Ломоносова, ни в других архивных и литературных источниках не сохранилось никаких сведений о том, какие он проводил опыты в 1752 г. и какие новые открытия ему удалось сделать. А то, что опыты по изучению атмосферного электричества он действительно проводил, видно из его научного отчета. «В 1752 году,— сообщил ученый —... в физике: 1) чинил электрические воздушные наблюдения с немалою опасностью». Об опытах же Рихмана в 1752 г. сохранились и впервые выявлены многие материалы.

Удача первых экспериментов окрылила ученого, и в его голове сразу же стала вырисовываться обширная програм-

ма новых исследований, цель которых была доказать, «что все известные нам явления искусственного электричества можно вызвать и посредством электричества естественного, т. е. молнии». Такой смелой, новой и интересной задачи не выдвигал еще ни один ученый.

Замыслы Рихмана заинтересовали многих ученых Академии наук. И когда 21 июля 1752 г. над Петербургом появились грозные тучи, все они, с нетерпением ожидавшие этого события, устремились на квартиру своего коллеги. С помощью своего «электрического указателя» по отклонению льняной нити Рихман наглядно продемонстрировал им «электрическую силу грозных туч». Спустя некоторое время, когда нить стала отклоняться от металлической линейки на малый угол, он, чтобы «умножить электрическую силу», решил использовать для этой цели лейденскую банку. Наблюдая эти опыты, все присутствующие еще раз воочию убедились в единой природе грозного разряда и электрической искры. Вскоре гроза прекратилась, и поэтому ученый не смог продемонстрировать собравшимся академикам всех задуманных им опытов.

Судя по сохранившимся материалам, Рихман в 1752 г. опытов по изучению атмосферного электричества больше не проводил, так как в Петербурге после 21 июля не было гроз или же грозные тучи проходили мимо города. Однако ученый не сложил рук. 17 августа 1752 г. он доложил Ученому собранию Академии наук «еще не законченное им исследование» под названием «Рассуждение об одинаковом происхождении электричества и молнии и о способе отвращать молнию». Оно было закончено в декабре 1752 г. Этот ранее неизвестный труд Рихмана — итог его напряженной работы по изучению атмосферного электричества в 1752 г. Он содержит ряд интересных и глубоких идей, а некоторые из них представляют интерес и для нашего времени.

Прежде всего ученого серьезно заинтересовал вопрос о явном внешнем сходстве некоторых однотипных явлений, характерных и для молнии, и для электрической искры. Но если физическая сущность этих явлений одинакова, то, как справедливо рассуждал Рихман, можно, изучая процессы, происходящие при образовании и развитии электрической искры, полученной искусственно в лабораторных условиях, лучше понять и изучить особенности аналогичных физических процессов, протекающих при образовании

и развитии молнии. «Ведь что иное,— писал ученый,— представляет собой разряд искры, как не малую молнию? В случае искусственного электричества свет появляется без звука, бывают и молнии без грома. Змеящийся путь молнии также можно воспроизвести».

Так в голове петербургского физика родилась вполне научно обоснованная идея о возможности изучения некоторых физических процессов, характеризующих молнию, методом моделирования этих процессов, путем воспроизведения молнии в малом, миниатюрном виде. Действительно, в лабораторных условиях такую «малую» или «искусственную» молнию с успехом может заменить достаточно сильный искровой разряд. Именно на глубоком понимании этого и было основано убеждение ученого в том, что «явление молнии можно частично демонстрировать при помощи искусственного электричества». Эта плодотворная идея Рихмана, открывавшая новые возможности исследования подобия физических процессов в электрической искре и в молнии, получила широкое применение в науке и технике только в XX в.

Сделав попытку экспериментально проверить свою идею, Рихман добился интересных результатов. Расположив на минимальном расстоянии друг от друга гвоздики с «бронзовыми шляпками», укрепленные вертикально в смоле, смешанной с воском, он включил крайние из гвоздиков в цепь и пропустил по ней электричество от лейденской банки. Получился интересный эффект. «При сильном возбуждении электричества,— писал ученый,— являлось приятное зрелище — свет, змеящийся и состоящий из светлых точек, сопровождаемый треском». Размышляя о том, как же подобная змеевидная форма молнии образуется в природе, он выдвигает не лишнее остроумия предположение о том, что молния проскакивает между облаками, распределенными в атмосфере на небольших расстояниях друг от друга. Таким образом между всеми облаками, которые могут быть уподоблены гвоздикам, по его мнению, и возникает змеевидная фигура искры, или молнии. В своих опытах Рихман показал, что «при помощи искусственного электричества возможно произвести не только змеящуюся линию, но и треск».

В процессе своих размышлений над различными явлениями, вызываемыми грозовыми разрядами, Рихман одним из первых в науке пришел к чрезвычайно важной для по-

следующего развития учения об электричестве мысли о неразрывной связи электрических и магнитных явлений. Эта мысль у него возникла после изучения опытных исследований его современников П. Мушенбрека и Г. Крафта, впервые заметивших, что во время молнии магнитная стрелка компаса изменяла свое направление. Объяснить связь между этими явлениями никто из ученых не мог. Составив это наблюдение со своими опытами, в результате которых он пришел к твердому убеждению о существовании вокруг наэлектризованных тел электрического поля, ученый посчитал, что такое же поле могло возникать и в воздухе от молнии. Следовательно, заключил он, «колебания магнитной стрелки зависят от порождаемого в воздухе электричества. Мне это представляется весьма правдоподобным». Эта плодотворная догадка Рихмана в 1758 г. получила блестящее подтверждение в труде другого петербургского физика Ф. Эпинуса «О сходстве электрической силы с магнитною».

Много времени Рихман уделил также изучению и научному обоснованию наиболее безопасных методов грозозащиты. Чрезвычайно заманчивое и многообещающее предложение Франклина об устройстве заземленных громоотводов пока еще только обсуждалось, и опыта в его применении не было накоплено. Высоко оценивая достоинства заземленного громоотвода, петербургский физик все же не был уверен в том, что подобный громоотвод, установленный на том или ином здании, во всех случаях гарантирует безопасность этого здания от поражения молнией.

Что же другое можно придумать для защиты от ударов молнии? Этот вопрос не мог его не волновать. Он еще и еще раз пытается вдуматься в экспериментально установленные им факты о том, что наиболее «крупная и сильная» электрическая искра между двумя телами получается только в случае наличия большой разницы в величине их зарядов и что «чем крупнее и сильнее искра, тем быстрее могут быть воспламенены ею горючие тела». Так как электрическая искра и молния — это однородные явления, то нужно что-то сделать, чтобы искра, возникающая при грозовом разряде, была бы меньшей, следовательно, будет меньшей и опасность поражения молнией. Для этого, по мнению ученого, нужно каким-то образом уменьшить разницу между зарядом грозовой тучи и зарядом железного стержня. Но если железный стержень будет заземлен, то этого ни-

когда не достигнуть. Значит, рассуждал он, железный стержень не должен быть заземлен. Во время грозы такой незаземленный стержень может, как он писал, «электризоваться молнией мало-помалу и тем большим может становиться его электричество». Если же заряд изолированного металлического стержня будет возрастать и разница между его зарядом и зарядом молнии в конце концов будет равна нулю, тогда, по мнению Рихмана, не будет «никаких поводов к возникновению искры и молнии», так как она «скорее должна отталкиваться».

Но это была только теоретическая догадка, и ее нужно было подтвердить достоверными наблюдениями. Внимательно следя за первыми опытами по изучению атмосферного электричества, проводимыми в Европе и в Америке, петербургский физик не опускает ни одного факта, который должен был или подтвердить, или опровергнуть сделанное им предположение. «Один лишь опыт,— писал Рихман,— может нам поведать в будущем, действительно ли так бывает в известных случаях».

И вот однажды, просматривая газетные статьи и заметки, напечатанные в «Санктпетербургских ведомостях», он заинтересовался сообщением, сделанным одним французским ученым Парижской Академии наук. В этом сообщении указывалось, что во Франции в г. Плозе есть храм, на колокольне которого установлен железный крест вышиной несколько более 60 см. Концы этого креста изображают цветы лилии с острыми концами. В газетной заметке далее сообщалось: «Когда случается сильная буря с густыми облаками и великим блистанием, то является всегда на всех концах того креста сияние. Из давних лет уже повествуют, что молнией в Плозе и в окрестных местах весьма редко вред причиняется, когда виден бывает сей феномен». Но был ли железный крест заземлен или нет, в заметке не сообщалось.

Рихман считал, что крест не был заземлен. Но если допустить, что это достоверно, то данное явление блестяще подтверждало высказанное им теоретическое предположение. Крест, будучи изолирован, электризовался молнией и отталкивал «наэлектризованные лучи». Именно поэтому «молния на протяжении стольких лет и не причиняла никакого ущерба».

Таким образом, наряду с признанием заземленного громоотвода Рихман в итоге своих рассуждений пришел к идее

о возможности создания нового метода грозозащиты. Пользуясь современной терминологией, мы можем сказать, что в 1752 г. им был, по-видимому, предложен один из методов превентивной грозозащиты, имеющий целью предупредить возможность образования молнии.

Так заканчивался 1752 год. Зарождалась новая область физической науки — учение об атмосферном электричестве. Ее пионером в нашей стране выступил отважный и опытный физик Рихман. Он с большой ответственностью занялся этим новым для него делом и за короткий срок многое успел сделать. А впереди были новые планы, новые замыслы, так как многие «повадки» молнии были еще не изучены.

Весны и лета 1753 г. с нетерпением ожидали многие ученые Европы, начавшие заниматься изучением атмосферного электричества. Тщательно готовились к весенним и летним грозам Рихман с Ломоносовым. Интересные сведения сохранились о замыслах Рихмана, а также о том, с какой самоотверженностью и настойчивостью он их осуществлял. Прежде всего он предполагал провести серию новых экспериментов по расширенной программе с привлечением для этого некоторых из своих учеников. В связи с этим ученый еще раз возвращается к вопросу о создании незаземленных установок, более совершенных в конструктивном отношении, чем те, которыми пользовались он и Ломоносов в 1752 г.

Все планируемые эксперименты по изучению атмосферного электричества были, конечно, очень опасными для жизни. «Природное электричество,— писал Рихман,— имеет такие свойства, что не удивительно, если иные, поражаемая и недоумевающая, больше созерцают это необыкновенное явление, нежели заботятся о том, чтобы определить условия, при которых оно происходит. Ведь одних может отратить от исследования естественный ужас, других — страх, привитый воспитанием. Вот почему возникают вопросы: да возможно ли вообще наблюдения такого рода производить, не подвергаясь опасности?»

Всесторонне продумывая ответ на этот сложный и трудный вопрос, ученый с полной ответственностью должен был заявить, что при проведении подобных опытов никто из исследователей не может быть застрахован от смертельной опасности. Но чтобы этого могли избежать будущие исследователи грозовых разрядов, нужно кому-то, идя на

риск, всесторонне изучить все «повадки» молнии. «Несомненно, — замечает Рихман, — что такой ужас и страх удасться устранить только в том случае, если будет показано, что подобного рода наблюдения можно производить, не подвергаясь опасности, и устранять опасность, если она есть. А это, если только такое средство существует, может сделать лишь тот, кто путем многих предварительных опытов и наблюдений выяснит, почему и при каких обстоятельствах молния становится опасной».

Последовательность и обоснованность суждений привели ученого к единственному и строго логическому заключению. «Очевидно, — писал ученый, — что в нынешнее время и физикам представляется возможность проявить своего рода отвагу и смелость в рискованном деле. Вот почему, поскольку моя обязанность в меру сил заниматься физическими исследованиями, ничто меня не отвращало от наблюдений подобного рода. Я пользовался всяким случаем, чтобы не только наблюдать, но и до некоторой степени определять явления природного электричества. Еще в прошлом году, не имея удобного указателя, я испытывал действие природного электричества. В нынешнем же году я все приготовил для того, чтобы иметь возможность наблюдать вышеуказанные явления при определенных условиях».

Наступила весна 1753 г. Все необходимое для наблюдений было подготовлено. Но в апреле гроз в Петербурге не было, а дорог был каждый день и каждый новый опыт, подтверждавший или опровергавший те или иные предположения ученых. Так как теория электрических явлений, и в особенности теория атмосферного электричества, не была разработана, то вполне естественно, что таких предположений было очень много. К решению, казалось бы, самых простых вопросов приходилось еще подходить буквально ощупью.

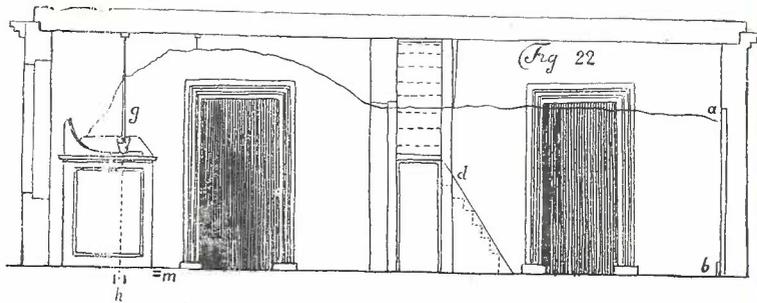
У Рихмана, в частности, возник и такой вопрос — происходит ли электризация воздуха во время артиллерийской стрельбы? Для выяснения этого вопроса необходимо было провести эксперимент. 25 апреля в Петербурге отмечался день коронации императрицы Елизаветы. Предполагалась пальба из пушек. Этим моментом и решил воспользоваться Рихман. Вместе с Ломоносовым во время пальбы из 50 орудий он точно установил, что нить в его электрометре совершенно не отклонялась. Было доказано также, что «зажженный порох и возникающее от него пламя» не электризуют

воздух. Более глубокий вывод из проведенных опытов сделал Ломоносов. Он писал, что «не гром и молния» являются причиной электрического поля в атмосфере, а, наоборот, именно наличие этого поля, наличие зарядов в атмосфере являются причиной молнии и грома. Этот вывод устраивал из науки многочисленные домыслы относительно причин происхождения грозы.

Наступило 6 мая 1753 г. Над Петербургом проходила гроза. Свой первый эксперимент в этом году Рихман решил посвятить изучению влияния острия металлического стержня на показания электрометра. Для этого он заранее подготовил две установки. В одной из них металлический шест в верхней части был заострен, а в другой оставался тупым. Обе установки были хорошо изолированы. В каждой из них стержень соединялся металлической цепью с отдельным электрометром. Этот сравнительный эксперимент сразу же дал возможность получить важные для науки результаты. Во время грозы ученый установил, что «больше электричества сообщается той цепи, к которой присоединен острый железный прут, а второй цепи — меньше». С помощью электрометра были получены и количественные результаты. В одном из опытов на электрометре, соединенном металлической цепью с острым стержнем, нить отклонялась на 15° , а на электрометре, соединенном с тупым стержнем, — только на 5° .

Исходя из результатов проведенных опытов, Рихман и Ломоносов в своих установках с тех пор стали применять заостренные металлические стержни. Металлическую заостренную стрелу с несколькими иглами присоединяли к длинному деревянному шесту, установленному на крыше дома, и тщательно укрепляли с помощью специально изготовленных стеклянных изоляторов. Провод от металлической стрелы во избежание прикосновения к деревянному шесту, стенам дома и другим предметам отводили в сторону к воротам, а затем подводили в помещении к электрометру. Теперь, когда «громовые машины» были усовершенствованы, нужно было, не теряя времени, приступить к решению других задач, связанных с изучением особенностей грозových разрядов. Необходимость в интенсивном проведении таких исследований вызывалась еще одним важным обстоятельством.

Петербургская Академия наук ежегодно проводила одно традиционное публичное собрание, на котором академи-



Незаземленная установка («громовая машина») для изучения грозных разрядов, которой пользовались Г. В. Рихман и М. В. Ломоносов в июле 1753 г. Рисунок М. В. Ломоносова

ки выступали с докладами, или, как было принято их называть в XVIII в., с речами, о своих новых научных исследованиях или открытиях. Такие публичные собрания тщательно готовились, и тексты произносимых речей заранее обсуждались и издавались. На очередном собрании, назначенном на 6 сентября 1753 г., изъявили желание выступить Ломоносов и Рихман. Рихман решил сообщить ученому миру о своих исследованиях по электростатике и атмосферному электричеству, а Ломоносов — о причинах электрических явлений и о их пользе в «человеческой жизни». Академическое собрание и президент Академии наук Разумовский одобрили намерение ученых. Им предстояло срочно готовить к печати тексты своих выступлений. И Рихману, и Ломоносову необходимо было в довольно короткий срок обобщить большое число наблюдений, проведенных не только ими, но и учеными других стран, и, главное, дать научно обоснованное объяснение многим электрическим явлениям. Но для этого нужно было провести ряд новых опытов.

Во второй половине мая, июне и июле оба ученых одновременно с написанием текстов своих выступлений с исключительной самоотверженностью проводили опасные для жизни эксперименты по изучению грозных разрядов. Во время грозы 15 мая Рихману впервые удалось «счесть время между громом и молнией» и экспериментально доказать, «что, чем меньше времени между громом и молнией было, тем больше показывалось градусов в электрическом действии». Применяя электрометр и часы, ученый опреде-

лил, что, когда интервал между молнией и громом был равен 6 секундам, указатель показывал 30° , при интервале 9 секунд — 25° , при интервале 11 секунд — 20° и, наконец, при интервале 14 секунд — 10° .

Были установлены и некоторые другие факты. Непосредственно перед молнией нить электрометра давала наибольшее отклонение, а после молнии она падала почти до 0° .

Интересные наблюдения в конце мая и начале июня 1753 г. были проведены Ломоносовым: ему удалось обнаружить с помощью электрометра наличие электрического поля в атмосфере при отсутствии грома и молнии. Это же открытие несколько ранее, о чем ученый не знал, было сделано французскими физиками. Приведенный пример наглядно подтверждает определенную закономерность: некоторые важные научные вопросы, выдвинутые практикой или ходом развития самой науки, одновременно и часто совершенно независимо друг от друга решаются учеными ряда стран.

Рихман заинтересовался открытием, сделанным его другом, и в процессе проведения своих экспериментальных исследований установил довольно устойчивое состояние электрического поля атмосферы в течение нескольких часов. Ученый провел и другие эксперименты. Атмосферным электричеством от электрической цепи он несколько раз зажигал подогретую нефть. Если же в цепь включалась лейденская банка, то, как он отмечал, «и одна искра могла зажечь нефть». Когда во время грозы нить электрометра отклонялась на 25° , Рихман с помощью железной проволоки от электрической цепи подводил атмосферное электричество к ртути, находящейся в барометрической трубке. При этом барометр «издавал ст себя свет», т. е. начинал светиться. Позднее это явление стало рассматриваться как электролюминесценция. Наконец, ученый отважился и на такой рискованный для жизни эксперимент: от электрической цепи он наэлектризовывал атмосферным электричеством самого себя. Дотрагиваясь при этом до другого металлического провода, он иногда замечал выходящие из пальца искры, а иногда этих искр не было. Можно только предполагать, что делал он это, когда нить электрометра отклонялась на наименьший угол.

С большим риском для жизни летом этого же года проводил изучение грозных разрядов и Ломоносов. Рядом до-

полнительных опытов он полностью подтвердил открытый им в мае 1753 г. важный научный факт существования электрического поля в атмосфере «без чувствительного грома и молнии» и вообще, когда не было «ни грому, ни молнии, ни дождя». Одновременно ему удалось также провести интересные наблюдения над формой и цветом электрических искр, извлекаемых из электрометра во время грозы. Изменяя условия опыта, он получал «синеватые искры», «ясные синеватые», «весьма красные», «вишневые». Это ему важно было установить по той причине, что его друг Рихман, не наблюдая подобных явлений, не соглашался с ним. Электрические искры различного цвета Ломоносов получал в момент, когда он дотрагивался топором до металлического стержня своего электрометра во время сильной грозы. В этот момент, по его словам, электрические искры обладали «великой силой» и давали «великий блеск».

Нам, людям второй половины XX в., трудно понять, как могли пойти на такой риск Ломоносов и Рихман. Ведь сила тока в молнии достигает 10 000 а, а минимальное напряжение — 10^8 в. Все эти эксперименты могли закончиться трагическим исходом и для одного и для другого.

В июле 1753 г. Рихман закончил составление своего доклада для предстоящего публичного собрания Петербургской Академии наук. Он назвал его так: «Речь об опытах, примененных над электрическою силою посредством машины электрической, показывающей величину сея силы, и о сходстве явлений, произведенных искусством такой силы, с явлениями натуральной силы электрической». «Речь...» Рихмана по праву может быть отнесена к числу классических работ по электричеству середины XVIII в. В ней дан не только глубокий и всесторонний обзор всех важнейших экспериментальных исследований, выполненных им в течение 1745—1753 гг., но и сделан обзор важнейших открытий и наблюдений зарубежных ученых в этой новой области физической науки.

Большой интерес представляют заключительные фразы «Речи...» Рихмана. От имени Петербургской Академии наук он предлагает физикам всех стран задачу: «Найти подлинную теорию электрической силы, которая б довольна была к истолкованию всех электрических явлений, до сего времени примеченных». Срок представления работ назначался на 1 июля 1755 г., и за лучшую из них предлагалась

довольно высокая денежная премия. Можно с уверенностью предполагать, что эта задача была сформулирована Рихманом совместно с Ломоносовым и одобрена другими академиками.

Тот факт, что Петербургская Академия наук впервые в своей истории предложила ученым всего мира конкурсную задачу по электричеству и приняла на себя роль судьи в оценке представленных работ, говорит об очень многом. Россия и ее главный научный штаб — Академия наук в середине XVIII в. стали важнейшим центром научной мысли, а ее выдающиеся физики — Ломоносов и Рихман — получили признание не только как пионеры новых областей физической науки, но и как высококвалифицированные оппоненты при решении сложнейших физических проблем.

Высоко ценя советы и указания Ломоносова, Рихман просил его высказать о «Речи...» свое мнение и своим красноречивым стилем написать к ней дополнение.

ТРАГИЧЕСКАЯ СМЕРТЬ УЧЕНОГО ВО ВРЕМЯ ОПЫТА ОТ УДАРА ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Каждую неделю в Петербургской Академии наук проходили научные заседания. 26 июля 1753 г. очередное заседание началось в 10 часов. Ломоносов и Рихман сидели рядом. Они тихо обсуждали содержание речей, с которыми должны были выступить на ближайшем торжественном собрании Академии наук. Нерешенными оказались только отдельные вопросы, в частности вопрос о цвете электрических искр во время истечения грозовых зарядов из острых граней электрометра. Дул северный ветер, и они все время посматривали в окно. Вскоре на горизонте появилась темная грозовая туча. После 12 часов стало вполне очевидно, что она пройдет через город и что гроза неизбежна. Получив разрешение покинуть заседание, оба ученых, не теряя ни минуты, быстро направились к своим домашним экспериментальным установкам. Для зарисовки цвета электрических искр Рихман пригласил академического художника и гравера И. А. Соколова.

Гроза быстро надвигалась. В отдалении слышались раскаты грома, видны были блестящие молнии, но дождя еще не было. Прошло несколько минут, и ученые были дома. Ломоносов жил на 2-й линии, а Рихман на углу 5-й линии и Большого проспекта Васильевского острова. Рихман торопился. Он даже не снял парадного костюма, в котором, как академик, обязан был бывать на собраниях Академии наук. Все его мысли были сосредоточены только на предстоящем опыте. В изучении грозовых разрядов ему многое удалось установить, хотя отдельные особенности молнии

оставались еще не исследованными. Как и раньше, ученый реально представлял себе огромную опасность проводимых им опытов, но во имя познания истины, во имя науки его уже ничто не могло остановить.

Установка Рихмана находилась на столе в сенях. «Электрический указатель» тонкой железной проволокой соединялся с острым молниеотводом, установленным на крыше дома. Дверь из сеней выходила на север, откуда надвигалась туча, сопровождаемая сильными порывами ветра. Обеспокоенный за жизнь художника, Рихман не разрешил ему близко подходить к прибору, заявив, что «когда он подойдет очень близко, то де может быть опасность». Такой риск он, как самоотверженный и опытный экспериментатор, мог позволить только себе, но смертельная опасность была уже рядом. На улице послышался сильный порыв ветра, и, когда Рихман приблизился к электрометру и остановился от него на расстоянии 30 см, неожиданно из толстого железного прута прямо в левую часть его лба ударил бледно-синеватый огненный шар величиной с кулак. Это была, как сейчас удалось установить, чрезвычайно опасная для человека шаровая молния. Раздался оглушительный удар, «будто бы из малой пушки выпалено было», и ученый, «не издав не малого голосу», замертво свалился на стоящий за ним сундук. Находящийся вблизи Соколов, тоже поваленный на пол, был оглушен. Сени сразу же наполнились дымом.

Услышав сильный удар, жена Рихмана выбежала из комнаты в сени, где экспериментировал ее муж. Страшный испуг поразил ее; но она была мужественной женщиной и, конечно, понимала, насколько опасны для жизни были его эксперименты с молнией. Взяв себя в руки, она, не обнаружив у него пульса, без замедления сделала попытку домашними средствами привести его в чувство, но ничего не помогало. Сразу же были посланы люди за Ломоносовым и за Кратценштейном — врачом по образованию. Оба они жили на Васильевском острове, близко от дома Рихмана. Вскоре они находились уже у тела ученого. Были приняты все необходимые меры, которые рекомендованы в подобных случаях медициной, однако спасти Рихмана было уже нельзя. В своем рапорте, представленном в Академию наук, Кратценштейн по этому поводу писал: «Я прощупал у него тотчас пульс, но не было уже биения; после пустил я ему ланцетом из руки кровь, но вышла



Трагическая гибель Г. В. Рихмана от удара шаровой молнии
26 июля 1753 г. Рисунок XIX в.

только одна капля оной. Я дул ему, как то с задохшимися обыкновенно делается, несколько раз, зажав ноздри, в рот, дабы тем кровь привести паки в движение, но все напрасно; при осмотре нашел я, что у него на лбу на левой стороне виска было кровавое красное пятно с рублевик величиною, башмак на левой ноге над меньшим пальцем в двух местах изодрало. Как скинули чулок, то под прошибленным местом нашли кровавое и багровое пятно, а пята была синевата, на теле сверху у груди и под ребрами на левой стороне видны были багровые пятна такой же величины, как на лбу».

Смерть Рихмана потрясла Ломоносова. Ведь он в точно таких же условиях проводил в этот день и в этот час свои смелые опыты, так же, как и Рихман, он подвергал себя смертельной опасности. В своем взволнованном письме, написанном в этот же день И. И. Шувалову, полным скорби и больших человеческих переживаний за своего друга, Ломоносов писал: «Я не знаю еще или по последней мере сомневаюсь, жив ли я или мертв. Я вижу, что г. профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время. Сего июля в 26 число, в первом часу пополудни, поднялась громовая туча от норда. Гром был нарочито силен, дождя ни капли. Выставленную громовую машину посмотрев, не видел я ни малого признаку электрической силы. Однако, пока кушанье на стол ставили, дождался я нарочитых электрических из проволоки искор, и к столу пришла моя жена и другие, и как я, так и оне беспрестанно до проволоки и до привешенного прута дотыкались, затем что я хотел иметь свидетелей разных цветов огня, против которых покойный Рихман со мною споривал. Внезапно гром чрезвычайно грянул в самое то время, как я руку держал у железа, и искры трещали. И жена просила, чтобы я прочь шел. Любопытство удержало меня еще две или три минуты, пока мне сказали, что шти простынут, а притом и электрическая сила почти перестала. Только я за столом сидел несколько минут, внезапно дверь отворил человек покойного Рихмана, весь в слезах и страхе запыхавшись. Я думал, что его кто-нибудь на дороге бил, когда он ко мне был послан. Он чуть выговорил: «Профессора громом зашибло». В самой возможной страсти, как сил было много, приехал увидел, что он лежит бездыханен. Бедная вдова и ее мать таковы же, как он, бледны. Мне и минувшая в близости

моя смерть, и его бледное тело, и бывшее с ним наше согласие и дружба, и плач его жены, детей и дому столь были чувствительны, что я великому множеству сошедшегося народа не мог ни на что дать слова или ответа, смотря на того лице, с которым я за час сидел в Конференции и рассуждал о нашем будущем публичном акте. Первый удар от привешенной линии с ниткою пришел ему в голову, где красновато вишневое пятно видно на лбу, а вышла из него громовая электрическая сила из ног в доски. Нога и пальцы сини, и башмак разодран, а не прожжен. Мы старались движение крови в нем возобновить, затем что он еще был тепл, однако голова его повреждена, и больше нет надежды. Итак, он плачевным опытом уверил, что электрическую громовую силу отворотить можно, однако на шест железом, который должен стоять на пустом месте, в которое бы гром бил сколько хочет. Между тем умер г. Рихман прекрасною смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет, но бедная его вдова, теща, сын пяти лет, который добрую показывал надежду, и две дочери, одна двух лет, другая около полугода, как об нем, так и о своем крайнем несчастье плачут».

Письмо Ломоносова, как живой снимок, навека сохранило для истории то большое человеческое горе, которым были охвачены и семья Рихмана, и он, его ближайший друг, и многие представители простого народа. Как никто другой, Ломоносов прекрасно понимал, что трагическая гибель Рихмана от удара молнии во время проведения опытов была в то же время и великим подвигом ученого, совершенного им во имя науки.

Ломоносов сразу же проявил трогательную заботу о семействе Рихмана, о том, чтобы «бедная вдова лучшего профессора Петербургской Академии наук до смерти своей пропитание имела и сына своего, маленького Рихмана, могла воспитать, чтобы он такой же был наук любитель, как его отец».

Письмо Ломоносова о смерти Рихмана, как ценнейший исторический документ, появилось в печати уже в XVIII в. и сразу же получило широкую известность. Его с большим вниманием и гордостью за подвиг своего выдающегося соотечественника читали многие деятели русской науки и культуры. Это письмо привлекло внимание и А. С. Пушкина. «Как хорошо, — писал он о Ломоносове, — его письмо о семействе несчастного Рихмана».

Весть о трагической гибели Рихмана быстро облетела всю столицу. Такое грозное и величественное явление природы, как молния, всегда вызывало страх у любого человека. Но, оказывается, в Петербурге жил и творил человек, который не боялся молнии, а пытался познать ее тайны. В сознании народа такой человек должен был обладать особым мужеством и особой отвагой, а таких людей народ ценит и уважает. И поэтому совершенно не случайно на похороны ученого, состоявшиеся 29 июля, пришло много народу. Его провожали в последний путь как благородного рыцаря науки, не щадившего себя и своей жизни во имя познания неизведанных тайн природы.

Руководство академии не оценило подвига ученого. Возмущенный бездушным отношением к памяти Рихмана, Ломоносов просит графа М. Л. Воронцова переговорить с президентом Академии наук. Он пишет ему, что бедная вдова покойного профессора Рихмана, «оставшись с тремя малыми детьми, не видит еще признаку той надежды о показании милости, которую все прежде ее бывшие профессорские вдовы имели, получая за целый год мужей своих жалование». А у жены покойного Рихмана «и за тот день жалование вычтено, в который он скончался, несмотря на то, что он поутру того же дня был в Собрании». Он «потерял свою жизнь, отправляя положенную на него должность», и поэтому «его сирот больше наградить должно». Обращение Ломоносова к Воронцову сыграло свою роль. Анна Рихман получила 100 руб. в возмещение расходов на похороны своего мужа и его годовой оклад в сумме 860 руб. При этом в счет оклада она передала в Академию наук все неопубликованные рукописи трудов Рихмана. Эти рукописи были получены Ломоносовым и до сего времени сохранились в архиве Академии наук в Ленинграде. В пенсии же на воспитание детей Рихмана, о чем так настойчиво хлопотал Ломоносов, вдове ученого, якобы «за неимением таких примеров», было решительно отказано.

Такое отношение руководства академии к семье Рихмана было оскорбительным не только к памяти выдающегося и самоотверженного ученого, но и ко всей передовой русской науке.

Сообщая Шувалову о смерти Рихмана, Ломоносов далеко не случайно предупредил его, «чтобы сей случай не был протолкован противу приращения наук». Для подобных опасений он имел серьезные основания. Трагическая ги-

бель выдающегося ученого произвела большое впечатление как в России, так и в Европе. В реакционных дворянских кругах и среди духовенства она вызвала явно нездоровые и вредные для науки толки и пересуды. В столице России — Петербурге повсеместно пошли разговоры о кощунственности таких опытов, какие ставили Ломоносов и Рихман. Некоторые мракобесы рассматривали смерть ученого как возмездие за его дерзновенное проникновение в «область Божию», в «божественные тайны».

Для характеристики настроений, которые в связи со смертью Рихмана были господствующими в придворных кругах дворянства, приведем следующий пример. Дипломат, а затем вице-президент Адмиралтейств-коллегии граф И. Г. Чернышев 8 августа 1753 г. в письме к графу И. И. Шувалову даже простую электростатическую машину называет «проклятой машиной». Он советует Шувалову «совсем бросить эту машину». Он откровенно пишет ему о той ненависти, которую питал и питает к этим машинам один их общий друг генерал и сенатор. Именно этой опасной и вредной для дальнейшего развития отечественной науки реакцией на смерть Рихмана и опасался Ломоносов.

Среди более невежественных слоев дворянства и среди духовенства эта реакция была еще более суровой и более беспощадной. Общее мнение сводилось к одному: дабы не гневить «господа бога», такие дерзкие опыты, которые проводили Ломоносов и Рихман по изучению атмосферного электричества, нужно прекратить, прекратить необходимо и эксперименты с электростатической машиной.

Прервал свои наблюдения с «громовой машиной» и Ломоносов, но сделал он это не из желания угодить невежественному мнению. Он, как и некоторые западные ученые, решил разработать безопасный для исследователя метод изучения грозных разрядов. О прекращении же изучения атмосферного электричества не могло быть и речи. Наоборот, героическая смерть друга заставила его с еще большей энергией выступить против злорадствующих реакционеров за смелое дерзание в науке. «Оных людей, — заявил Ломоносов, — которые бедственными трудами или паче исполнскою смелостию тайны естественные испытать тщатся, не надлежит почитать продержками, но мужественными и великодушными, ниже оставлять исследования природы, хотя они скоростижным роком живота лишились... Итак, не думаю, чтобы внезапным поражением нашего Рихмана на-

туру испытующую умы устрашили и электрической силы в воздухе законы изведывать перестали; но паче уповаю, что все свое рачение на то положат, с пристойной осторожностью, дабы открылось, коим образом здравие человеческое от оных смертоносных ударов могло быть покрыто».

Прежде чем выступить с высокой трибуны публичного академического собрания с призывом к отечественным и зарубежным ученым продолжить дело, за которое отдал свою жизнь Рихман, Ломоносову пришлось преодолеть огромные трудности, чтобы доказать руководству академии необходимость своего выступления с знаменитым «Словом о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих». Дело в том, что президент Академии наук граф Разумовский, оказавшись на поводу реакционных и невежественных придворных толков о смерти Рихмана, принял решение отложить публичное собрание академии, на котором должен был выступить с докладом Ломоносов, а затем он намерен был вообще отменить его доклад по атмосферному электричеству и заменить докладом на другую тему. Это было серьезным и тяжелым ударом не только для Ломоносова, но и для чести всей отечественной науки. Неправильный ущерб наносился славе и престижу Академии наук, достоинству России и ее передовым ученым. Согласиться с этим было никак нельзя. И Ломоносов начал действовать. К сожалению, письма, которые им были по этому поводу написаны президенту академии, не сохранились. Но можно не сомневаться, что это были страстные письма, которые не могли не повлиять на Разумовского. Ломоносов воздействовал на президента и через И. И. Шувалова. В конце концов он добился своего. Публичное собрание Академии наук с выступлением Ломоносова об итогах его исследований по атмосферному электричеству было назначено на 26 ноября 1753 г. В распоряжении президента оно мотивировалось тем, «дабы господин Ломоносов с новыми своими изобретениями между учеными в Европе людьми не опоздал и через то труд бы его в учиненных до сего времени электрических опытах не пропал».

Что же нового внес Ломоносов в науку своими исследованиями по атмосферному электричеству? На основе глубокого изучения всех известных ему в то время фактов и главным образом анализа своих многочисленных наблюдений он прежде всего обратил внимание естествоиспытателей на решающую роль восходящих воздушных потоков,

на причину их образования в природе зимой и летом и на их роль для научного объяснения различных метеорологических процессов. С большой полнотой и тщательностью он описывает причины и обстоятельства, сопровождающие появление летних гроз. Ученый впервые указал, что образование таких гроз связано с наличием вертикальных восходящих потоков воздуха и что эти потоки воздуха при летних тепловых грозах являются основным источником энергии грозы; процесс образования этих потоков отличается особой интенсивностью в летнее время и особенно в гористой местности.

Исходя из того, что электричество образуется посредством трения некоторых тел друг о друга, Ломоносов в своем «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» обратил внимание ученых на присутствие в атмосфере малых частиц — продуктов горения и других частиц, трение которых в вертикальных восходящих и нисходящих потоках воздуха и приводит, по его мнению, к их электризации. Отдельные частицы в процессе бесчисленных столкновений передают заряды капелькам воды в облаках, а это влечет за собой образование в атмосфере, в облаках сильных электрических полей, являющихся причиной возникновения молний.

Опережая развитие науки более чем на полтора столетия, Ломоносов совершенно правильно представил себе, что заряд облака распределен на поверхности мельчайших капелек по всему объему облака, причем на каждую произвольно выбранную единицу объема приходится огромное число заряженных частиц.

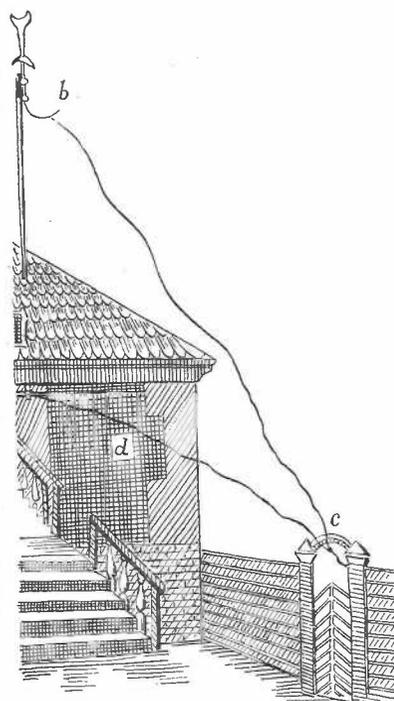
Таковы основные положения учения Ломоносова об атмосферном электричестве. Это была действительно первая научная теория грозы, теория, общие положения которой, по утверждению крупнейших исследователей XX в., «подтвердились результатами всех последующих исследований грозового электричества вплоть до наших дней».

В своем труде и в приложениях к нему Ломоносов подробно остановился также на обстоятельствах трагической гибели Рихмана и на некоторых теоретических вопросах, связанных с проблемами грозозащиты и с перспективами разработки безопасных для исследователя методов изучения грозовых разрядов. Сохранился выполненный им план профиля сени и дома Рихмана с точным указанием места, где находился электрометр и где стояли во время удара

шаровой молнии Рихман и Соколов. На рисунке изображен был электрометр и подведенная к нему «тонкая железная проволока», проходящая через сени и через наружную дверь к установленной на крыше металлической стреле.

В своих пояснениях Ломоносов указывал, что «окно в сенях», у которого стоял Рихман, «было всегда затворено, чтобы привешенной нити не качал ветер», но открыто было окно «в ближайшем покое», и через полуоткрытую дверь «движение воздуха могло быть». Судя по его описанию, шаровая молния в момент сильного порыва северного ветра прошла в сени через дверь, выходящую на север. Об этом свидетельствует тот факт, что она на своем пути вырвала из нижней части двери кусок дерева, отбросила его и оборвала с той же стороны часть дверной рамы. Отмечено было, что лейденской банки в сенях не было и что нижний конец металлического стержня электрометра «стоял в опилках для того, чтобы электрическая сила из углов не терялась и указатель бы не шатался». От внимания Ломоносова не ускользнули и такие факты, «что было у покойного Рихмана в левом кафтанном кармане семьдесят рублей денег, которые целы остались», но «часы... движение свое остановили» и «с печи песок разлетелся». Ученого интересовали все детали, все обстоятельства трагической смерти своего друга.

Особенно важное значение для выяснения причины гибели Рихмана имели показания гравера Соколова, стояв-



«Профиль оных сених, где убит профессор Рихман». Рисунок и пояснения М. В. Ломоносова

шего рядом с ученым и своими глазами видевшего его последний опыт с «громовой машиной». По словам Соколова, молния сошла в виде огненного клуба, «с кулак величиною» «с железного прута» «громовой машины» и ударила в лоб Рихмана, который, «не издав ни малого голоса», «пал за мертвом».

Ссылка на показания Соколова и на то, что он своими глазами видел «бледно-сизеватый огненный клубок с кулак величиною», шедший ко лбу Рихмана, была дана в сообщении, опубликованном в «Санктпетербургских ведомостях» от 3 августа 1753 г. Но в этом сообщении ничего не говорилось, что это была шаровая молния. Не сделал такого заключения и Ломоносов.

Ценные сведения об обстоятельствах и причине гибели Рихмана содержатся в неопубликованной части рапорта врача по образованию, действительного члена Петербургской Академии наук Кратценштейна. Его показания заслуживают особого внимания, и не только как врача, но и как ученого, который почти за десять лет до смерти Рихмана начал заниматься изучением электрических явлений, написал и издал в 1745 г. «Трактат о пользе электричества в лекарственной науке» и, по-видимому, был в курсе смелых экспериментальных исследований Ломоносова и Рихмана. Он прибыл в дом Рихмана сразу же после его трагической смерти. Зафиксировав смерть смелого физика, он самым вдумчивым образом стал выяснять и причину его смерти. Так же, как и Ломоносов, он установил, что «у двери на кухне отшибло» кусок дерева 60 см длиной, который был отброшен и раздроблен в «мелкие частицы». Раздроблена была «сверху до низу» и «деревянная колода», находящаяся у дверей, она «вместе с крючьями и с дверью» тоже была отброшена в сени.

Анализ этих загадочных обстоятельств привел Кратценштейна к мысли, что шаровая молния или, по его словам, «луч молнии» проник в помещение не по проводу, а через дверь в результате порыва северного ветра, «с которым и гроза пришла». Этот порыв ветра приоткрыл дверь, и шаровая молния попала в сени, затем, притянувшись к проводнику, прошла по проволоке к электростатометру и ударила Рихману в лоб.

Предположения Кратценштейна полностью подтверждают то, что видел своими глазами Соколов, а видел он не линейную, а шаровую молнию.

Это явление природы давно было известно человечеству. Оно впервые было описано в научно-поэтическом трактате Лукреция «О природе вещей». С того времени появилось много детальных описаний появления во время грозы движущегося огненного шара самой различной величины — от 1 до 200 см в диаметре, жизнь которого продолжается от нескольких секунд до нескольких минут. Этот огненный шар имеет сферическую, а иногда и овальную форму и различную окраску — белую, красную, желтую и голубую. Всякий раз появление такого огненного шара совпадало по времени с ударом молнии. Явление шаровой молнии представляет большой научный интерес. Физическая природа этого явления до конца еще не раскрыта и в настоящее время.

Обстоятельства смерти Рихмана серьезно встревожили и озадачили многих ученых России и Европы. Наблюдения с незаземленными установками почти повсеместно были прекращены. Великий математик Эйлер в своем письме из Берлина в Петербургскую Академию наук от 25 августа 1753 г. писал: «От всего сердца жалею о судьбе профессора Рихмана. Этот случай отнял мужество у местных естествоиспытателей, занимавшихся исследованием грозových явлений, и они прервали все свои наблюдения».

Академия наук получила много соболезнований по поводу трагической смерти Рихмана и от его учеников, и от его друзей, и от ряда западных ученых. Ученики прославленного физика написали стихотворение под названием «Надпись на мученичество во славу физической науки преславного мужа Г. В. Рихмана, профессора Академии наук, убитого молнией в 7-й день августовских календ 1753 года». В этом стихотворении смерть ученого оценивается как благородный подвиг, совершенный им во славу науки. Один из известных немецких физиков также написал стихотворение «На смерть известного Рихмана». Широко прославил подвиг Рихмана в своей речи, написанной в стихах, крупный немецкий физик Г. М. Бозе.

Большой интерес представляют статьи, в которых видными учеными того времени была сделана попытка разобратсья по существу в обстоятельствах смерти Рихмана. При этом некоторые из них попытались разработать более безопасные для исследователей способы изучения грозových разрядов. Подробный и обстоятельный разбор причин смерти Рихмана был дан в 1753 г. известным немецким

физиком И. Винклером в его статье «Об искусстве отвлечения молнии на основании теории электричества».

«Этот талантливый исследователь, — писал Винклер о Рихмане, — проявивший столь большое внимание к измерению электрической силы молнии, недавно, 6 августа, погиб от удара молнии, в то время, как наблюдал за явлениями в электрическом указателе вместе с академическим гравером по меди Соколовым. Краткие сообщения об этом, появившиеся в печати, создали представление, что молния эта была проведена из атмосферы в комнату Рихмана посредством металлической цепи или по этой цепи. Опубликованные немного позднее более подробные изложения обстоятельств этого происшествия показали, что такое предположение было довольно близко к истине, ибо Соколов видел, как от бруска или от палочки правого указателя отделился синеватый огненный шар величиной с кулак по направлению ко лбу Рихмана, находившегося на расстоянии одного фута от этого бруска, в то время как он следил глазами за указателем электричества... Люди, обследовавшие результат действия молнии в комнате, установили, что над открытым входом дверная притолока наполовину раскололась и вместе с дверью обвалилась в комнату. Таким образом, молния, очевидно, продолжала свой путь вдоль цепи, протянутой под потолком комнаты.

Если бы можно было с уверенностью сказать, что молния, оказавшаяся смертельной для Рихмана, сконцентрировалась в цепи и бруске по той причине, что эти тела в момент, когда в цепь попала молния, были способны принять и удержать в себе электричество, из этого следовало бы, что в будущем мы получим возможность отводить молнию».

Исходя из этого положения, Винклер в этой же работе далее описывает предложенный им новый прибор для измерения грозных разрядов, экспериментируя с которым исследователь, по его мнению, не будет подвергать свою жизнь такой опасности, какой подвергали себя Рихман и Ломоносов.

Причина смерти Рихмана серьезно заинтересовала и американского врача Дж. Лайнинга, который в 1753 г. так же, как и многие любители науки, с интересом занимался опытным изучением атмосферного электричества. Свой запрос он направил в Лондонское королевское общество. В 1754 г. в трудах этого общества была напечатана статья

Вильяма Ватсона, члена этого общества, под названием «Ответ на запрос доктора Лайнинга относительно смерти профессора Рихмана». «В самом деле, — замечает Ватсон, — если бы можно было установить, что молния, причинившая смерть профессору Рихману, собралась на аппарате потому, что отдельные части его во время молнии могли притягивать к себе и удерживать электричество, то когда-нибудь будет в наших возможностях отводить действие молнии». Но, указывает он далее, «только время и дальнейшие опыты смогут ознакомить нас с истиной». Касаясь непосредственной причины смерти Рихмана, Ватсон пишет, что, по его мнению, «в мгновение, когда профессор Рихман был убит, его аппарат был совершенно изолирован и не имел никакой связи с землей при помощи металлических или других веществ, хорошо проводящих электричество». При этом «огромное количество электричества, которым... аппарат был насыщен, разрядилось через тело профессора, так как оно оказалось ближайшей неэлектрической субстанцией в контакте с полом, что, к несчастью, и послужило причиной его смерти. Этого, как полагают, не случилось бы, если бы цепь или какая-либо другая часть аппарата соприкасалась с полом, что дало бы возможность электричеству легко уйти в землю». Интересно отметить, что основные сведения, которыми располагал английский ученый, были почерпнуты им из труда Ломоносова «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих».

Обстоятельный анализ причины трагической смерти Рихмана был сделан известным чешским естествоиспытателем XVIII в. Прокопом Дивишем в его «Письме против Петербургского электрика», направленном в Академию наук 5 сентября 1753 г.

Прежде всего он осудил Рихмана за «моральную» ошибку, которая состояла «в том, что он осмелился подвергнуть себя опасности и потому погиб...». Свой последний «знаменитый», по выражению Дивиша, опыт Рихман проводил с «указателем электричества», в котором нижний конец железного прута был опущен «для умножения электрической силы» в наполненный металлическими опилками изолированный хрустальный сосуд. Использование такого устройства Дивиш считал большой ошибкой Рихмана. Именно такой изолированный сосуд, по его мнению, и «остановил грозовую атмосферу».

физиком И. Винклером в его статье «Об искусстве отвлечения молнии на основании теории электричества».

«Этот талантливый исследователь, — писал Винклер о Рихмане, — проявивший столь большое внимание к измерению электрической силы молнии, недавно, 6 августа, погиб от удара молнии, в то время, как наблюдал за явлениями в электрическом указателе вместе с академическим гравером по меди Соколовым. Краткие сообщения об этом, появившиеся в печати, создали представление, что молния эта была проведена из атмосферы в комнату Рихмана посредством металлической цепи или по этой цепи. Опубликованные немного позднее более подробные изложения обстоятельств этого происшествия показали, что такое предположение было довольно близко к истине, ибо Соколов видел, как от бруска или от палочки правого указателя отделился синеватый огненный шар величиной с кулак по направлению ко лбу Рихмана, находившегося на расстоянии одного фута от этого бруска, в то время как он следил глазами за указателем электричества... Люди, обследовавшие результат действия молнии в комнате, установили, что над открытым входом дверная притолока наполовину раскололась и вместе с дверью обвалилась в комнату. Таким образом, молния, очевидно, продолжала свой путь вдоль цепи, протянутой под потолком комнаты.

Если бы можно было с уверенностью сказать, что молния, оказавшаяся смертельной для Рихмана, сконцентрировалась в цепи и бруске по той причине, что эти тела в момент, когда в цепь попала молния, были способны принять и удержать в себе электричество, из этого следовало бы, что в будущем мы получим возможность отводить молнию».

Исходя из этого положения, Винклер в этой же работе далее описывает предложенный им новый прибор для измерения грозových разрядов, экспериментируя с которым исследователь, по его мнению, не будет подвергать свою жизнь такой опасности, какой подвергали себя Рихман и Ломоносов.

Причина смерти Рихмана серьезно заинтересовала и американского врача Дж. Лайнинга, который в 1753 г. так же, как и многие любители науки, с интересом занимался опытным изучением атмосферного электричества. Свой запрос он направил в Лондонское королевское общество. В 1754 г. в трудах этого общества была напечатана статья

Вильяма Ватсона, члена этого общества, под названием «Ответ на запрос доктора Лайнинга относительно смерти профессора Рихмана». «В самом деле, — замечает Ватсон, — если бы можно было установить, что молния, причинившая смерть профессору Рихману, собралась на аппарате потому, что отдельные части его во время молнии могли притягивать к себе и удерживать электричество, то когда-нибудь будет в наших возможностях отводить действие молнии». Но, указывает он далее, «только время и дальнейшие опыты смогут ознакомить нас с истиной». Касаясь непосредственной причины смерти Рихмана, Ватсон пишет, что, по его мнению, «в мгновение, когда профессор Рихман был убит, его аппарат был совершенно изолирован и не имел никакой связи с землей при помощи металлических или других веществ, хорошо проводящих электричество». При этом «огромное количество электричества, которым... аппарат был насыщен, разрядилось через тело профессора, так как оно оказалось ближайшей незлектрической субстанцией в контакте с полом, что, к несчастью, и послужило причиной его смерти. Этого, как полагают, не случилось бы, если бы цепь или какая-либо другая часть аппарата соприкасалась с полом, что дало бы возможность электричеству легко уйти в землю». Интересно отметить, что основные сведения, которыми располагал английский ученый, были почерпнуты им из труда Ломоносова «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих».

Обстоятельный анализ причины трагической смерти Рихмана был сделан известным чешским естествоиспытателем XVIII в. Прокопом Дивишем в его «Письме против Петербургского электрика», направленном в Академию наук 5 сентября 1753 г.

Прежде всего он осудил Рихмана за «моральную» ошибку, которая состояла «в том, что он осмелился подвергнуть себя опасности и потому погиб...». Свой последний «знаменитый», по выражению Дивиша, опыт Рихман проводил с «указателем электричества», в котором нижний конец железного прута был опущен «для умножения электрической силы» в наполненный металлическими опилками изолированный хрустальный сосуд. Использование такого устройства Дивиш считал большой ошибкой Рихмана. Именно такой изолированный сосуд, по его мнению, и «остановил грозovou атмосферу».

«Отсюда следует заключить,— пишет Дивиш,— что если бы несчастный профессор не поставил предел грозе... то тогда молния не могла бы так легко разрядиться». Понять чешского естествоиспытателя нетрудно. Он считал, что если бы указатель Рихмана не был изолирован, а был бы соединен с землей, то трагической гибели отважного ученого могло бы и не быть. Этот вывод о необходимости заземления экспериментальных установок, с помощью которых исследователи ряда стран изучали грозные разряды, был сделан Дивишем на основе результатов обобщения лично проведенных им опытов.

Петербургская Академия наук не могла согласиться с некоторыми упреками, сделанными по адресу ее действительного члена. Поэтому она сочла необходимым дать официальную оценку его подвига, совершенного им во имя науки. «Каждый, кто читал,— указывалось в академической статье,— труды Петербургской Академии или даже только общедоступные статьи, не может не знать, с каким усердием покойный профессор Рихман изучал среди других отраслей физики электричество вообще и электричество грозных разрядов в частности». «Нужно признать,— указывалось далее,— к чести его, что он сделал больше открытий по этому предмету, чем... какой-либо другой естествоиспытатель». «Покойный Рихман, без сомнения, был первый, который об указателе электричества думать начал, или о инструменте, которым бы величину электрической силы, во всяком теле произведенной, мерить можно было... и что не напрасно он в сей материи трудился».

Рихман, сообщалось в статье, «неустранимость физика имел в высочайшей степени», он «погиб, научая других своим жалостным примером, с какою осторожностью при чинении подобных опытов поступать должно».

Кто писал эту статью от имени Академии наук, точно не установлено. Наиболее вероятно, авторами ее были Ломоносов и ученик Рихмана — академик С. Я. Румовский.

Смерть Рихмана от удара молнии с большой остротой поставила перед исследователями всех стран мира ряд новых и сложных вопросов. Все они были единодушны в понимании необходимости изучения атмосферного электричества. Вместе с тем для всех было ясно, что успешно решать эту сложную и трудную проблему можно будет только в условиях безопасности исследований. Остро встал вопрос и о

создании надежных молниеотводов. Ценные опыты по этим вопросам были проведены Ломоносовым.

После смерти Рихмана он все свое внимание обратил на разработку новых безопасных для наблюдателя методов измерения «электрической громовой силы».

Таковы в кратких чертах жизнь и творчество выдающегося русского физика XVIII в. Г. В. Рихмана. Для благодати родины, во имя процветания отечественной и мировой науки он работал самоотверженно и самозабвенно. И погиб он как герой науки, во время проведения своих опытов.

Нам, современникам таких великих достижений научно-технической мысли, как открытие и практическое использование атомной энергии, полетов человека в космос, строительства гигантских по своей мощности гидроэлектростанций, порой кажутся обыденными многие замечательные открытия прошлых веков. Они в нашем сознании просто тускнеют и блекнут на фоне дерзаний ученых XX в. Поток времени безжалостно предаст забвению некогда яркие научные сенсации, волновавшие в свое время весь мир, смелые подвиги передовых ученых прошлого.

Но человеческая память не должна с этим мириться, она не должна предавать забвению действительные ценности важнейших историко-научных событий, судьбы ученых, настойчиво раскрывавших загадочные тайны природы. Имена таких прогрессивных деятелей всегда вызывали и будут вызывать чувство уважения у всех поколений. Великое чувство искреннего уважения сохраняем мы и к Рихману.

ЛИТЕРАТУРА

Труды Г. В. Рихмана по физике

Г. В. Рихман. Труды по физике. Подготовка текста, вступительная статья, примечания и редакция А. А. Елисеева, В. П. Зубова, А. М. Мурзина. Редактор тома А. Т. Григорьян. М., Изд-во АН СССР, 1956.

М. В. Ломоносов о Г. В. Рихмане

М. В. Ломоносов. Полное собрание сочинений. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950—1957.

Т. 2, стр. 147—148; т. 3, стр. 22—23, 60—61, 76—79, 112—113, 116—117, 144—147, 422—423; т. 9, стр. 588—589; т. 10, стр. 61, 190, 258, 265, 285, 390, 465—466, 482, 484—488.

Основная литература о Г. В. Рихмане

Белькинд Л. Д., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. История техники. М.—Л., Госэнергоиздат, 1956.

Вавилов С. И. Собрание сочинений, т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1956.

Дорфман Я. Г. Выдающийся русский физик Г. В. Рихман и его роль в истории науки об электричестве. «Электричество», 1953, № 8.

«Выдающиеся физики мира». Рекомендательный указатель. Георг Вильгельм Рихман. М., Библиотека СССР имени В. И. Ленина, 1958.

Елисеев А. А. Возникновение науки об электричестве в России. Исследования М. В. Ломоносова и Г. В. Рихмана. М.—Л., Госэнергоиздат, 1960.

Елисеев А. А. Первые экспериментальные исследования по электростатике в России. История и методология естественных наук, вып. III. Физика. Изд-во МГУ, 1965.

Елисеев А. А. Г. В. Рихман и его исследования по теплофизике и электричеству. В кн.: «Развитие физики в России», т. I. М., «Просвещение», 1970.

Зубов В. П. Калориметрическая формула Рихмана и ее предыстория. Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, т. 5. М., Изд-во АН СССР, 1955.

«История Академии наук СССР», т. I (1724—1803). М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.

Кудрявцев П. С. История физики, т. 1. М., Учпедгиз, 1956.

Кузнецов Б. Г. Развитие учения об электричестве в русской науке XVIII в. Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР, т. 19. М., Изд-во АН СССР, 1957.

Кравец Т. П. и Радовский М. И. К 200-летию со дня смерти академика Г. В. Рихмана. «Успехи физических наук», 1953, т. 51, вып. 2.

Лежнева О. А. Г. В. Рихман. В кн.: «История естествознания в России», т. I, ч. I. М., Изд-во АН СССР, 1957.

Мурзин А. М. Замечательный русский ученый Г. В. Рихман и его труды по теплофизике. «Котлотурбостроение», 1953, № 6.

Сотин Б. С. Работы Г. В. Рихмана и М. В. Ломоносова по электричеству. «Ломоносов». Сборник статей и материалов, т. 5. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Спасский Б. И. История физики, ч. 1. Изд-во МГУ, 1963.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
<i>Глава первая.</i> Основание Петербургской Академии наук и начало научной и педагогической деятельности Г. В. Рихмана	6
<i>Глава вторая.</i> Основоположник калориметрии и исследователь закономерностей теплообмена и испарения жидкости	24
<i>Глава третья.</i> Создатель первого электроизмерительного прибора	42
<i>Глава четвертая.</i> Экспериментальные исследования Рихмана по электростатике	59
<i>Глава пятая.</i> Пионер изучения атмосферного электричества в нашей стране	76
<i>Глава шестая.</i> Трагическая смерть ученого во время опыта от удара шаровой молнии	94
Литература	109

Алексей Александрович Елисеев

Г. В. РИХМАН

Редактор **Л. Л. Величко**

Художник **В. С. Юдин**

Художественный редактор **Т. А. Алябьева**

Технический редактор **И. В. Квасницкая**

Корректоры **Н. М. Данковцева, Т. Н. Смирнова.**

Сдано в набор 25/III 1974 г. Подписано к печати 15/VIII 1974 г. 84×108^{1/32}. Бумага тип. № 1. Печ. л. 3,5. Усл. л. 5,88. Уч.-изд. л. 5,77.

Тираж 40 000 экз. А 11542.

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Заказ № 860.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белоруссии.

Минск, Ленинский проспект, 79.

Цена 14 коп.