

**ДВОЙНОЙ ЮБИЛЕЙ: 150-ЛЕТИЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ВИЛЬГЕЛЬМА КОНРАДА РЕНТГЕНА (1995 г.)
И 100-ЛЕТИЕ СО ДНЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЬИ
ОБ ОТКРЫТИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ (1996 г.)**

© *В.Я. Френкель*

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
194021 Санкт-Петербург, Россия
(Поступила в Редакцию 4 апреля 1996 г.)

Предисловие

Публикуемая статья не соответствует характеру нашего журнала; тем не менее мы решили ее опубликовать по следующим причинам.

Журнал ФТТ возник по инициативе академика А.Ф. Иоффе, основателя и первого директора Физико-технического института Академии наук СССР (теперь Российской академии наук). Физика твердого тела, точнее — микроскопическая физика твердого тела, будучи одной из важнейших ветвей физики в целом, была во многом рождена великим открытием Рентгена. Абрам Федорович Иоффе, всю свою жизнь успешно работавший в этой области науки, был, как известно, учеником Вильгельма Конрада Рентгена. Отсюда первая причина настоящей публикации.

Вторая причина заключается в том, что Виктор Френкель, посвятивший свою жизнь и труд историографии физики (он автор многих замечательных книг о своем отце, об Эренфесте, об Эйнштейне и мн. др.), нашел много новых фактов в научной биографии Рентгена, казалось бы изученной вдоль и поперек.

*Главный редактор журнала «Физика твердого тела»
Академик РАН Б.П. Захарченя*

1. Вступительные замечания.

Краткие биографические сведения о В.К.Рентгене

Рубежи веков, являясь по существу искусственными метками времени, иногда случайным образом оказываются и метками, определяющими возникновение новых эпох в развитии науки. Так, конец XVII века был ознаменован выходом «Начал» Ньютона (1687 г.) и «Трактата о свете» Гюйгенса. В 1796 г. увидела свет великая книга Лапласа



Рис. 1. В.К. Рентген.

«Изложение системы мира», а двумя годами ранее Кавендиш измерил величину притяжения двух тел, прямым экспериментом подтвердив закон Ньютона.

Если предшествующие замечания и можно оспорить ссылками на не менее существенные события в жизни науки, приходившиеся на другие («средние») годы, то рубеж XX века в этом плане беспрецедентно примечателен. В течение одного десятилетия 1896–1905 гг. был сделан ряд открытий исключительной важности. Перечислим их. Изобретение радио, А.С.Попов (1895 г.); открытие рентгеновских лучей, В.Рентген (декабрь 1895 г., публикация — январь 1896 г.); радиоактивности, А.Беккерель (1896 г.); квантовой природы излучения, М.Планк (1900 г.); теории относительности, квантовой теории фотоэффекта, последовательной теории броуновского движения, А.Эйнштейн (1905 г.).

Можно без преувеличения сказать, что новая эра в физике, да и сама современная физика, берет свое начало с открытия Вильгельма Рентгена (1845–1923). В 1995 г. мировая общественность отмечала двойную дату: 150-летие со дня рождения великого немецкого физика и столетие сделанного им открытия нового вида лучей.¹

¹ Первая публикация Рентгена в «Известиях Вюрцбургского физико-медицинского общества» («Sitzungsberichte Physikalische-Medizinische Gesellschaft») называлась «Über eine neue Art von Strahlen» («О новом виде лучей»). Статья датирована декабрем 1895 г. и опубликована в январе 1896 г.

Приведенные замечания о случайной близости открытия Рентгена с началом нового века имеют формальный характер. Гораздо более часто понятие случайности применялось его современниками, а также в дальнейшем историками физики к самому его открытию. Полагали, что он пришел к нему не в результате планомерного и целенаправленного поиска. Классическим примером такого поиска справедливо считается открытие планеты Нептун французским астрономом Ж. Леверье. Благодаря расчетам И. Г. Галле он знал, *где* и *что* следует искать на небесном своде своим телескопом.

Рентген не искал нового вида лучей. Он изучал вслед за другими, в основном немецкими, физиками явления, связанные с катодными лучами, распространявшимися в пустотных (т. е. сильно откачанных) трубках, носивших имя немецкого физика И. Гитторфа. О природе этих лучей — волновой или корпускулярной — шли в те времена жесткие споры (острота которых была совершенно снята с возникновением квантовой механики и идеи о дуализме «волна-частица»). Рентген хорошо понимал, что катодные лучи таят в себе много еще не понятого и важного. Иначе говоря, он знал, *где* нужно искать, а то, *что* он нашел и что несколько ранее проглядели другие, в частности соотечественник Рентгена Ф. Ленард, было в какой-то мере наградой за поиск.

Жизнь Вильгельма Конрада Рентгена не была богата внешними событиями. Он родился в Германии 27 марта 1845 г. в городе Леннеп Рейнской провинции, расположенном неподалеку от голландской границы. Его отец, Фридрих Конрад Рентген (1801–1884), был состоятельным купцом и фабрикантом. Мать, Шарлотта Констанция Фровайн (1806–1880), родившаяся в Амстердаме, также происходила из семьи известных леннепских коммерсантов. Она и ее муж были двоюродными братьями и сестрой. Корни генеалогического древа В. Рентгена прослежены до его прапрапрадедушек (середина XVII века). В основном они были германскими или голландскими гражданами и связаны с Леннепом. Ученых среди них не было, а наиболее примечательным представителем рода оказался Давид Рентген (1743–1807). Он был известным, даже прославленным краснодеревщиком. Образцы его искусства раскупались богатыми людьми и даже представителями королевских династий. В числе последних оказались Людовик XVI и Мария Антуаннета, Фридрих Великий и «наша» Екатерина II.

В 1848 г. все трое Рентгенов, включая маленького Вильгельма, перестали быть германскими подданными и получили голландское гражданство. Они переехали в небольшой голландский город Апфельдорн, где прошли детство и юность Вильгельма Рентгена.

Перейдем теперь к сжатому перечню ключевых пунктов его биографии. Он учился в апфельдорнской школе до перехода сначала в Утрехтскую техническую школу (в 1862 г.), а потом, тремя годами позднее, в университет того же города; к этому времени он уже выбрал в соответствии с определившимся влечением в качестве будущей профессии физику — вместо торговли, на что рассчитывал его отец. Отношения Рентгена с голландскими учебными заведениями, что называется, не сложились. Не вдаваясь в подробности, скажем лишь, что ему не могли простить «недоносительства». Молодой человек отказался назвать имя своего товарища по старшему классу гимназии, нарисовавшего злую карикатуру на их учителя. Неизвестно, каким образом «материализовалось» это недоброжелательное отношение, но

оно вынудило Рентгена в том же 1865 году перейти на учебу в знаменитую Федеральную Цюрихскую политехническую школу в Швейцарии. Это учебное заведение его студенты (в их числе позднее оказался и А.Эйнштейн) ласково называли «Поли». Здесь, в «Поли», Рентген обратил на себя внимание профессора Августа Кундта, которого считал своим учителем и с которым надолго связал свою карьеру. В «Поли» двадцатидевятилетнего Кундта пригласили занять место заведующего кафедрой физики, которое освободилось после ухода знаменитого Р.Клаузиуса.

Рентген окончил «Поли» в августе 1868 г., а уже на следующий год, 22 июня 1869 г., защитил при Цюрихском университете докторскую диссертацию, посвященную исследованию газов. Она так и называлась «Studien über Gase», и материалы ее в соответствии с правилами были изложены в отдельной брошюре. Начиная с 1870 г., Рентген стал публиковать их в ведущем немецком журнале «Annalen der Physik und Chemie». В том же году в качестве ассистента Кундта он переехал в Вюрцбург, а в 1872 г. в этой же должности последовал за ним в университет Страсбурга, где вскоре стал приват-доцентом. 1875 год застаёт его профессором физики и математики в Сельскохозяйственной академии Вюртемберга, но уже на следующий год Рентген, теперь уже доцент, вновь возвращается к Кундту в Страсбург. Далее идет профессура в университете города Гисена, а с осени 1888 г. — Вюрцбурга. В 1894 г. Рентген становится ректором этого университета.

Подобная «охота к перемене мест» не была следствием плохого, или неспокойного характера Рентгена. Как раз напротив, он был выдержанным и доброжелательным человеком. Не был он и сухарем, как могло бы показаться из просмотра некоторых биографических статей о нем: был остроумен и ценил шутку. Но эта сторона его облика раскрывалась в общении с довольно узким кругом друзей.

Мы довели хронологию жизни Рентгена до звездного для него 1895 года. Многие, если не большинство, из последующих «основных дат» его жизни и деятельности — это получение высоких знаков признания от научных учреждений Германии и других стран, а в некоторых — очень редких — случаях отклонение соответствующих предложений. Так, уже в 1896 г. Рентген принял предложение стать почетным гражданином Леннепа, в котором родился, но отказался от одного из высших немецких орденов, дававших право на получение «дворянского достоинства» и позволявшего добавить к фамилии награжденного вождественную для многих частичку «фон». Как в 1895 г., так и позднее, он отклонял предложения перейти на почетные должности на физические факультеты или кафедры немецких университетов, переехать в Америку. Исключение из этого правила он сделал только однажды, в 1900 г., приняв приглашение стать профессором Мюнхенского университета и директором физического института при этом университете. Всего же с 1895 г. и по конец жизни Рентген получил семь государственных орденов, 14 почетных именных медалей за работы по физике (включая медаль Нобелевского лауреата), трижды избирался почетным гражданином немецких городов и 58 (!) раз почетным доктором университетов или членом Академий наук и обществ. Кривая распределения всех этих почестей по годам имеет резкий максимум в 1896 г. (13), чуть снижается в следующем (12) и на протяжении остальных лет жизни ученого обращается в плоскую, параллельную оси времени прямую, разме-

щенную между двумя или тремя наградами в год. На ней имеются три «выброса»: в 1900 г. (по неясной причине), 1919 г. (пятидесятилетие со дня защиты докторской диссертации — дата, всегда отмечаемая в Западной Европе) и 1920 г. (семидесятипятое со дня рождения).

К этому сухому перечню мы сделаем два комментария. Прежде всего оказывается неверным утверждение А.Ф.Иоффе о том, что Рентген отклонял предложения о награждении его орденами. Кроме того, Иоффе называет в числе этих отклоненных орденов и русские. В подробном списке такого рода событий жизни Рентгена упоминание об отклонении предложения о русских наградах отсутствует, но указывается, что Рентген принял предложения быть почетным членом Петербургского и Смоленского обществ врачей и почетный диплом (неуказанного) учреждения Одессы. Вызывает удивление то обстоятельство, что он не был избран иностранным членом Российской академии наук, но и в указанном «списке дат», и в двухтомном собрании о всех — отечественных и иностранных — членах нашей Академии имя Рентгена отсутствует.

Относительно личной жизни Рентгена можно сказать следующее. В 1872 г. в Апфельдорне он женился на Анне Людвиг (1839—1919), своей кузине (т. е. подобные браки были у Рентгенов традиционными!). Вместе с ней он прожил долгую и счастливую жизнь.

2. Великое открытие. «Триптих» Рентгена

Чтение трех статей Рентгена, в которых он описывает открытие нового типа лучей, вызывает некое ностальгическое чувство. Как просто и детально описаны поставленные опыты и как тщательно проверены выдвинутые в процессе исследования рабочие гипотезы, с помощью каких элементарных средств наблюдения сделано великое открытие! Иногда представляется, что для того, чтобы отметить юбилей Рентгена, достаточно было бы просто перепечатать его сообщения (особенно первые два). Все они появились в «Известиях Вюрцбургского физико-медицинского общества» с пометками: «декабрь 1895 г.», «9 марта 1896 г.» и «май 1897 г.». Полученные результаты представлены 32 короткими параграфами (пунктами): семнадцать в первом сообщении,² четыре во втором и одиннадцать в третьем.

Мы поступим следующим образом: приведем первый пункт первой статьи триптиха и кратко прокомментируем некоторые другие, особенно, по нашему мнению, значительные.

Вот как Рентген начинает первое свое сообщение (1896 г.): «Если пропускать разряд большой катушки Румкорфа через трубку Гитторфа, Крукса, Ленарда или другой подобный прибор, то наблюдается следующее явление. Кусок бумаги, покрытый платиносиноеродистым барием, при приближении к трубке, закрытой достаточно плотно прилегающим к ней чехлом из тонкого черного картона, при каждом разряде вспыхивает ярким светом: начинает флюоресцировать. Флюоресценция видна при достаточном затемнении и не зависит от того,

² Ввиду огромного интереса и резонанса, которые вызвало открытие Рентгена, первая его статья в 1896 г. была пять раз издана в Вюрцбурге отдельными брошюрами. Кроме того, все три статьи с разрешения автора были помещены в январском выпуске знаменитого немецкого журнала «Annalen der Physik» за 1898 г. (Bd 64, S. 1—37).

подносить ли бумагу стороной, покрытой платиносинееродистым барием. Флюоресценция заметна еще на расстоянии двух метров от трубки. Легко убедиться, что причины флюоресценции исходят именно от разрядной трубки, а не от какого-либо места проводки».³

В пункте 2 Рентген дает открытому им излучению название «X-лучи» (это название и сейчас принято в англоязычных странах) и описывает их поведение при встрече с различными предметами, которые он устанавливал между источником — разрядной трубкой — и приемником — экраном, покрытым слоем платиносинееродистого бария. Он вводит понятие о проникаемости этих предметов и материалов для X-лучей. Среди этих предметов Рентген выделяет поразившую воображение современников книгу толщиной в 1000 страниц, двойную колоду игральных карт и свою собственную руку. «На экране, — пишет Рентген, — видны темные тени костей в слабых очертаниях тени самой руки». Упоминаются и пластинки из различных материалов.

В пункте 6 сообщается, что к X-лучам чувствительны обычные фотографические пластинки: «Каждое важное наблюдение, сделанное посредством глаза и фосфоресцирующего экрана, я контролировал, где это было удобно, с помощью фотографического снимка», — пишет Рентген.

В пунктах 10, 11 Рентген сопоставляет свои опыты (и их результаты) с опытами Ф.Ленарда, проводившимися с катодными лучами. То, что оба ученых работали с разными лучами, Рентген продемонстрировал тем фактом, что исследовавшиеся им X-лучи (в отличие от катодных) не отклоняются даже сильным магнитным полем. «Я прихожу к тому результату, что X-лучи не идентичны катодным лучам, но возбуждаются ими в стеклянных стенках разрядной трубки», — заключает Рентген.

К этому месту русского перевода А.Ф.Иоффе делает такое примечание, существенное с точки зрения обстоятельств открытия и возникших приоритетных претензий Ленарда: «Несмотря на полное отличие рентгеновских лучей от выпущенных в то время Ленардом в воздух катодных лучей, с полной несомненностью вытекающей из приведенных здесь опытов, работа Рентгена вызвала крайнюю враждебность со стороны Ленарда, обвинившего его даже в плагиате... Эту враждебность Ленард сумел сохранить до самой смерти Рентгена, на протяжении 30 лет».

В пункте 14 приводится перечисление сделанных Рентгеном фотографий («теневого картин») в X-лучах, в том числе руки, проволоки, намотанной на деревянную катушку, деревянного ящичка с гириями-разновесками, «куска металла, неоднородность которого делается заметной с помощью X-лучей».

Мы видим, что здесь указывается (хотя и неявно) на диагностические возможности X-лучей в медицине с перспективой их использования и для дефектоскопии.

Пункт 15 фиксирует важный с точки зрения истории физики результат Рентгена, связанный с попыткой обнаружить интерференцию X-лучей. «Я много раз пытался обнаружить интерференцию

³ Эта и последующие цитаты в данном разделе нашей статьи взяты из книги: Вильгельм Конрад Рентген. О новом виде лучей/ Пер. с нем. под ред. и прим. акад. А.Ф.Иоффе. М.—Л.: ГТТИ, 1933. 114 с. (Классики естествознания).

X-лучей, — пишет Рентген, — но, к сожалению, безрезультатно. Возможно, это было следствием только слабой интенсивности X-лучей». Такого рода попытки были связаны с тем, что Рентген полагал, что открытые им лучи имеют ту же природу, что и лучи световые. Позднее, в пункте 11 своего третьего (1897 г.) сообщения, он развивает эти свои соображения: «С начала моей работы над X-лучами я неоднократно пытался получить в них явление дифракции. Несколько раз с помощью узких щелей я получал явления, вид которых напоминал дифракционную картину. Но если, изменяя условия опыта, проверить правильность объяснения этой картины посредством дифракции, то каждый раз получался отрицательный результат».

Неудача обеих этих попыток объяснялась и определялась малостью длины волны X-лучей (оказавшейся по порядку, равной 10^{-8} см). Позднее более совершенными методами оба ожидавшихся Рентгеном явления были обнаружены. Особенно большое значение имели опыты по интерференции рентгеновских лучей, проведенные в лаборатории Рентгена по замыслу М. фон Лауэ, В.Фридрихом и П.Книппингом. А.Ф.Иоффе, на глазах которого в Мюнхене в 1911 г. были проведены эти исследования, пишет в биографической статье, посвященной Рентгену: «О необыкновенном экспериментальном чутье Рентгена свидетельствуют настойчивые его попытки обнаружить эффект, через 17 лет открытый Лауэ. Установив, что лучи рассеиваются каждым атомом, Рентген заключает, что при правильном расположении атомов, имеющем место в кристалле, рассеяние и поглощение должны зависеть от направления. Он ищет это явление в обстановке, весьма напоминающей опыты Лауэ и Фридриха, но только с фотографической пластинкой, прижатой к кристаллу (поставленному между разрядной трубкой и экраном. — В.Ф.)... Если бы даже случай, столь благоприятствовавший ему в открытии лучей, заставил Рентгена поставить фотографическую пластинку на правильное место (т.е. на такое расстояние от кристалла, чтобы лучи, возникшие в результате интерференции, успели бы достаточно удалиться от основного луча. — В.Ф.), то все же, при малой мощности тогдашних трубок (и недостаточной экспозиции, добавим мы. — В.Ф.), он вряд ли мог бы обнаружить искомый эффект. Ведь и первые опыты Фридриха, знавшего, что он ищет, дали отрицательный результат, и только наугад поставленная Книппингом на пути лучей фотографическая пластинка привела к открытию Лауэ». «Общее в обоих опытах (Рентгена и Лауэ с его сотрудниками. — В.Ф.) — это ожидание, что правильность в построении кристалла и различие различных направлений должны привести к различию в поглощении и рассеянии рентгеновских лучей».⁴

Отметим здесь, что значимость открытия Лауэ состояла и в том, что им (и его сотрудниками) было впервые показано существование кристаллической решетки — внутреннего порядка в строении кристаллов. О таком порядке, периодичности, ранее заключали на основе косвенных данных о правильной структуре (форме) поверхности, наличии граней и т. д.

⁴ Биографическая статья предваряет перевод трех работ Рентгена в указанном сборнике.

Вернемся к статьям Рентгена. В пункте 18 (с него начинается второе сообщение) указывается на способность X -лучей разряжать наэлектризованные тела. Отсюда один шаг до использования таких тел в качестве индикаторов X -лучей и их интенсивности. Этот эффект разрядки, наблюдавшийся еще до Рентгена Ленардом, определяется не катодными лучами, как полагал этот физик, а именно X -лучами.

В пункте 20 Рентген отмечает, что X -лучи могут возбуждаться различными материалами (а не только стеклом разрядной трубки) при попадании на них катодных лучей. Наиболее интенсивным «антикатодом» — источником X -лучей — является, как указывает Рентген, платиновая пластина. Как справедливо пишет Иоффе в примечании к этому пункту, «Рентген уже в этой работе (этом пункте. — В.Ф.) выработал основные черты современных трубок. До появления трубок Кулиджа с раскаленным катодом единственным усовершенствованием являлось более энергичное охлаждение антикатада» (разогревавшегося катодными лучами. — В.Ф.).

Теперь возвратимся немного назад и обратим внимание на три вступительные строчки из второго сообщения Рентгена. Вот что он там пишет: «Ввиду того что моя работа должна прерваться на несколько недель, я позволю себе сообщить уже теперь некоторые новые данные». Соответствующая статья была передана в редакцию вюрцбургского журнала, как мы указывали, 9 марта 1896 г., а на следующий день Рентген с женой уехал в Сорренто. Неудивительно ли то, что, зная, как быстро, энергично и повсеместно были подхвачены его пионерские исследования и развиты их результаты, Рентген сознательно решает сойти на некоторое время с дистанции и тем самым дать себя опередить? Этому можно дать такое объяснение. Во-первых, Рентген чувствовал крайнее утомление от изнурительной четырехмесячной работы. Он, особенно на первых порах, даже ночевал в своей лаборатории, в которую принес для этого кушетку. А во-вторых, он полагал, что главное уже сделано.

3. Первые отклики на открытие

Открытие Рентгеном невидимых лучей сразу же и настолько сильно возбудило всеобщее внимание, что по горячим следам все его этапы были зафиксированы «в слове». Наиболее полным собранием такого рода сведений явилась книга американского врача-рентгенолога Отто Глассера.⁵ На основании этой книги, в частности, можно предположить, что автор (который в нескольких местах пишет о себе как-то отрешенно, в третьем лице) был учеником ученика Рентгена — П.Книппинга, работал в институте Рентгена и лично знал великого немецкого физика. Первое издание книги вышло на немецком языке в 1931 г. За ним последовали два английских: богато иллюстрированное издание в 1931 г. и более короткое и скромное в 1945 г. (оно было приурочено к столетию со дня рождения Рентгена).

Книга вобрала в себя, в частности, все первые (зарубежные по отношению к России) отклики на открытие Рентгена. Она служила и служит поныне основным источником для дальнейших публикаций

⁵ Glasser O. Wilhelm Conrad Röntgen and the early history of the roentgen rays. London: J. Bale (1933). 494 p.

по ранней истории открытия X-лучей. На ней, в частности, основывалась прекрасная научно-художественная статья ленинградского физика-теоретика М.П.Бронштейна. Она называлась «Лучи Икс» и была опубликована в детском журнале «Костер» в 1936 г., а сравнительно недавно (в 1990 г.) вошла в сборник его статей этого жанра, вышедший в серии «Библиотечки Кванта» под № 80.

Итак, поздним вечером 8 ноября 1895 г. Рентген заканчивал работать в своей лаборатории Физического института Вюрцбургского университета. Как обычно, он закрыл картонным футляром трубку Гитторфа и направился к двери. И тут произошла первая случайность: пунктуальный профессор выключил свет в лаборатории, но, услышав стук прерывателя катушки Румкорфа (периодическое включение которой обеспечивало прохождение тока через трубку), понял, что забыл отключить установку. Он вернулся к ней (уже в темной комнате), чтобы выключить рубильник. И тут произошла вторая случайность. На столе у окна лаборатории находился кусочек бумажки, покрытый слоем платиносинеродистого бария, которая служила индикатором обычного света (когда он попадал на ее поверхность, бумажка начинала светиться). И вот Рентген в темноте своей лаборатории увидел исходящее от нее свечение. Он выключил рубильник — сияние исчезло. Включил его снова — и бумажка-индикатор опять засветилась.

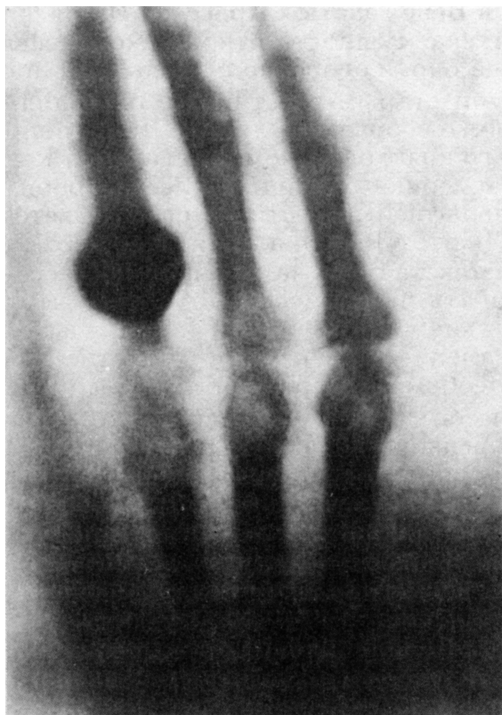


Рис. 2. Первая фотография, выполненная в рентгеновских лучах. На снимке изображена рука г-жи Рентген. На фаланге безымянного пальца видны очертания перстня.

Выражаясь современным языком, Рентген включил *рентгеновскую* трубку, и пластинка платиносиноеродистого бария отозвалась на падение на ее поверхность *рентгеновских* лучей *рентгенолюминесценцией*.

Так, с утра 9 ноября 1895 г. вюрцбургский профессор начал систематическое изучение обнаруженного им явления. Значимость сделанного им открытия стала ясна ему сразу. Его друг, профессор зоологии Теодор Бровери, вспоминал, что, не вдаваясь в подробности, Рентген еще в ноябре 1895 г. упомянул о том, что, по его мнению, стоит на пороге большого открытия. Характерно, однако, что даже своим сотрудникам, пока все опыты не были закончены, он ничего о них не говорил.

Сравнительно подробно Рентген описал обнаруженное им явление в письме к своему другу и коллеге Францу Экснеру, профессору Венского университета. С Экснером он в свое время учился в дюрингском «Поли». Более того, опубликовал в 1874 г. с ним вместе статью. В конверт с письмом Рентген вложил фотографию руки, сделанную в открытых им лучах.

Дальнейшее развитие ситуации в какой-то мере приобретает характер, если и не детектива, то во всяком случае «научного боевика». Профессор Экснер показал письмо Рентгена и присланную им фотографию нескольким своим коллегам, в том числе и физику Эрнсту Лехеру из Пражского университета, оказавшемуся в это время в Вене. Тот, в свою очередь передал фотографию своему отцу, З.Лехеру, редактору известной в Вене газеты «Пресса». И пояснил ему, основываясь на письме Рентгена, сущность открытого немецким физиком явления. На Лехера-отца оно, и особенно фотография, произвели огромное впечатление. Будучи старым газетчиком, он понял, какой сенсацией окажется публикация о необычных лучах. Лехер попросил своего сына подготовить для него краткое резюме сделанного Рентгеном открытия и на основе этой записочки составил более подробную заметку, которую вместе с фотографией поместил в своей газете. В ее номере от 5 января 1896 г. весь этот материал увидел свет.

Вот отрывок из текста этой заметки: «Профессору Рентгену удалось сфотографировать человеческую руку так, что на снимке вышли только кости, а мягкие ткани — кожа и мускулы — не были видны. Какое огромное значение получит это открытие для медицины, если удастся тем же способом фотографировать и другие ткани человеческого тела! Врач сможет подробно рассмотреть перелом костей, военный хирург безо всякого труда найдет в теле раненого застрявшую пулю или осколок гранаты, не прибегая к мучительному для больного исследованию зондом».⁶

Много позднее, в 1923 г., Э.Лехер писал, что был весьма удивлен судьбой, выпавшей на долю маленькой заметки его отца. Ведь она стала тем камешком, который вызвал огромную лавину, даже обвал публикаций о новом открытии во всех газетах мира!

Я знал, что весть об открытии Рентгена чрезвычайно быстро облетела Европу и столь же стремительно достигла Америки. Знал, ко-

⁶ Дается в переводе М.П.Бронштейна, включенном им в статью «Лучи Икс». Бронштейн ошибся (или в текст его статьи вкралась опечатка), поскольку в обоих английских изданиях книги О.Глассера номер венской «Прессы» датируется 5 января, а не 3-м, как это указано у Бронштейна.

нечно, и то, что он сделал свое открытие в конце ноября 1895 г., а опубликовал статью о нем в начале января 1896 г. Поэтому естественно было начать поиск российских откликов на открытие с просмотра январских номеров тогдашних газет. Одной из самых распространенных среди них было суворинское «Новое время», издававшееся в Петербурге. В газетном отделе Российской национальной библиотеки (бывшей «Публички») мне принесли подшивку «Нового времени» за январь-ферваль 1896 г. буквально через пять минут после того, как приняли заказ. Движимый не только целенаправленным поиском, но и просто любопытством, я принялся листать газеты с самого начала нового года. Каково же было мое удивление — и даже гордость за оперативность наших журналистов, — когда уже в номере за 4 января я обнаружил сообщение о Рентгене, точнее, о *Ронтгене*, ибо тогда еще русское написание его фамилии не установилось. Впрочем, чуточку подумав, я несколько снизил оценку оперативности наших газетчиков: ведь наше 4 января означало 16 января по европейскому календарю. И все-таки как быстро тогда распространялись новости (до Берлина, Лондона и Парижа сведения о публикации венской «Прессы» дошли, причем, еще раньше).

Вот как выглядело это сообщение, написанное не назвавшим себя берлинским корреспондентом газеты:

«Берлинская хроника

Среди всевозможных скандальных процессов и грязных историй, занимающих общественное мнение Берлина, приятно отдохнуть бедному корреспонденту, принужденному интересоваться всеми этими дразгмами и сплетнями, на важном открытии науки, обещающем совершить в истории цивилизации почти столь же радикальный переворот, как открытие пара или электричества.

Профессор университета в Вюрцбурге доктор Ронтген открыл совершенно новый род световых явлений, существенно отличающихся от всех доселе известных. Свет этот происходит от электричества или, вернее, производится электричеством, проходящим через безвоздушную трубку. Замечателен он особенно тем, что проходит через различные предметы, нисколько не теряя своей силы. Ронтген прятал безвоздушную стеклянную трубку, через которую проведен был электрический ток, под толстую книгу в 1000 страниц и под деревянную доску — и свет проходил сквозь оба препятствия. Менее легко пропускают этот свет лишь металлы и кости... Для фотографии свет этот необыкновенно удобен, ибо он проходит сквозь всякое не металлическое препятствие и позволяет снять портрет даже в том случае, если модель стоит за дверью в другой комнате. Демонстрируя свое открытие, Ронтген показывал фотографию человеческой руки. На негативе отражены лишь костные части ее, свет прошел сквозь мясо и кожу и получилась как бы рука скелета. Но два кольца на пальце не пропустили света и отражены на портрете, имея вид висящих свободно над костью сустава. Уже одно это испытание показывает важность нового открытия. Благодаря ему хирургии и внутренней медицине открывается широкое поле...

Император Вильгельм II вызвал профессора Ронтгена по телеграфу из Вюрцбурга, и завтра знаменитый ученый приглашен во дворец для объяснения своего открытия и возможности его практического применения».

И в самом деле, уже через два дня, 6 (18) января 1896 г., в той же газете появилось новое сообщение, видимо, того же корреспондента. Вот что могли прочесть читатели этого выпуска «Нового времени», в котором, кстати сказать, фамилия Рентгена была уже написана правильно:

«Профессор Рентген у императора Вильгельма

В минувшее воскресенье проф. Рентген в сопровождении своего ассистента Штейна был приглашен в королевский замок, чтобы в присутствии Императора сделать сообщение о вновь открытом им источнике света. Присутствовали императорская чета, здравствующая императрица Виктория, министр народного просвещения Боссе, генерал-медик Лейтгольд и многие другие лица. Рентген познакомил своих высоких слушателей с открытиями Гейсслера и особенно Крукса в области исследования явлений, которые вызывает электрический ток в безвоздушном пространстве, а затем, объясняя сущность своего открытия, произвел целый ряд опытов. Он пропускал лучи вновь открытого света сквозь деревянные доски, деревянные и картонные ящики, фотографировал положенные в последние предметы, но отказался фотографировать кого-либо из присутствующих. Когда профессор кончил, Император собственноручно вручил ему знак ордена Короны 2-й степени. Профессор был затем приглашен к императорскому столу».

Ни в тексте статей Рентгена в «Известиях Вюрцбургского физико-медицинского общества», ни в их перепечатке в «Annalen der Physik» не приводятся упоминаемые им уже в первом сообщении снимки, произведенные в X-лучах. Впервые они были продемонстрированы именно в Императорском дворце в Берлине, а перед научной общественностью — чуть позже, 23 января 1896 г., на собрании Вюрцбургского физико-медицинского общества. Подробности об этой лекции почти сразу же были сообщены во многих газетах. Рентген был встречен публикой, набившейся в большом зале, буквально бурей аплодисментов. Некоторые из своих экспериментов он повторил непосредственно в аудитории. Ближе к концу лекции Рентген обратился к профессору Вюрцбургского университета А. фон Келлинеру с просьбой разрешить сфотографировать его руку. Знаменитый немецкий анатом согласился исполнить эту просьбу, и вскоре фотография его левой руки с кольцом на безымянном пальце была продемонстрирована слушателям. Келлинер сразу же прокомментировал это, сказав, что на протяжении 45 лет, в течение которых он является членом Общества, ему ни разу не приходилось присутствовать на собраниях, где были бы представлены результаты исследований такой огромной важности. Он добавил, что открытие Рентгена окажет колоссальное влияние на развитие естественных наук и, возможно, — здесь профессор проявил некоторую осторожность, — медицины. Вероятно, Келлинер был первым, кто предложил называть новый вид излучения рентгеновским. «Эта лекция была едва ли не единственной, на которой Рентген рассказал о своем открытии такой широкой аудитории», — сообщает О. Глассер.

4. Первый Нобелевский лауреат по физике

В последующие за январем 1896 г. два (как минимум) десятилетия было сделано немало выдающихся открытий. Достаточно вспомнить хотя бы весну 1896 г., когда А. Беккерель открыл явление радиоактивности урана. Оно послужило началом длинной цепочки глубоких фундаментальных и прикладных открытий. Такого рода открытия продолжаются и в наши дни и превосходят по значимости те, которые напрямую связаны с рентгеновскими лучами. Их судьба в этом плане была иной. Мы видели, что возможности X-лучей были поняты почти сразу и довольно быстро реализованы, более того — в какой-то мере даже исчерпались. Или, точнее говоря, достигли насыщения. Рентгеновская диагностика и терапия продолжают применяться в медицине, хотя на обоих этих поприщах у X-лучей и появились мощные конкуренты. То же справедливо и в отношении дефектоскопии и структурного анализа. Совершенствовались и возникали новые методы и приборы, однако в этом случае «цепная реакция» все же затормозилась (яркое исключение — рентгеновская астрономия, т. е. изучение звезд по приходящему к нам рентгеновскому излучению, улавливаемому рентгеновскими телескопами).

Но вот что интересно и что (хотя и косвенно) свидетельствует о непреходящем значении открытия Рентгена. Возьмем в качестве примера, скажем, шесть крупнейших его современников: А. Беккереля (1852–1908), Л. Больцмана (1844–1906), П. Кюри (1859–1906), М. Планка (1858–1947), Э. Резерфорда (1871–1937) и А. Эйнштейна (1879–1955). Раскроем Физический Энциклопедический словарь (второе издание; третье еще не закончено) и подсчитаем: сколько раз упоминаются их имена в связи с разными приложениями (эффект или теория, в которых закреплено имя исследователя, название постоянной, прибора и т. д.). Вот какой результат при этом получается: Беккерель — 1, Больцман — 5, Кюри — 9, Планк — 3, Резерфорд — 2, Эйнштейн — 8. А Рентген? Имя Рентгена так или иначе закреплено в *названиях* 18 статей; это составляет 17 страниц убористого, в два столбца, текста.

Именами всех семерых названы те или иные единицы измерения и (или) мировые постоянные. Современная таблица Менделеева, включающая трансурановые элементы, содержит в своих клеточках Кюри и Эйнштейний.

Добавим к этому, что все, кроме гениального Больцмана, были Нобелевскими лауреатами. Уточним: элемент Кюри был назван в честь *супругов Кюри* — Пьера и Марии (вместе с Беккерелем они получили в 1903 г. Нобелевскую премию за открытия в области радиоактивности). И еще одно замечание: из девяти упоминаний имени П. Кюри в Физическом словаре, восемь связаны с его работами по магнетизму.⁷

И все же не будем забывать и то, что «первым среди равных» суждено было стать Рентгену!

Хорошо известно, что с 1901 г. на проценты с завещанного шведским изобретателем А. Нобелем капитала квалифицированный комитет, созданный при Шведской академии наук, базируясь на опросах

⁷ Непосредственный интерес представляет вопрос о том, как, выражаясь современным политическим языком, менялся рейтинг «великолепной семерки», о которой шла здесь речь. Ответ на него дает сравнение частоты и характера упоминаний об ее членах в разных изданиях Физического словаря: 1, 2 и 3-м, еще не завершено.

крупнейших специалистов мира в области физики, химии, биологии и медицины, начал присуждать крупные денежные премии, получившие названия Нобелевских и с тех пор считающиеся самой высокой и престижной наградой за научные открытия и достижения. Первым лауреатом Нобелевской премии по физике стал Рентген. Нобелевский комитет всегда, начиная с 1901 г., придавал большое значение «формуле» научного открытия, отмечавшегося премией. В случае Рентгена формулировка была такой: «Вильгельму Конраду Рентгену в знак признания его выдающихся заслуг, доказанных его открытием лучей носящих сегодня его имя».

Спустя много лет после присуждения премии Рентгену в Швеции были «рассекречены» материалы, на основании которых Нобелевский комитет принимал соответствующие решения с самых первых лет своего существования.⁸ Представляют большой интерес вопросы: с кем же, сам того не зная, соревновался Рентген? Кто из коллег выдвинул на премию его кандидатуру? На Нобелевскую премию 1901 г. претендовало одиннадцать человек. Восемь из них, включая Рентгена, стали лауреатами премии чуть позднее (С.Аррениус, А.Беккерель, П.Ленард, Г.Липшман, Г.Маркони,⁹ Ван-дер-Ваальс и П.Зееман). Девятого — великого Уильяма Томсона (лорда Кельвина) — выдвинул на премию Рентген; он выдвигал его и позднее, в 1903 и 1905 гг. Двух оставшихся — В.Кемпбелла (США) и А.Норденскольда (Швеция) — рискну назвать сравнительно малоизвестными, особенно второго. Кандидатуру Рентгена выдвинуло рекордное число физиков — 16 (наиболее известные из них — М.Плавк, Э.Варбург, К.Ангстрем, С.Аррениус); вторым шел Ленард (6 человек).

С 1901 по 1923 г. — год смерти Рентгена — прошло более 20 лет. Кого же он (помимо лорда Кельвина) рекомендовал на Нобелевскую премию, отвечая на просьбу Комитета? В 1910 г. он выдвинул К.Ангстрема, в 1917 г. — М.Планка, и в 1922 г. — Н.Бора. Особенно, думается, существенны две последние кандидатуры, свидетельствующие о том, что при всем своем настороженном отношении к новым открытиям (до тех пор пока они не были неопровержимо установлены!) Рентген отнюдь не был консерватором, каким его иногда изображают. Квантовую физику при всей ее парадоксальности с позиций классической физики он принял и высоко оценил ее создателей.

А как сам первый Нобелевский лауреат отнесся к присуждению ему этой премии — он, уже более чем осыпанный к этому времени различными знаками признания? Отнесся очень положительно. Как указывает О.Глассер, Рентген в противоречии со своим обычным правилом не присутствовать на церемонии присуждения почетных наград, в декабре 1901 г. отправился в Стокгольм. По приезде туда он написал своей жене: «Формальное торжественное действо состоится завтра вечером, в 7 часов. За ним последует ужин, а на последующие дни я получил много приглашений от (здешних) профессоров. Возможно, я отклоню их и вернусь домой».

⁸ Эти материалы представлены в книге «The Nobel Population: 1901-1937», изданной в 1987 г. Е.Кроуфордом, Д.Хейлброном и Р.Ульрих.

⁹ Г.Маркони выдвигали — до смерти А.С.Попова — трижды. К сожалению, фамилия Попова в числе выдвинутых на премию отсутствует. Маркони получил Нобелевскую премию по физике в 1909 г., когда А.С.Попова уже не было в живых. По положению, эта премия посмертно не присуждается.

10 декабря Рентген получил диплом лауреата, золотую медаль и денежный чек. Странно, что он отказался прочесть предусмотренную процедурой «нобелевскую лекцию» (впоследствии эта процедура почти никогда не нарушалась). В ней лауреаты излагают сущность своих открытий, а также — при желании — их исторический фон и пути, которыми они к этим открытиям пришли. Рентген ограничился несколькими фразами (также ставшими традиционными), сказанными после вручения ему премии на упоминавшемся в его письме ужине. Он выразил признательность за высокую оценку его работ и сказал, что это признание послужит для него стимулом для дальнейшей бескорыстной работы в науке, активности, которая, как он надеется, будет полезна человечеству (при изложении этого краткого выступления мы следуем тексту книги Глассера).

Коль скоро мы приведем выше характерную фразу Глассера («в противоречии со своим обычным правилом»), подтвердим ее справедливость отношением Рентгена к приглашению, полученному им от группы организаторов «Рентгеновского конгресса», приуроченного к десятилетию открытия X-лучей. По этому поводу он написал своему товарищу, Л.Цендеру¹⁰ (он познакомился с ним в Гисене; знакомство перешло в тесную дружбу): «Конечно, я не поеду на Конгресс в Берлин, который назван моим именем, хотя я и не давал на это своего разрешения. Я не могу понять, как это мои друзья поступили по отношению ко мне таким образом». Конгресс открылся 30 апреля 1905 г. 2 мая на нем было объявлено об открытии Германского рентгеновского общества. Рентген был выбран его почетным членом. Надо отдать ему должное: подавив свое недовольство, он обратился к Конгрессу со словами благодарности за избрание и теплыми приветами к его участникам.

5. Рентген в России

Для нас, конечно, особый интерес представляет вопрос о том, как воспринималось — не среди простых обывателей, черпавших сведения об успехах науки из газет, а среди физиков — открытие Рентгена в нашей стране.

Здесь стоит сказать, что русско-немецкие связи в области науки, и в частности физики, имели почти двухвековую традицию. Напомним, что Петр I пригласил в Россию великого Лейбница и что разговоры об его переезде (правда, так и не состоявшемся) проходили на очень высоком уровне. В организованной Петром I Академии наук работали выдающиеся немецкие физики. Наш Ломоносов учился в Германии у прославленного Х.Вольфа. Если просмотреть биографии известных отечественных физиков, деятельность которых развивалась на рубеже XIX и XX веков, то окажется, что практически все они проходили стажировку в знаменитых немецких университетах, работали или учились в них, а иногда становились докторами философии этих университетов. Ограничимся только несколькими примерами. А.Г.Столетов с 1862 по 1866 гг. учился в Гейдельберге и Берлине (в частности,

¹⁰ Л.Цендер — соавтор одной из работ Рентгена (по влиянию давления на оптические свойства некоторых жидких и твердых веществ). Он посвятил Рентгену очень интересные и искренние воспоминания, опубликованные в 1934 г.

у Г.Кирхгоффа), Б.Б.Голицын и П.Н.Лебедев закончили Страсбургский университет, а учителем их был учитель В.Рентгена — А.Кундт. Л.И.Мандельштам и Н.Д.Палалекси многие годы работали там же у проф. Ф.Брауна, защитили в Страсбурге свои докторские диссертации. Д.С.Рождественский и В.К.Фредерикс учились соответственно у В.Вина и Д.Гильберта.

Обратимся к практически единственному до 1930 г. физическому журналу в нашей стране — «Журналу Русского физико-химического общества, часть физическая». В нем печатались все российские физики, а также помещались переводы на русский язык статей физиков зарубежных. И вот оказывается, что на страницах ЖРФХО было опубликовано с 1870 по 1896 г. девятнадцать статей Рентгена — примерно половина того, что он к тому времени написал. Отсюда видно, что немецкий физик был хорошо известен не только у себя на родине, но и в России еще до своих прославленных работ.

В книге Глассера указывается, что в мировой научной прессе за 1896 г. появилось 1040 статей, рассказывавших об открытии Рентгена и развивавших его исследования. Увидели свет и три довольно большие книги, посвященные этой же теме и обзору того, что сделано в области физики и техники X-лучей. Показательно, что в нашем «Журнале русского физико-химического общества» за этот же период появилось 103 публикации на «рентгеновскую» тему (ни одна из них не попала в глассеровский список). 10 процентов от числа всех публикаций в мире — результат замечательный!

Мы не будем разбирать эти отклики — ни зарубежные, ни отечественные, — но заметим, что в Петербурге в переводе с немецкого, выполненном профессором университета И.И.Боргманом, первая статья из рентгеновского триптиха выходила в 1896 г. трижды. В Москве она увидела свет в переводе и с примечаниями П.Н.Лебедева. Брошюры этого же типа были изданы в Киеве и Казани. Страну, как и весь мир, трясла «рентгеновская лихорадка», предшественница, можно сказать, той эпидемии интереса, которая охватила мир в 1919 г., когда были подтверждены выводы общей теории относительности. Но интерес к работам Рентгена основывался — во всяком случае в очень большой степени — на понимании, зримости описываемых, хотя и таинственных на первых порах, явлений. Историки науки вместе с тем неоднократно отмечали, что интерес к работам Эйнштейна сочетался с полным непониманием существа его теории, захватившей умы сотен тысяч людей.

25 января 1896 г. сотни петербуржцев пришли на лекцию Боргмана, который продемонстрировал предпринятые им опыты с рентгеновскими лучами и показал снимки различных предметов, заключенных во всевозможные непроницаемые для обычного света емкости (цепочка, ножницы, монеты, ключи и т. д. — стандартный набор чудес). Репортер «Нового времени» сообщает: «Когда на экране появился контур ноги профессора, с прекрасно вырисованным скелетом и с отпечатками мягких мускулов и тканей, раздались оглушительные аплодисменты». 29 января в Москве о новом виде излучения рассказал широкой публике П.Н.Лебедев. Он демонстрировал снимки своей руки и ноги, ключей, монет (находившихся в кошельке). Был показан и снимок руки ребенка, больного туберкулезом костей, — едва ли не первая демонстрация возможностей рентгеновской диагностики. Правда, и раньше

показывали механические повреждения костей людей или животных или руку, простреленную зарядом дроби.

Несколько позже, в марте того же 1896 года, Лебедев приехал в Петербург, выступил там с лекцией на заседании Петербургского медицинского общества и среди прочих снимков продемонстрировал рентгеновский снимок женщины, находившейся на четвертом месяце беременности, причем были отчетливо видны кости как матери, так и ее будущего ребенка.

Ограничимся последним примером: 30 января 1896 г. в Военно-медицинской академии в Петербурге профессора Егоров и Гершун повторили основные опыты Рентгена и показали свои собственные снимки, сделанные в рентгеновских лучах. Газеты сообщали, что доклад произвел сильнейшее впечатление на «начальство», сразу же выделившее значительные средства на развитие соответствующих исследований.

В 1918 г. решением Советского правительства в Петрограде было создано два новых физических института — первых в стране. Один из них — Государственный оптический — возглавил проф. Д.С.Рожественский. Другой, более крупный, назывался Государственным рентгенологическим и радиологическим институтом (ГРРИ). Институтом руководили, ежегодно сменяя друг друга, В.И.Вернадский (глава Радиологического отдела), М.И.Неменов (Медико-биологический отдел) и А.Ф.Иоффе (Физико-технический отдел). Ученик Рентгена Иоффе и его сотрудники на первых порах особенно много внимания уделяли исследованиям по физике рентгеновских лучей, разрабатывали и даже небольшими сериями выпускали рентгеновские аппараты. В 1921 г. три отдела ГРРИ выделились в самостоятельные институты. Отдел Иоффе долгие годы назывался Государственным физико-техническим *рентгенологическим* институтом, и в этом названии отражалась не только тематика рентгеновских исследований, которые велись в институте уже наряду с другими работами, но и то уважение, которое испытывал Иоффе к своему учителю.

В 1918 г. специальная комиссия Петросовета, курируемая Наркомом просвещения А.В.Луначарским, приняла решение о сооружении в Петрограде серии памятников выдающимся политическим деятелям, представителям науки и культуры. Несомненно, не без участия трех упомянутых выше основателей ГРРИ, было принято постановление о сооружении такого памятника здравствовавшему в то время Рентгену. Его деревянный скульптурный портрет, установленный на высоком постаменте, был торжественно открыт 20 января 1920 г. (в стране еще не окончилась гражданская война!). Он располагался на Лицейской улице Петроградской стороны северной столицы. Автором скульптурного портрета был молодой художник Натан Альтман, в гораздо большей степени известный и тогда, и позднее как выдающийся живописец. К сожалению, неизвестно, когда и в какой форме Рентген был извещен об этом событии: в начале 1920 г. почтовая связь с Германией еще не функционировала. Но более чем вероятно, что Иоффе, оказавшись в мае 1921 г. в Мюнхене, у Рентгена, привез ему фотографию памятника — иначе каким образом она могла оказаться в книге Отто Глассера?

В условиях влажного климата Петрограда-Ленинграда деревянная скульптура через несколько лет пришла в негодность. Поэтому было принято решение о замене ее бронзовым бюстом Рентгена. Он был установлен в феврале 1928 г. на месте деревянного. Но — отметим

это особо! — уже на улице Рентгена, в которую была переименована Лицейская в 1923 г. — году смерти Рентгена. На основании первоначального художественного воплощения образа немецкого ученого, выполненного Н.Альтманом, памятник был сооружен по проекту ленинградского скульптора В.А.Синайского. Этот памятник и сейчас украшает наш город. Укажем, что в длинном ряду почестей, прижизненно оказанных Рентгену на его родине, было и название в его честь в 1904 г. улицы, а первый бюст Рентгена был установлен в Мюнхене сначала в музее (глипотеке) в 1915 г., а потом, в 1928 г., в самом университете.

6. Рентген и его ученик из России А.Ф.Иоффе

В свете того, что было рассказано о традиционных русско-немецких научных связях и о том живом отклике, который получили работы Рентгена в России, не представляется удивительным то обстоятельство, что, когда молодой А.Ф.Иоффе (1880–1960), окончивший в 1901 г. Петербургский технологический институт, обратился к своим профессорами — Н.А.Гезехусу и Н.Г.Егорову — за советом, куда ему следует поехать для дальнейшего усовершенствования знаний, они без колебаний ответили ему: «В Мюнхен, к Рентгену. Это лучший в наше время физик-экспериментатор».¹¹

Иоффе проработал у Рентгена с 1902 по 1906 г., был приглашен своим учителем остаться в Физическом институте Мюнхенского университета после того, как блестяще защитил диссертацию на звание доктора философии. Он отклонил это предложение, считая себя не в праве находиться за пределами родины в то лихолетье, которое наступило после поражения революции 1905 г. (сохранилось письмо, в котором Иоффе объясняет Рентгену причину своего отказа). Но и после 1906 г. Абрам Федорович приезжал к своему учителю практически ежегодно (с перерывом на 1914–1920-е годы) и проводил в его институте каникулярное время, продолжая свои исследования. Они были прерваны с отъездом из Мюнхена и перенесены в Петербургский политехнический институт, в котором Иоффе работал на кафедре физики у проф. В.В.Скобельцына, став в 1913 г. профессором этой кафедры.

В бытность свою в Мюнхене Иоффе выполнил несколько выдающихся исследований, на много лет вперед определивших направление его работы. Рентген, необычайно требовательный к точности измерений (как своих собственных, так и чужих), в качестве одного из первых заданий Иоффе поручил ему определить мощность, непрерывно выделяемую радием. Он был обладателем сокровища — 63 миллиграммов радия. Указанная мощность определялась калориметрическим методом в работе Пьера Кюри. Рентген высоко ценил Кюри, сам работал с калориметром, со своим товарищем по Цюрихскому «Полю» Ф.Экснером опубликовал статью «Об измерениях солнечного испускания посредством ледяного калориметра» (статья была в этом же 1875-м году переведена и напечатана в ЖРФХО) и, учитывая важность вопроса, предложил Иоффе разработать более совершенную методику.

Трудно удержаться от того, чтобы не привести здесь идею предложенного Иоффе для этой цели опыта. Он взял два маленьких сосуда

¹¹ Есть сведения, хотя и очень скудные, что еще одним прямым учеником Рентгена был представитель школы Лебедева в Москве М.М.Глаголев, в 20–40-е годы профессор Петроградского (Ленинградского) университета.

Дьюара, наполнил их (в равных количествах) маслом. В один поместил Ka; его излучение нагревало масло, а подъем температуры фиксировался термомпарой. В другой Дьюар была помещена миниатюрная электрическая печка (спираль из нихрома), мощность которой легко регулировалась, а температура измерялась аналогичной термомпарой. Термомпары были соединены друг с другом так, что, когда температуры масла в обоих сосудах совпадали, обращался в нуль ток в соединяющей их цепи (разностный метод включения). Значит, совпадали и мощности. Мощность печки определялась простейшим методом — и задача оказывалась решенной.

К сожалению (и это характерно для неторопливого стиля работ самого Рентгена и руководства им работ своих учеников), публикация статьи Иоффе откладывалась, в результате чего он потерял приоритет на этот опыт, о чем не без сожаления пишет в воспоминаниях о своем учителе.

Но главные работы Иоффе относились к изучению механических и электрических свойств кристаллов. Он показал, что целый ряд кристаллов, предварительно подвергнутых облучению X-лучами, лучами радия или ультрафиолетом, способен в дальнейшем в сильной степени (на несколько порядков!) менять величину своей электропроводности под действием освещения. На эту величину влияли даже метеорологические условия, что и было непосредственно продемонстрировано Иоффе прямо в лаборатории своему недоверчивому учителю. А это недоверие было им проявлено незадолго до того, когда Иоффе открытой известил уехавшего на весенние каникулы Рентгена о полученных им предварительных результатах. На это последовал лаконичный и осуждающий ответ: «Я жду от Вас серьезной научной работы, а не сенсационных открытий». Здесь, несомненно, сказалось подозрительное отношение Рентгена к длинному ряду ошибочных и претендовавших на сенсацию работ, следовавших за его знаменитым открытием.

Однако после того как Рентген увидел, что электропроводность резко меняется в зависимости от того, в какой степени оказывается скрытым под облаками солнце, или как кристалл в затемненной комнате реагирует на зажженную на значительном от него расстоянии спичку, он «сменил гнев на милость» и в дальнейшем поддерживал это направление исследований Иоффе. Более того, присоединился к нему сам.

В 1907 г., вскоре после отъезда из Мюнхена, А.Ф.Иоффе выполнил работу по исследованию данных, полученных Е.Ладенбургом (братом ученика Рентгена Р.Ладенбурга) при изучении фотоэффекта. По Ладенбургу получалось, что квантовый закон фотоэффекта, предложенный Эйнштейном в 1905 г., не подтверждается на опыте. У Эйнштейна максимальная энергия электронов E_{\max} , «выбиваемых» светом частоты ν с поверхности металла, пропорциональна этой частоте: $E_{\max} \sim \nu$. Ладенбург же нашел, что $E_{\max} \sim \nu^2$. Иоффе тщательно — в духе своего учителя — изучил все подробности работы Ладенбурга и показал, что если правильно обработать его результаты, то они подтверждают формулу Эйнштейна. При этом Иоффе вычислил, в хорошем соответствии с тогдашними данными, коэффициент пропорциональности h в указанном соотношении $E_{\max} \sim \nu$, т.е. постоянную Планка.

Рентген был очень доволен работой Иоффе (первой, кстати говоря, выполненной в России по проверке теории Эйнштейна). Он представил ее в «Известия Баварской академии наук», в которых она и вышла че-

рез 10 дней после этого представления. С согласия Иоффе Рентген разослал отписки этой его работы Х.Лоренцу, М.Планку, А.Эйнштейну и многим другим известнейшим физикам.

Столь же высоко ценил Рентген и работу Иоффе (тоже критическо-го толка), в которой в 1911 г. было дано объяснение ошибочности результата, полученного Ф.Эренхафтом и противоречившего показанному в первых исследованиях Р.Милликена факту элементарности электрического заряда («дробный» заряд Эренхафта). Рентген и далее поддерживал новые исследования Иоффе.

А.Ф.Иоффе, хорошо знавший работы Рентгена, ценил их остроумие и точность. В своих многочисленных статьях памяти учителя, он выделил несколько из их числа. Так, физиков конца прошлого века очень интересовал вопрос о поглощении инфракрасного излучения водяными парами. Этот вопрос долго не находил окончательного ответа. Знаменитый английский физик Д.Тиндаль (объяснивший голубой цвет неба) полагал, что излучение поглощается парами воды, а не менее знаменитый немецкий физик Г.Магнус отрицал это. Пытались измерить величину поглощения, сопоставляя интенсивность ИК-излучения на вершине и у подножия Монблана (плотность паров воды в воздухе мала и нужно было «набрать» достаточное их количество). Рентген же поступил очень просто: наполнил парами воды сосуд, запаял его и судил о поглощении ИК-лучей по простому эффекту повышения давления паров (в соответствии с формулой состояния идеального газа); он не только зафиксировал эффект поглощения, но и измерил его.

Другой пример: попытка Рентгена измерить отражение X-лучей от стекла. Прямое измерение отражения от хорошо полированной поверхности выполнить не удалось. Тогда Рентген показал, что для рентгеновских лучей одинаково прозрачны и цельная стеклянная призма, и такой же по форме «контейнер», наполненный измельченным в маленькие зерна стеклянным порошком, имеющим огромную суммарную поверхность. Тем самым было однозначно показано, что коэффициент отражения X-лучей от стекла очень мал.

Не говорим уж о классическом опыте Рентгена, в котором он доказал, что в движущемся диэлектрике связанные на его поверхности электрические заряды создают магнитное поле — «магнитное поле рентгеновского тока», как позднее, в 1903 г., назвал этот ток наш отечественный физик А.А.Эйхенвальд. Здесь забавно отметить, что и А.Ф.Иоффе в 1913 г. прямыми опытами показал, что катодные лучи тоже создают магнитное поле.

7. Конец пути

Рентген вряд ли читал Пушкина, но, думается, он прочувствовал бы и понял строки из известного стихотворения великого поэта:

Миг вожделенный настал: окончен мой труд многолетний.
Что же непонятная грусть тайно тревожит меня?
Или, свой подвиг свершив, я стою, как поденщик ненужный,
Плату принявший свою, чуждый работе другой?
Или жаль мне труда, молчаливого спутника ночи,
Друга Авроры златой, друга пенатов святых?

Отослав в мае 1897 г. третью часть своей работы о X-лучах, Рентген принял решение не возвращаться более к их исследованию. Он понимал, вероятно, что сделал главное, и ему не хотелось лично принимать участие в гонке новых технических приложений, поисках новых эффектов. Он не только устал от напряженной работы, но был и очень утомлен и даже раздражен обрушившимся на него вниманием прессы, непрерывными приглашениями, многочисленными наградами. Ему хотелось вернуться к систематической, спокойной и тщательной работе, стиль которой он усвоил со времени своего счастливого ученичества у профессора Кундта и к которой привык с тех давних пор. Мировая слава несколько не изменила его отношения к коллегам и тем более друзьям. Он оставался спокойным, вежливым, доброжелательным человеком, который (если снова обратиться к Пушкину и чуть перефразировать его) исповедовал принцип: «Служение науке не терпит суеты».

В Мюнхене Рентген работал в прекрасных условиях. Денежное приложение к высокому званию Нобелевского лауреата позволило ему приобрести небольшой охотничий домик в Вальгейме, где он проводил время каникул и летние отпуска с женой и ее племянницей Джозефиной Бертой, которую бездетная чета Рентгенов удочерила в 1887 г. Там собирались ближайшие друзья; особенно любимыми среди них были супруги Бовери.

Рентген, при своих сдержанных манерах, необычайной пунктуальности во всем, переходящей иногда в педантизм, был вместе с тем человеком с хорошим чувством юмора. Мы имеем возможность благодаря недавней статье А.В. Дмитриева (Вестник РАН. 1995. № 8. С. 668) подтвердить это общее утверждение. К Рентгену, как это уже отмечалось, обращались с многообразными просьбами — приехать, проконсультировать, прислать оттиски, снимки и т. д. Среди этих просьб была и такая: не мог бы профессор прислать несколько рентгеновских лучей и сопроводить их инструкцией о том, как ими надо пользоваться. Рентген ответил так: «К сожалению, сейчас свободных лучей у меня нет. Но можно сделать проще: пришлите мне свою грудную клетку».

Рентген очень любил музыку. Известно, что он приобрел самый по тем временам новый граммофон и вечерами слушал музыку вместе с семьей и, когда у Рентгенов собирались немногочисленные гости, вместе с ними. Он был (несмотря на все сказанное о его характере) довольно азартным альпинистом и несколько раз даже попадал в сложные и, увы, характерные для этого вида спорта «переделки». Не менее азартно он охотился: ружье у него было превосходным и он очень метко стрелял. Но еще больше он любил пешие прогулки или неспешные поездки по красивым окрестностям Мюнхена в открытом экипаже.

Окруженный старыми друзьями, почтительными сотрудниками, преданными учениками, первые годы нового века он жил счастливо: Ситуация изменилась с началом войны. Рентген отказывался от предлагавшихся ему привелегий. Свои сбережения, в основном деньги, оставшиеся от Нобелевской премии,¹² он передал государству. По рассказам современников, когда экономическое положение в развязавшей войну Германии стало совсем тяжелым, Рентген иногда просто недоедал, отказываясь от шедших к нему продовольственных посылок

¹² По другой версии Рентген все деньги, полагавшиеся ему как Нобелевскому лауреату, сразу же передал Вюрцбургскому университету.

из стран, сохранивших нейтралитет в бушевавшей войне и передавая их для распределения между голодными.

В 1919 г. его постигло тягчайшее горе — скончалась после длительной болезни его жена. Вот что писал А.Ф.Иоффе своей жене, В.А.Кравцовой, о первой встрече с учителем после почти семилетней разлуки (20 мая 1921 г.): «Был у Рентгена, он очень постарел; жена его умерла года 2 назад, и это его совсем подкосило. Всякую фразу он начинает с того, что, когда его жена еще была жива... Он оживился только тогда, когда речь зашла о физике; до того мне было уж совсем грустно смотреть на него... Завтра я опять буду у него».

Рентген продолжал свои работы по электрическим свойствам кристаллов, очень подробно и скрупулезно описывая все детали опытов. Одна из его работ заняла более 200 страниц журнального текста — это было исключением из правил, сделанным в знак уважения к ученому редакцией «Annalen der Physik». Друзья не оставляли его, но он очень изменился и так и не мог оправиться после потери жены.

Вильгельм Конрад Рентген умер в Мюнхене в половине девятого утра 10 февраля 1923 г., прожив долгую и достойную жизнь. Его прах захоронен в г. Гиссене, рядом с могилами его родителей.