

DOI: 10.18721/JEST.240317  
УДК 001:929:62

*А.Г. Морачевский*

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия

## **ПУТЬ ОТ ЛУЧЕЙ БЕККЕРЕЛЯ К АТОМНОЙ БОМБЕ**

Открытие французскими учеными Анри Беккерелем, Мари Кюри и её мужем Пьером Кюри явления радиоактивности принадлежит к числу самых величайших подвигов в истории науки. Еще в 1896 г. А. Беккерель обнаружил, что соединения урана испускают глубоко проникающее излучение, которое является внутренним свойством урана. В 1898 г. Мари и Пьер Кюри, проведя длительные и тяжелейшие исследования, пришли к выводу, что в урановой руде содержатся еще два элемента, обладающие подобным излучением, но гораздо более сильным, чем уран. Они были названы полонием (в честь Польши – родины М. Кюри) и радием. По предложению М. Кюри само явление излучения получило название радиоактивности. Д.И. Менделеев считал открытие радиоактивности «...одним из блистательнейших и наиболее загадочных открытий конца XIX – начала XX столетий». С того времени до взрывов атомных бомб над японскими городами Хиросима и Нагасаки, унесших десятки тысяч человеческих жизней, (август 1945 г.) прошло меньше пятидесяти лет, но все эти годы были насыщены крупнейшими открытиями в области атомной и ядерной физики. Несмотря на имеющуюся по этому вопросу литературу, мы все же предприняем попытку очень кратко напомнить о величайших событиях того времени.

*Ключевые слова:* радиоактивность, радий, уран, плутоний, атомная энергия, история науки.

*Ссылка при цитировании:*

А.Г. Морачевский. Путь от лучей беккереля к атомной бомбе // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24. № 3. С. 212–222. DOI: 10.18721/JEST.240317.

*A.G. Morachevskij*

Peter the Great St. Petersburg polytechnic university, St. Petersburg, Russia

## **THE WAY FROM BECQUEREL'S RADIATION TO THE ATOMIC BOMB**

The discovery of the phenomenon of radioactivity made by French scientists Henri Becquerel, Marie Curie and her husband Pierre Curie is one of the greatest feats in the history of science. As early as 1896, Becquerel discovered that uranium compounds emit deeply penetrating radiation, which is an internal property of uranium. In 1898, Marie and Pierre Curie, after carrying out lengthy and hard research, came to the conclusion that uranium ore contains two more elements that possess similar radiation, but much stronger than uranium. These elements were called polonium (in honor of Poland, the birthplace of M. Curie) and radium. At the suggestion of M. Curie, the very phenomenon of radiation was called radioactivity. D.I. Mendeleev considered the discovery of radioactivity «... one of the most brilliant and most mysterious discoveries of the late 19<sup>th</sup> and early 20<sup>th</sup> centuries». Less than fifty years have passed since the time of atomic bombings over the Japanese cities of Hiroshima and Nagasaki that took tens of thousands of lives (August 1945), but all these years were full of the greatest discoveries in the field of atomic and nuclear physics. Despite the available literature on this issue, we are still attempting to recall very often the greatest events of the time.

*Keywords:* radioactivity, radium, uranium, plutonium, atomic energy, history of science.

*Citation:*

A.G. Morachevskij, The way from becquerel's radiation to the atomic bomb, *St. Petersburg polytechnic university journal of engineering science and technology*, 24(03)(2018) 212–222, DOI: 10.18721/JEST.240317.



Всё началось с того, что в 1895 году немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген (1845–1923) открыл излучение, названное им «X-лучи», которые у нас принято называть рентгеновскими. Первые рентгеновские трубки не имели металлического антикатада, и источником X-лучей была флюоресцирующая под ударами катодных лучей стеклянная стенка трубки. В 1901 году Рентген стал первым лауреатом Нобелевской премии по физике «в знак признания необычайно важных заслуг перед наукой, выразившихся в открытии замечательных лучей, названных впоследствии в его честь».

Проводя опыты с солями урана, обладающими способностью флюоресцировать, французский физик Анри Беккерель (1852–1908), профессор физики в Политехнической школе Парижа, уже в 1896 году пришел к заключению, что уран и его соединения испускают особые «урановые» лучи (лучи Беккереля). Излучение урана самопроизвольно и постоянно, не зависит от освещения и температуры, т. е. не связано с явлениями флюоресценции. Заинтересовавшись этим явлением, Мари Кюри (1867–1934, до замужества – Мария Склодовская, родилась и выросла в Польше), физик, выпускница Парижского университета (Сорбонны), установила, что лучи, подобные урановым, испускают торий и его соединения. По её предложению вещества, испускающие лучи Беккереля, назвали радиоактивными, а само явление – радиоактивностью (от латинских слов: *radio* – испускание лучей и *activus* – деятельный). Так в 1898 году появился новый термин.

В том же году М. Кюри пришла к выводу, что в урановой руде содержится неизвестный элемент, обладающий особенно сильным излучением. Начались широкомасштабные исследования, связанные с переработкой огромного количества урановой руды. В них активное участие принял физик Пьер Кюри (1859–1906). Новых высокоактивных элементов оказалось два – они получили названия полоний

и радий. В 1903 году А. Беккерелю, Мари и Пьеру Кюри была присуждена Нобелевская премия по физике: А. Беккерелю «в знак признания особых заслуг в открытии самопроизвольной радиоактивности», супругам Кюри «в знак признания... их совместных исследований явлений радиации, открытых профессором Анри Беккерелем».

Для развития представлений о природе явления радиоактивности и идентификации продуктов распада большое значение имели работы шотландского химика У. Рамзая (1852–1916) в области исследования гелия и других инертных газов. В 1904 году Рамзая была присуждена Нобелевская премия по химии «в знак признания открытия им в атмосфере различных инертных газов и определении их места в периодической системе». Работа Рамзая имела решающее значение для построения Нильсом Бором теории атомных структур.

В начале XX века к изучению явления радиоактивности подключились английские физики Э. Резерфорд (1871–1937) и его ученик Ф. Содди (1877–1956). В 1901–1903 гг. они изложили основные положения теории радиоактивности. Было впервые показано, что лучи, испускаемые радиоактивными веществами, состоят из трех видов частиц, обладающих различной проникающей способностью через какие-либо вещества. Резерфорд обозначил их как  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучи, идентифицировал их природу. В 1908 году Резерфорду была присуждена Нобелевская премия по химии «за проведенные им исследования в области распада элементов в химии радиоактивных веществ». В своей Нобелевской лекции ученый особо отметил: «Есть все основания полагать, что  $\alpha$ -частицы... идентичны по массе и составу и должны состоять из ядер атомов гелия».

Мари Кюри после трагической гибели мужа и кончины А. Беккереля продолжала активную научную деятельность. В 1908 году она стала почетным профессором Сорбонны,

впервые в мире начала читать курс радиоактивности. В 1910-м ей удалось получить чистый металлический радий, а не его соединения, и тем самым завершить начатый 12 лет назад цикл исследований. В 1911 году Шведская королевская академия присудила ей Нобелевскую премию по химии «за выдающиеся заслуги в развитии химии: открытие элементов радия и полония, выделение радия и изучение природы и соединений этого замечательного элемента». Мари Кюри стала первым дважды лауреатом Нобелевской премии. Выступавший на вручении премии представитель Нобелевского комитета отметил, что «исследование радия привело в последние годы к рождению новой области науки — радиологии, уже завладевшей собственными институтами и журналами». Незадолго до Первой мировой войны в Париже был создан Радиевый институт для исследований радиоактивности. М. Кюри была назначена директором отдела фундаментальных исследований и медицинского применения радиоактивности. Во время войны она участвовала в организации радиологической медицинской помощи, обобщив свой опыт в книге «Радиология и война» (1920 г.). М. Кюри скончалась от лейкемии, болезни, совсем не известной врачам того времени.

Ф. Содди не прекращал своих исследований в области радиоактивности, он изучал свойства тех радиоактивных элементов, которые можно отделить друг от друга с помощью обычных химических средств. Еще в 1910-м он пришел к выводу, что элементы с различной атомной массой могут обладать одинаковыми химическими свойствами. В 1913 году Содди выдвинул концепцию изотопов — атомов одного и того же элемента, которые отличаются друг от друга физическими свойствами, занимая одно и то же место в периодической системе. В те же годы ученый сформулировал закон радиоактивного смещения. В 1920 году Ф. Содди предсказал возможность определять возраст геологических пород на основании данных о

радиоактивном распаде. В 1921-м ученому была присуждена Нобелевская премия по химии «за вклад в химию радиоактивных веществ и за проведенное им исследование природы и происхождения изотопов».

В развитие идей Ф. Содди английский химик Ф. Астон (1877–1945) сконструировал прибор, позволяющий определить массы элементов. В 1922 году ему была присуждена Нобелевская премия по химии «за сделанные им с помощью им же изобретенного масс-спектрографа открытия изотопов большого числа нерадиоактивных элементов и за формулирование правила целых чисел».

В том же году Нобелевская премия по физике была присуждена датскому физiku Нильсу Бору (1885–1962), руководителю Института теоретической физики в Копенгагене, «за заслуги в исследовании строения атомов и испускаемого ими излучения». Н. Бору принадлежит также целый ряд крупнейших исследований в области квантовой механики и ядерной физики.

В частности, он предложил «капельную модель ядра», в которой поведение нестабильного тяжелого атомного ядра сравнивается с делящейся каплей жидкости. В 1939 году Н. Бор установил, что изотоп урана уран-235 является расщепляемым материалом; это открывало путь к созданию урановой атомной бомбы.

В 1927 году Нобелевская премия по физике была присуждена А. Комптону (1892–1962), американскому ученому, профессору Чикагского университета (с 1923 г.) за исследования рентгеновских лучей с позиций оптики.

Начиная с 1926 года немецкий физик Вальтер Боте (1891–1957) изучал превращения элементов, которые происходят при бомбардировке их ядер  $\alpha$ -частицами. В 1930 году он обнаружил новое, обладающее высокой проникающей способностью излучение при действии  $\alpha$ -частиц на бериллий. Аналогичное явление наблюдалось при бомбардировке  $\alpha$ -



частицами бора. Многолетние успешные исследования Боте не только ядерных реакций, но и космических лучей были отмечены присуждением ему Нобелевской премии по физике в 1957 году.

Крупнейшим событием, оказавшим влияние на все последующие исследования в области ядерной физики, было изобретение циклотрона американским физиком норвежского происхождения Э.О. Лоуренсом (1901–1958). Первые конструкции циклотронов были созданы в Беркли (США) уже в 1930 году. Нобелевская премия по физике была присуждена Лоуренсу в 1939 г. «за изобретение и создание циклотрона, за достигнутые с его помощью результаты, особенно получение искусственных радиоактивных элементов».

Американский физик Г.К. Юри (1893–1981), профессор Колумбийского университета, в 1931 году открыл дейтерий, в 1934-м ему была присуждена Нобелевская премия по химии «за открытый тяжелый водород».

Компттон, Лоуренс и Юри принимали самое активное участие в реализации Атомного проекта США.

В 1932 году состоялись два крупных открытия в области ядерной физики. Американский физик К.Д. Андерсон (1905–1991) объявил об открытии позитрона, положительно заряженной частицы с массой приблизительно равной массе электрона. За это открытие ученый был удостоен Нобелевской премии по физике в 1936 г. Большое значение имело также экспериментальное доказательство английским физиком Д. Чедвиком (1891–1974) в 1932 году существования назаряженной частицы – нейтрона. Открытие подтвердило ранее высказанную Резерфордом гипотезу о наличии в природе такой частицы с массой, равной массе протона. За полностью установленное существование нейтрона в 1935 г. Чедвику была присуждена Нобелевская премия по физике. Чедвик принимал активное участие на всех этапах Атомного проекта в США.

В сложившейся в научном мире в тридцатые годы прошлого века обстановке повышенного интереса к проблемам ядерной физики и радиоактивности в 1932 году французские ученые, работавшие в Институте радия Парижского университета, Фредерик Жолио (1900–1958) и его жена Ирен Жолио-Кюри (1897–1956) приступили к изучению синтеза новых радиоактивных элементов путем облучения металлов  $\alpha$ -частицами или нейтронами. Эти работы продолжались в 1933 и 1934 годах. В 1935-м Ф. Жолио и И. Жолио-Кюри получили Нобелевскую премию по химии «за выполненный синтез новых радиоактивных элементов». Несмотря на чтение лекций в Сорбонне, И. Жолио-Кюри (с 1936 г. профессор) продолжала работу в Институте радия. Изучая уран, она вплотную подошла к открытию его расщепления под действием нейтронов.

В 1938–1939 годах немецкие ученые Отто Ган (1879–1968), его ближайшие сотрудники Лизе Мейтнер (1878–1968) и Фриц Штрассман (1902–1980), по-существу, проведя аналогичные опыты, что и Жолио-Кюри, стали авторами открытия деления урана под действием нейтронов. В 1944 году О. Гану была присуждена Нобелевская премия по химии «за расщепление тяжелых ядер». Справедливости ради надо отметить, что Ган и его сотрудники занимались облучением урана и тория начиная с 1934 г. Будучи по национальности еврейкой, Мейтнер (Майтнер) была вынуждена эмигрировать в Швецию, но имеющиеся в литературе сведения о дате её отъезда сильно различаются.

В 1927 году в Италии, в Римском университете, была создана кафедра теоретической физики, которую возглавил совсем молодой, но уже получивший известность физик Энрико Ферми (1901–1954). С начала 30-х годов прошлого века Э. Ферми и его сотрудники сосредоточили внимание на изучении процессов, связанных с атомным ядром. Продолжая исследования супругов Жолио, группа Ферми занялась бомбардировкой тяжелых элементов. Вероятно, раньше,

чем О. Ган, Ферми наблюдал деление урана, но не придал этому какого-либо значения, ожидая другого результата. В 1935 году группа Ферми обнаружила, что замедленные нейтроны более эффективно инициируют ядерные превращения. В 1938-м Э. Ферми была присуждена Нобелевская премия по физике «за доказательства существования новых радиоактивных элементов, полученных при облучении нейтронами, и связанное с этим открытие ядерных реакций, вызываемых медленными нейтронами». В том же году после принятия итальянским правительством антисемитских законов семья Ферми решила эмигрировать в США (жена Э. Ферми по национальности была еврейка).

Приезд семьи Ферми в США совпал с пребыванием Н. Бора в Принстонском институте фундаментальных исследований. К этому времени в научных кругах уже широко обсуждалась возможность цепной реакции деления урана, которая могла сопровождаться колоссальным выделением энергии. Уран мог бы стать взрывчатым веществом небывалой силы. После встречи с Бором Ферми приступил к планированию экспериментов по оценке возможности управления процессом деления. На проведение исследований было выделено федеральное финансирование.

Один из сотрудников группы Э. Ферми в Италии, Эмилио Сегре (1905–1989), еще в 1936 году выезжал в США для работы на циклотроне в Калифорнийском университете в Беркли. Ему удалось идентифицировать в облученном молибдене следы элемента №43 периодической системы, который был назван технецием (от греческого слова – искусственный); этот элемент в природе не встречается. В свой второй приезд в Беркли в 1938-м при участии Сегре был синтезирован элемент №85, получивший название астат (от греческого слова – неустойчивый). В том же году Э. Сегре (еврей по национальности) принимает решение, вслед за Ферми, остаться в США. Он стал работать ассистентом-исследователем в радиационной ла-

боратории в Беркли. В 1940 году Э. Сегре вместе с американским химиком Гленном Сиборгом (1912–1999) и другими сотрудниками открывает плутоний-239 (атомный номер 94).

В 1959 году Сегре (совместно с американским физиком О. Чемберленом (род. в 1920 г.)) присуждена Нобелевская премия по физике «за открытие антипротона». Г. Сиборг, американский физик шведского происхождения, получил Нобелевскую премию по химии в 1951 году «за открытия в области химии трансурановых элементов». Сиборг с сотрудниками показали, что плутоний-239 является весьма эффективным делящимся материалом.

В 1939 году А. Эйнштейн, находившийся уже ряд лет в эмиграции в США, пришел к выводу, что только военная сила способна остановить развитие фашизма в Германии и для защиты законности и человеческого достоинства придется «вступить в битву» с фашистами. В том же году по настоятельной просьбе группы физиков-эмигрантов, возглавляемой Лео Сцилардом (Силард, 1898–1964 – американский физик венгерского происхождения), Эйнштейн обратился с письмом к президенту США Ф. Рузвельту (1882–1945, 32-й президент США), в котором сообщил, что есть большая вероятность начала работ в Германии по созданию атомного оружия огромной разрушительной силы. Эйнштейн указывал на необходимость всемерной поддержки работ по расщеплению урана, ведущихся в США. В дальнейшем непосредственного участия в Атомном проекте Эйнштейн не принимал.

Активная правительственная поддержка исследований в США началась с 1942 года. Официально «Манхэттенский проект» по созданию ядерного оружия под руководством военных был утвержден к осени 1942 г. Общее руководство со стороны армии было возложено на генерала Л. Гровса (Гроувза) [1–3].

В 1940 году в Великобритании сформировалась небольшая группа видных ученых, которая сделала оптимистический прогноз в отношении





создания атомного оружия. Предварительные исследования проводились в Ливерпуле, Кембридже, Бристоле, их координировал Чедвик. По рекомендации видных британских ученых, Дж. П. Томсона (1892–1975, Нобелевская премия по физике в 1937 г.) и П.М.С. Блэккета (1897–1974, Нобелевская премия по физике, 1948 г.), советников правительства, для более быстрого осуществления проекта по созданию атомного оружия было решено объединить усилия ученых Великобритании и США, и группа ученых Англии была направлена в США для участия в Манхэттенском проекте. С 1942 по 1945 год усилия британских ученых, работавших в США, координировал Чедвик, который вернулся в Ливерпуль только в 1946 г.

Одним из крупнейших немецких физиков того времени был Вернер Гейзенберг (1901–1976). Он окончил Мюнхенский университет, ученик А. Зоммерфельда. Затем был ассистентом у М. Борна, стажировался в Дании у Н. Бора. В 1932 году В. Гейзенберг получил Нобелевскую премию по физике «за создание квантовой механики, применение которой привело, помимо прочего, к открытию аллотропных форм водорода». В 1941 году ученый был назначен профессором физики Берлинского университета и директором Физического института кайзера Вильгельма. Несмотря на то, что Гейзенберг не был сторонником установившегося в стране режима, он возглавил германский Атомный проект. В. Гейзенберг был одним из талантливейших физиков, но целый ряд обстоятельств привел к тому, что участники проекта, среди которых были О. Ган и В. Боте, не смогли построить даже атомный реактор. Одна из причин – некомпетентность правительства, которое прежде всего поощряло проекты, дающие быстрый и понятный ему результат. Вторая причина, не менее важная, заключалась в том, что возведение антисемитизма в ранг государственной политики лишило Германию большого числа выдающихся ученых, включая физиков и химиков,

которые вынуждены были эмигрировать. Среди них были нобелевские лауреаты, будущие нобелевские лауреаты, известные ученые. Покинули Германию лауреаты Нобелевской премии по физике различных лет (в скобках – год присуждения Нобелевской премии): А. Эйнштейн (1921), Д. Франк (1925), Э. Шредингер (1933), О. Штерн (1943), М. Борн (1954), Х.А. Бете (1967), лауреат Нобелевской премии по химии Г. Херцберг (1971), известные ученые Л. Мейтнер, Л. Сциллард, Е. Теллер. При этом Бете, Франк, Сциллард и Теллер приняли самое активное участие в Атомном проекте США.

Нильс Бор, живший в Копенгагене, в условиях немецкой оккупации занимался теорией деления ядер. В 1943 году, будучи предупрежден об аресте, бежал вместе с семьей в Швецию. Оттуда Н. Бор вместе со своим старшим сыном Оге Бором (род. в 1922 г.), будущим лауреатом Нобелевской премии по физике (1975 г.), переехал в Англию. Хотя сам Н. Бор не вполне был уверен в технической осуществимости создания атомной бомбы, он вместе с сыном в конце 1943 года отправился в США.

В книгах непосредственных участников Атомного проекта в США [1, 2] подробно, поэтапно рассмотрены работы в лабораториях целого ряда университетов над отдельными разделами программы. Исследования особенно крупного масштаба проводились в Чикагском университете по проблеме получения плутония и в Колумбийском университете, где занимались разделением изотопов урана. Во главе Чикагской лаборатории находился А. Комптон, строительством небольшого ядерного реактора руководил Э. Ферми, технологией разделения плутония и урана занимался Г. Сиборг. Там же работал Э.П. Вигнер (1902–1995, Нобелевская премия по физике в 1963 г.). В Колумбийском университете во главе работ стояли Э.О. Лоуренс и Г.К. Юри. К осени 1944 года в промышленных масштабах началось производство плутония (Хэнфорд, штат Вашингтон) и обогащение урана изотопом уран-235 (Клинтон, штат Теннесси).

Однако еще раньше, весной 1943 года, в Лос-Аламосе (штат Нью-Мексико), в малонаселенной местности была создана новая лаборатория для исследования, конструирования и изготовления атомной бомбы. Все работы проводились в обстановке строжайшей секретности. Директором лаборатории был назначен Роберт Оппенгеймер (1904–1967), известный американский физик-теоретик с широким диапазоном научных интересов [2, 4]. Он родился в еврейской семье, эмигрировавшей из Германии в США еще в конце XIX века. С высшей оценкой окончил Гарвардский университет (США), стажировался в Кембриджском университете (Великобритания) под руководством Резерфорда, в Геттингенском университете (Германия) у Борна, в 1929 году вернулся в США. Для дальнейшей работы он выбрал Калифорнийский университет, в Беркли, недалеко от Сан-Франциско.

В Лос-Аламосской лаборатории к весне 1945 года существовали семь отделов, в их работе принимали участие выдающиеся ученые, среди которых были Х.А. Бете, Э. Ферми, Э.М. Макмиллан (1907–1991, Нобелевская премия по химии в 1951 г.), Р.Ф. Фейнман (1918–1988, Нобелевская премия по физике в 1965 г.). Много времени уделяли лаборатории Н. Бор и Д. Чедвик.

С 1943 года консультантом в ряде отделов Лос-Аламосской лаборатории был Г.Б. Кистяковский (1900–1982), профессор Гарвардского университета, крупнейший физико-химик (племянник академика В.А. Кистяковского, который руководил кафедрой физической химии в Петербургском-Петроградском-Ленинградском политехническом институте в 1902–1918 и в 1922–1934 гг.). В 1944 году Г.Б. Кистяковский поселился в Лос-Аламосе, возглавив отдел по разработке традиционных взрывчатых веществ, обеспечивающих взрыв атомной бомбы, своего рода «детонатора» для реализации атомного взрыва. С января 1944 по февраль 1945-го Кистяковский занимался этой сложнейшей технической задачей, от успеш-

ного решения которой зависели не только мощность взрыва, но и сам взрыв. 16 июля 1945 года, в день испытания первой в мире атомной бомбы на полигоне в штате Нью-Мексико, Кистяковский находился рядом с Оппенгеймером и вместе с другими участниками проекта. По воспоминаниям одного из генералов, когда произошел взрыв, Кистяковский обнял и расцеловал Оппенгеймера [1]. По словам самого Кистяковского, «военными вопросами он стал заниматься потому, что решительно был настроен против нацизма» [5].

В 1946 году ученый вернулся в Гарвардский университет, приступил к лекциям и научным исследованиям, однако в 50-х годах становится консультантом многих правительственных учреждений по вопросам ядерных вооружений и средств их доставки, с 1958 по 1961 год он занимает пост специального советника по науке и технике при президенте США Д. Эйзенхауэре, 34-м президенте страны (1890–1969, президент с 1953 по 1961 гг.). В январе 1968 г. Кистяковский покинул все посты в правительственных учреждениях, сосредоточив все внимание на работе в Гарвардском университете. Более подробные сведения о Г.Б. Кистяковском, покинувшем Россию вместе с войсками генерала Врангеля в конце 1920 года, об его отце, известном философе и социологе, других членах семьи Кистяковских содержатся в сборнике [5].

Ф. Рузвельт не дожидаясь испытания атомной бомбы, он не оставил никаких распоряжений относительно применения ядерного оружия и перспектив создания международного контроля над его распространением. Большинство ученых, принимавших участие в Манхэттенском проекте, были против применения атомного оружия в войне с Японией, которая на заключительном этапе Второй мировой войны была близка к поражению. Движение ученых против применения атомной бомбы возглавляли Ферми и Сциллард. Во время работы Берлинской (Потсдамской)



конференции 24 июля 1945 года новый президент США Г. Трумен (1884–1972) сообщил Сталину, что США располагают «оружием огромной разрушительной силы». Для демонстрации военной мощи США 6 августа 1945 года на г. Хиросиму была сброшена бомба на основе урана-235, а 9 августа 1945 г. бомба на основе плутония сброшена на г. Нагасаки. Жертвы среди мирного населения были огромны. Великий ученый XX века Альберт Эйнштейн был потрясен случившейся трагедией с неисчислимыми последствиями.

Развитию работ в области радиоактивности в России в первой половине XX века посвящены крупные исследования [6–10], и мы не будем на этом останавливаться. Подробно обсуждается отношение лидера российских химиков в начале XX века Д.И. Менделеева (1834–1907) к открытию радиоактивности [11, 12]. Ученый был очень заинтересован открытием, в 1902 г. во время своей зарубежной поездки он встречался с Беккерелем, супругами Кюри. По нашему мнению, наиболее объективно отношение Менделеева к явлению радиоактивности изложено в очерках по истории химии М.И. Усановича [13].

Д.И. Менделеев не предполагал, что открытие радиоактивности окажет какое-либо влияние на учение о строении атомов. Из радиоактивных элементов, открытых при его жизни, ученый признал существующим только радий и внес его в периодическую систему. Великий русский ученый до конца жизни не мог согласиться с возможностью превращения одного элемента в другой. Аналогичную позицию занимал и один из основоположников термодинамики английский физик У. Томсон (лорд Кельвин, 1824–1907).

Открытие радиоактивности уже в начале XX века вызвало интерес со стороны ряда российских физиков и химиков. К их числу, в частности, относятся И.И. Боргман (1849–1914), В.А. Богоявленский (1878–1943), В.А. Бородавский (1878–1914), Л.С. Коловрат-Червинский (1884–1921), Е.С. Брускер (1887–1965). На фоне ранее перечисленных открытий

их работы выглядят значительно скромнее, они описаны [6–8].

В начале XX века в России было известно только одно месторождение ураносодержащей руды промышленного значения – в Фергане (Средняя Азия, в районе Тюя-Муюнского перевала), минерал тюямунит, в среднем 0,97 мас. %  $U_3O_8$ . С 1908 по 1914 год оно эксплуатировалось частной компанией, урано-ванадиевый концентрат вывозился в Германию. Вероятно, конечной целью переработки руды был ванадий: уран в те годы был никому не нужен, а извлекать ничтожные количества радия было сложно при наличии в мире гораздо более богатых ураном, а соответственно, и радием месторождений.

В октябре 1908 года по инициативе В.И. Вернадского (1863–1945, академик с 1912 г.) Академия наук приняла решение считать первоочередной задачей изучение радиоактивных руд в России. В 1910 году на годичном Общем собрании Академии наук Вернадский выступил с докладом «Задачи дня в области радия». Всю перспективу в области радия он видел в «лучистой энергии» его. В 1911–1916 годах благодаря содействию президента Академии наук великого князя К.К. Романова ежегодно выделялись средства на проведение экспедиций в различные регионы страны, главной задачей которых были поиски радиоактивных руд. Однако существенных успехов достигнуто не было. С 1912 года, будучи действительным членом Академии наук, Вернадский возглавляет постоянно действующую Радиевую экспедицию Академии наук. Кроме того, была также Радиевая комиссия Академии наук. Когда в 1915 году при Академии наук была создана «Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС)», при ней был создан Радиевый отдел, который возглавил А.Е. Ферсман (1883–1945, с 1919 г. – академик). Однако нельзя сказать, что наличие ряда комиссий приводило к особо существенным результатам [14].

В 1918 году Химический отдел ВСНХ национализировал имеющиеся на складах в Петрогра-



де запасы ферганской урано-ванадиевой руды и остатки от её первичной переработки. Была поставлена задача получить прежде всего из этой отечественной руды препараты радия, попутно разработать технологию извлечения урана и ванадия. Путешествие всей руды по России в условиях гражданской войны описано достаточно подробно [8]. В конечном итоге пробный радиевый завод был построен на территории старинного химического предприятия на реке Каме, недалеко от г. Елабуги. Работы велись в исключительно трудных условиях, не хватало топлива, реактивов. Тем не менее, 1 декабря 1921 года были получены первые в России высокоактивные препараты радия. Проектировал завод, строил и руководил им И.Я. Башилов (1892–1953), выпускник металлургического отделения Петроградского политехнического института [15]. Он же разработал технологию извлечения из руды урана и ванадия. Процесс извлечения солей радия разработал и осуществил В.Г. Хлопин (1890–1950, академик с 1939 г.).

В январе 1922 года в Петрограде был создан Радиевый институт, его директором был утвержден академик В.И. Вернадский, который занимал эту должность до 1938 г. В.Г. Хлопин был его заместителем и заведующим химическим отделом Института, с 1939 года – директором Радиевого института до конца жизни. И.Я. Башилов жил в Москве, был одним из организаторов промышленности редких металлов в стране. С 1931 года – профессор в Институте тонкой химической технологии, основал кафедру, занимающуюся редкими металлами, заместитель директора Института «Гиредмет», автор ряда монографий. В 1938 году И.Я. Башилов был арестован и пять лет провел в исправительно-трудовом лагере в Коми АССР. Полностью реабилитирован в 1955 году. Книга [15] – единственная об этом ученом. Автор данного очерка работал вместе с И.Я. Башиловым в Красноярске, хорошо знал его.

Исследования советских ученых в области радиоактивности в период до 1945 года описа-

ны в работах [7, 10]. В связи с появлениями в печати западноевропейских стран и США сообщений о реальной возможности практического использования атомной энергии Президиум АН СССР по инициативе В.И. Вернадского 30 июля 1940 года создал весьма представительную Комиссию по проблеме урана, председателем которой был назначен директор Радиевого института академик В.Г. Хлопин, его заместителями – академики В.И. Вернадский и А.Ф. Иоффе. Наряду с известными академиками в состав Комиссии вошли также И.В. Курчатов и Ю.Б. Харитон, относительно молодые физики. Однако степень осведомленности о работах, проводимых в США, даже у председателя «Урановой комиссии» была низкой. В подписанном В.Г. Хлопиным в апреле 1941 года секретном заключении говорится: «Положение с проблемой урана в настоящее время таково, что практическое использование внутриатомной энергии... является более или менее отдаленной целью, а не вопросом сегодняшнего дня» [16]. А ведь до подписания Рузвельтом программы работ по созданию ядерного оружия оставалось всего 15 месяцев, предварительные исследования и расчеты, проведенные в США и в Англии, показали возможность решения проблемы.

На основании сведений от внешней разведки в апреле 1943 года на высшем уровне было решено начать в СССР работы по ядерной тематике, направленные, в конечном итоге, на создание ядерного оружия. В Москве была создана особо секретная лаборатория №2, которую возглавил И.В. Курчатов (1902–1963, академик с 1943 г.). Однако работы разворачивались медленно, в стране не было урана, высокочистого графита. Резкий сдвиг произошел после бомбардировки японских городов 6 и 9 августа 1945 г. При Государственном Комитете Обороны был создан Специальный комитет, который возглавил Л.П. Берия (1899–1953), назначенный одновременно первым заместителем председателя Совнаркома и наделенный особыми



полномочиями. Было создано Первое главное управление для руководства всеми работами по ядерной тематике. Научное руководство было возложено на И.В. Курчатова. В стране начался «Атомный аврал» [16]. К этому времени из США от добровольных помощников, сочувствующих СССР, поступили сведения об американском Атомном проекте, конструкции первой атомной бомбы, её чертежи. Главным осведомителем был сотрудник Лосс-Аламосской лаборатории. И.В. Сталин распорядился создавать полную копию американской атомной бомбы, с соблюдением её габаритов, без каких-либо изменений. Но нужны были уран, плутоний, высокочистый графит и многие другие необходимые материалы. Нужно было изыскать дополнительные месторождения урановой руды, построить заводы по её первичной переработке, наладить производство урана или его оксида высокой чистоты, построить ядерные реакторы для наработки плутония, разработать технологию извлечения малых количеств плутония из облученных урановых стержней, соз-

дать заводы по обогащению природного урана изотопом уран-235, наладить производство высокочистого графита, понадобился целый ряд металлов, производства которых в стране раньше не было.

В заключительной части официального отчета о разработке атомной бомбы в США [1] говорится: «Стоимость проекта, включающего возведение целых городов и невиданных доселе заводов, растянувшихся на многие мили, небывалая по объему экспериментальная работа — всё это, как в фокусе, сконцентрировалось в опытной бомбе. Никакая другая страна в мире не была бы способна на подобную затрату мозговой энергии и технических усилий».

Однако Советский Союз, несмотря на послевоенную разруху, справился с этой задачей за четыре года: 23 августа 1949 года в отдаленном степном районе Казахстана успешно был произведен взрыв первой советской плутониевой бомбы. История создания атомного оружия в нашей стране не входит в задачу данного очерка, она достаточно подробно описана [16, 17].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смит Г.Д. Атомная энергия для военных целей / Пер. с англ. М.: Трансжелдориздат, 1946. 276 с.
2. Гровс Л. Теперь об этом можно рассказать. М.: Атомиздат, 1964. 297 с.
3. Мальков В.Л. «Манхэттенский проект». Разведка и дипломатия. М.: Наука, 1995. 271 с.
4. Рузе М. Роберт Оппенгеймер и атомная бомба. М.: Атомиздат, 1965. 150 с.
5. Морачевский А.Г. Российские химики в эмиграции. Шесть исторических очерков. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. 148 с.
6. Зайцева Л.Л., Фигуровский Н.А. Исследования явления радиоактивности в дореволюционной России. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 224 с.
7. Старосельская-Никитина О.А. История радиоактивности и возникновение ядерной физики. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 428 с.
8. Погодин С.А., Либман Э.П. Как добыли советский радий. Изд. 2-е. М.: Атомиздат, 1977. 248 с.
9. Хлопин В.Г. Развитие радиоактивных исследований в Союзе за 15 лет // Природа. 1932. №11-12. С. 1013–1030.
10. Гольданский В.И., Трифонов Д.Н. Семьдесят пять лет учения о радиоактивности // Вопросы истории естествознания и техники. 1971. Вып. 1 (34). С. 3–11.
11. Макареня А.А. Д.И. Менделеев о радиоактивности и сложности элементов. М.: Атомиздат, 1975. 112 с.
12. Вдовенко В.М., Добротин Р.Б. Д.И. Менделеев и вопросы радиоактивности // Вопросы истории естествознания и техники. 1957. Вып. 7. С. 175–177.
13. Усанович М.И. Из истории химии. Очерки из жизни и деятельности выдающихся ученых. Алматы: Казахский университет, 2004. 328 с.
14. Морачевский А.Г. Академик Владимир Иванович Вернадский. К 150-летию со дня рождения / Под ред. акад. РАН Ю.С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 106 с.
15. Морачевский А.Г., Морачевская Д.А. Жизнь и труды профессора Башилова. СПб.: Скифия принт, 2012. 110 с.
16. Грабовский М.П. Атомный аврал. М.: Научная книга. 2001. 200 с.
17. Никольский Б.П. Воспоминания. К истории атомной промышленности в СССР. Препринт. М.: ЦНИИатоминформ, 1996. 32 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**МОРАЧЕВСКИЙ Андрей Георгиевич** — доктор технических наук профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого  
E-mail: andrey.morachevsky@gmail.com

Дата поступления статьи в редакцию: 11.09.2018

## REFERENCES

- [1] **Smit G.D.** Atomnaya energiya dlya voyennykh tseley / Per. s angl. M.: Transzheldorizdat, 1946. 276 s. (rus.)
- [2] **Grovs L.** Teper ob etom možno rasskazat. M.: Atomizdat, 1964. 297 s. (rus.)
- [3] **Malkov V.L.** «Mankhettenskiy proyekt». Razvedka i diplomatiya. M.: Nauka, 1995. 271 s. (rus.)
- [4] **Ruze M.** Robert Oppenheimer i atomnaya bomba. M.: Atomizdat, 1965. 150 s. (rus.)
- [5] **Morachevskiy A.G.** Rossiyskiye khimiki v emigratsii. Shest istoricheskikh ocherkov. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2014. 148 s. (rus.)
- [6] **Zaytseva L.L., Figurovskiy N.A.** Issledovaniya yavleniya radioaktivnosti v dorevoluytsionnoy Rossii. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 224 s. (rus.)
- [7] **Staroselskaya-Nikitina O.A.** Istoriya radioaktivnosti i vzniknoveniye yadernoy fiziki. M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. 428 s. (rus.)
- [8] **Pogodin S.A., Libman E.P.** Kak dobyli sovetskiy radiy. Izd. 2-ye. M.: Atomizdat, 1977. 248 s. (rus.)
- [9] **Khlopin V.G.** Razvitiye radioaktivnykh issledovaniy v Soyuze za 15 let. *Priroda*. 1932. №11-12. S. 1013–1030. (rus.)
- [10] **Goldanskiy V.I., Trifonov D.N.** Semdesyat pyat let ucheniya o radioaktivnosti. *Voprosy istorii yestestvoznaniia i tekhniki*. 1971. Vyp. 1 (34). S. 3–11. (rus.)
- [11] **Makarenya A.A.** D.I. Mendeleev o radioaktivnosti i slozhnosti elementov. M.: Atomizdat, 1975. 112 s. (rus.)
- [12] **Vdovenko V.M., Dobrotin R.B.** D.I. Mendeleev i voprosy radioaktivnosti. *Voprosy istorii yestestvoznaniia i tekhniki*. 1957. Vyp. 7. S. 175–177. (rus.)
- [13] **Usanovich M.I.** Iz istorii khimii. Ocherki iz zhizni i deyatelnosti vydayushchikhsya uchenykh. Almaty: Kazakhskiy universitet, 2004. 328 s. (rus.)
- [14] **Morachevskiy A.G.** Akademik Vladimir Ivanovich Vernadskiy. K 150-letiyu so dnya rozhdeniya / Pod red. akad. RAN Yu.S. Vasilyeva. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2013. 106 s. (rus.)
- [15] **Morachevskiy A.G., Morachevskaya D.A.** Zhizn i trudy professora Bashilova. SPb.: Skifiya print, 2012. 110 s. (rus.)
- [16] **Grabovskiy M.P.** Atomnyy avral. M.: Nauchnaya kniga. 2001. 200 s. (rus.)
- [17] **Nikolskiy B.P.** Vospominaniya. K istorii atomnoy promyshlennosti v SSSR. Preprint. M.: TsNIIatominform, 1996. 32 s. (rus.)

## THE AUTHORS

**MORACHEVSKIY Andrei G.** — Peter the Great St. Petersburg polytechnic university  
E-mail: andrey.morachevsky@gmail.com

Received: 11.09.2018