

А Н Т О Н П Е Р В У Ш И Н

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ

И С Т О Р И Я С В Е Р Х О Р У Ж И Я



Антон Иванович Первушин
Атомный проект. История сверхоружия
Серия «Тайны истории»

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=11221547

*Первушин А. Атомный проект: История сверхоружия: ООО «Торгово-издательский дом
«Амфора»; СПб; 2015*

ISBN 978-5-367-02793-8, 978-5-367-03265-9

Аннотация

В книге рассказывается о работе физиков Германии, США и СССР над созданием атомной бомбы. Это оружие должно было стать решающим фактором в военном противостоянии сверхдержав.

Содержание

Предисловие	5
Глава 1	6
Начало всех вещей	6
Тайны «икс-лучей»	11
Научная революция	13
Оружие будущего	16
Глава 2	22
Место изотопов	22
Третья частица	25
Ядерные превращения	27
Золотые рыбки	29
Взорвать атом	31
Глава 3	33
«Урановая машина»	33
Похищение тяжелой воды	38
Реактор Хартека	41
Поиски вслепую	43
Критическая масса	47
Катастрофа в Лейпциге	51
Последняя попытка	55
Конец ознакомительного фрагмента.	57

Антон Первушин

Атомный проект: История сверхоружия

© ООО «Торгово-издательский дом «Амфора», 2015

Предисловие

Всего век назад атомное оружие казалось чем-то фантастическим – на одном уровне с межпланетными полетами, лучами смерти, спиритизмом, телепатией и путешествиями во времени. Авторы жанровой литературы и наивные популяризаторы с большим удовольствием описывали потенциальные возможности, которые дает овладение атомной энергией: от установления всемирной диктатуры до рейсов в соседние звездные системы. Никто из них и представить себе не мог, что последствия использования атомной энергии окажутся трагическими: погибнут тысячи людей, будут разрушены два японских города, несколько раз мир будет замирать в шаге от глобальной катастрофы.

Сегодня мы привыкли с опаской относиться ко всему, на чем стоит знак радиационной опасности. Еще бы! Аварии на атомных электростанциях в Припяти и Фукусиме, эвакуация населения близлежащих городов, долгосрочные последствия – всё это не могло не сказаться на отношении человечества к атомной энергетике. И в то же время масштабной войны с использованием атомных арсеналов удалось избежать. Считается, что такая война бессмысленна: ведь при любом развитии событий победителей в ней не будет. Но чтобы лидеры противостоящих государств осознали эту простую истину, понадобилось установить твердый стратегический паритет.

История атомного проекта во многом уникальна – хотя бы тем, что подразумевает многовариантность прочтения. Ее можно рассказывать как историю великих ученых, постигавших тайны материи и столкнувшихся на этом пути с необходимостью выбирать между патриотизмом и гуманизмом. Ее можно рассказывать как историю разведчиков, сумевших по крупицам собрать информацию о технических достижениях противника и ускоривших появление атомной индустрии. Ее можно рассказывать как историю политиков, использовавших «фактор атомной бомбы» для укрепления позиций своих стран на мировой арене. Ее можно рассказывать как историю людей и историю идей, как историю выдающихся открытий и историю закулисных интриг, как историю триумфального технического прорыва и историю жестокого массового убийства. И главное – можно не повторяться: хотя огромное количество документов, связанных с атомным проектом, уже рассекречено и изучено, очень многие эпизоды остаются неясными, создавая обширное поле для спекуляций.

На страницах этой книги мы даже не будем пытаться охватить всю историю атомного проекта в ее многогранности, но зато попробуем выделить главное – стержневую сюжетную линию, которая превращает набор разнообразных и слабо связанных друг с другом событий в почти детективное повествование. Кроме того, мы обратимся к первоисточникам, то есть к реальным архивным документам и дневниковым записям тех, кто создавал атомное оружие, а затем испытывал его. Мы будем вспоминать школьные уроки физики и вникать в детали. Ведь прошлый век неслучайно называют «атомным»: значительная часть процессов, происходивших в мире в течение десятков лет, так или иначе была связана с этими новыми видами энергетике и вооружений. И самое важное – история атомного проекта не завершена, она продолжается и поныне, определяя контуры нашего будущего.

Глава 1

Современная алхимия

Начало всех вещей

Если мы хотим разобраться, насколько было значимо для цивилизации открытие атомной энергии, нам следует обратиться к прошлому и вспомнить, как именно люди познавали микромир.

Процесс этого познания был связан с непосредственным опытом, который мог получить еще доисторический человек. Один из современных популяризаторов даже выдвинул гипотезу, будто бы наши предки, обтесывая камни для производства первых орудий, могли обратить внимание, что даже самый большой камень можно раздробить в пыль, и задавались вопросом: а из чего состоит сама пыль? Такая гипотеза остается на совести ее автора, однако сегодня мы определенно знаем, что по мере совершенствования разума и общества абстрактные вопросы перестают казаться чем-то странным, более того – именно через такие вопросы лежит путь к решению вполне практических задач.

Итак, в какой-то момент мыслители задумались: из чего состоит окружающий мир, то есть всё видимое пространство и материя? Первые идеи о существовании мельчайших частиц вещества зародились в учениях Древнего Востока, Древней Индии и Древнего Китая. До нас дошли сведения, что о них высказывался житель Древнего Востока, финикиянин Мох Сидонский в XII веке до нашей эры. Аналогичную идею можно найти в воззрениях древнеиндийской школы вайшешика. В «Книге перемен» («И-цзин») неизвестный древнекитайский автор утверждал, что в основе всех вещей лежит туманная масса – «тай-цзи», которая состоит из противоположных частиц «ци», а взаимодействие этих частиц обуславливает изменение вещей.

Значительно более глубоко отражены явления природы в учениях древнегреческих философов (V и IV вв. до н. э.). Мы знаем, что они серьезно задумывались над сущностью и происхождением материи. Изначально философы полагали, что природа состоит из первичных неизменных элементов: огня, земли, воздуха и воды. Соединяясь между собой, элементы дают многообразие окружающих нас предметов. Позднее возник более глубокий вопрос: а из чего состоят сами элементы? Первыми его сформулировал милетский философ Левкипп – учитель гениального материалиста Демокрита (460–370 гг. до н. э.). Оба пришли к выводу, что качественного различия первичных элементов не существует, что вся материя состоит из мельчайших частиц вещества, то есть таких, которые разделить уже нельзя. Именно Демокрит и произнес слово «атом» (от греческого «атомос» – «неделимый»), которым мы активно пользуемся по сей день.

Закладывая основы атомистической философии, Демокрит учил, что атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме. Они могут быть шаровидными, пирамидальными, крючковатыми. Они неделимы и лишены внутреннего строения. Они являются началом всех вещей. Они не создаются и не уничтожаются. Всякое возникновение или уничтожение вещей – только кажущееся.

В средневековье философия Демокрита была почти забыта. Именно в ту эпоху появилась алхимия, одной из целей которой стало открытие «философского камня» – катализатора, способствующего превращению веществ (трансмутации). Разумеется, речь прежде всего шла о превращении дешевых металлов в золото. Хотя у алхимиков не было единой теории, они пошли экспериментальным путем, пробуя различные смеси и температурные

режимы. В результате своих слепых поисков они все же обнаруживали кое-какие закономерности. Они узнавали, что, например, известь и вода реагируют между собой, медные стружки при нагревании превращаются в черное вещество и тому подобное. Алхимики изобрели порох, научились выделять этиловый спирт, ввели новейшие методы обработки металлов, придумали герметизацию и консервацию, составляли каталоги минералов и лекарственных трав. Однако их бурная деятельность так и не смогла привести к качественному скачку: ведь они опирались на устаревшую еще во времена Демокрита теорию четырех (или пяти, включая «квинтэссенцию») первичных элементов, что не способствовало проникновению в тайны вещества.

Перелом произошел позднее – после того, как европейские мыслители вернулись к атомистическим взглядам. Одним из первых в длинном ряду ученых стал англичанин Роберт Бойль, живший в XVII веке. В результате опытов и рассуждений он пришел к выводу: вещество может находиться в трех состояниях – жидком, твердом и газообразном. И в каждом состоянии вещество состоит из мельчайших частиц – корпускул, которые механически (то есть при помощи крючочков, зазубрин и так далее) сцепляются между собой.

Оставалось неясным, почему происходят взаимодействия между веществами. Для ответа на этот вопрос немецкий врач Эрнст Шталь, практиковавший в начале XVIII века, предположил, что должно существовать некое вещество, не имеющее ни веса, ни запаха, ни цвета. Это вещество он назвал флогистонем. По мнению Шталя, флогистон должен обуславливать связи и химическое взаимодействие между корпускулами. Например, горят дрова в камине. Видно пламя. Образуются зола и дым. Теория Шталя объясняла этот процесс очень просто: флогистон переходит из одного вещества в другие. Считалось, что флогистон – это нематериальное начало горючести. Особенно много флогистона содержат воспламеняющиеся вещества.

Теория Шталя выглядела очень стройной и стала первой теорией научной химии, отделив последнюю от алхимии. Она получила широкое распространение, и слово «флогистон» не сходило со страниц научных трудов. Никто из ученых не сомневался в его существовании. И даже когда опыты указывали на то, что в этой теории концы не сходятся с концами, ученые упорно старались ее усовершенствовать. Кстати, раньше остальных отказался от нее наш выдающийся соотечественник Михаил Ломоносов.

В 1770-х годах теория флогистона была все-таки опровергнута благодаря работам Антуана Лавуазье. Старую теорию сменила другая – кислородная теория горения. Новые идеи встретили сопротивление европейских ученых. Одним из таких был естествоиспытатель Ричард Кирван, возглавлявший Ирландскую академию в Дублине. В 1792 году Кирван официально заявил: «Я вижу теперь ясно, что нет ни одного надежного опыта, который бы доказывал образование „фиксируемого воздуха“ из флогистона и кислорода, а при этих обстоятельствах невозможно далее считать справедливой флогистическую систему».

Следующий шаг сделал ученый-самоучка из Манчестера – учитель математики и химии Джон Дальтон. На свои средства он оборудовал лабораторию, стал проводить опыты. Он задумывался над механизмом превращения веществ и постепенно сформулировал собственную теорию химического взаимодействия. Дальтон отказался от общеупотребимого термина «корпускула», вернувшись к античному «атому», что, по его мнению, лучше всего подчеркивало элементарность неделимой частицы вещества.

В 1808 году Джон Дальтон опубликовал первый том «Нового курса химической философии», в которой изложил основы созданной им теории. В этой книге он описывал атомы как упругие и неподвижные в обычном состоянии шарики. Дальтон пришел к выводу, что в природе существуют простые вещества, названные им элементами, и сложные, которые состоят из этих элементов. Каждый элемент складывается из атомов, характерных только для него, со строго определенными свойствами.

Главным выводом из теории Дальтона стал закон кратных отношений, который гласит, что атомы веществ образуют более сложное вещество только в простейшей пропорции. Другими словами, в химических реакциях могут соединяться только целые атомы, но ни в коем случае не их части. Дальтон впервые ввел в практику понятие «атомного веса» (или «атомной массы») элемента. В его времена взвесить атом было принципиально невозможно, поэтому ученый предложил оперировать относительными величинами. Скажем, если принять вес атома водорода за единицу, то можно будет посчитать вес атомов других элементов по отношению к атому водорода.

Чтобы установить атомный вес тех или иных элементов, Дальтон проводил множество опытов. Например, он брал водород с хлором и получал хлористый водород. При этом Дальтон установил, что новое вещество получается из одной весовой части водорода и приблизительно тридцати пяти весовых частей хлора. И сделал правильный вывод: атомный вес водорода в тридцать пять раз меньше атомного веса хлора. Тем не менее его теория приводила и к ошибкам. Дальтон взял водород с кислородом и нашел, что вода получается из одной весовой части водорода и восьми весовых частей кислорода. Ученый пришел к выводу, что атомный вес кислорода должен быть равен восьми. Однако в действительности атомный вес кислорода вдвое больше. Дело в том, что Дальтон полагал, будто бы атомы элементов соединяются друг с другом в пропорции один к одному. В действительности они могут образовывать сложные молекулы: та же молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода.

Ошибку Дальтона исправили итальянский физик Амедео Авогадро и шведский химик Йоганн Берцелиус. Последний также установил, что элементы не соединяются в простых отношениях. Заданное количество водорода на самом деле чуть меньше, чем восьмикратная масса кислорода. Получалось, что если атомный вес водорода предположительно составляет 1, то атомный вес кислорода должен быть не 16, а 15,87. Чтобы проводить дальнейшие исследования атомного веса элементов, показалось более удобным определить атомный вес кислорода, в отличие от атомного веса водорода, как целое число. В частности, такую попытку предпринял сам Берцелиус, опубликовав в 1828 году свою таблицу атомных весов. Вначале он определил атомный вес кислорода как 100, затем решил уменьшить цифры и установил атомный вес кислорода 16 единиц. В этом случае атомный вес водорода должен немного превышать 1, то есть стал равным 1,008. Введенная Берцелиусом система просуществовала почти полтора столетия.

На протяжении всего XIX века химики продолжали интенсивно работать над проблемой определения атомного веса. К началу XX века им удалось определить атомный вес большинства известных элементов, многих с точностью до двух знаков, а иных даже до трех. Некоторые элементы имеют атомный вес, выраженный в числах, которые близки к целым (по стандарту кислород равен 16). Атомный вес алюминия, скажем, составляет около 27, кальция около 40, углерода около 12, золота около 197. Однако выяснилось, что у некоторых элементов атомный вес очень далек от целых чисел. Атомный вес хлора – 35,5, меди 63,5, железа 55,8, серебра – 107,9 и так далее.

Химики не знали, почему у одних веществ атомный вес составляет целые числа, а у других нет. Они просто проводили опыты и публиковали результаты. Ответы на очередные вопросы были получены только тогда, когда был достигнут прогресс в исследовании электричества.

В XVIII веке ученые прямо-таки восхищались свойствами электричества. В то время его представляли как очень легкую и подвижную жидкость, которая беспрепятственно проходит через материальные тела. Однако электричество могло не только проходить сквозь тела, но и вызывать в них значительные изменения. Уже в первые годы XIX века исследо-

ватели обнаружили, что поток электричества в жидкости заставлял различные атомы или группы атомов двигаться в противоположных направлениях.

В 1832 году английский физик Майкл Фарадей заметил, что определенное количество электричества, проходящее через разные вещества, освобождает одно и то же количество атомов. Правда, в некоторых случаях освобождалась только половина, а иногда и треть ожидаемого количества атомов. Стремясь объяснить это явление, ученые высказали предположение, что электричество, так же как и материя, может состоять из крошечных частиц и при расщеплении молекул «единица электричества» прикрепляется к каждому атому. В этом случае некоторое количество электричества, содержащее одно и то же число единиц, способно освободить одно и то же количество атомов.

Со временем стало ясно, что электричество существует как бы в двух разновидностях, которые назвали положительным и отрицательным зарядами. Соответственно, если с атомом связан положительный заряд электричества, то под действием электрического напряжения он должен притягиваться в одном направлении; если же атом обладает отрицательным электрическим зарядом, то он должен притягиваться в другом направлении.

Поскольку изучать единицы электричества было гораздо труднее, чем атомные единицы материи, на протяжении XIX века они даже не имели названия. Только в 1891 году ирландский физик Джордж Стоуни предложил назвать предполагаемую единицу электричества электроном.

Как известно, электрический ток всегда течет по замкнутой цепи проводников – например, по металлической проволоке. Полюс батареи или другого источника электрического напряжения, от которого начинается движение тока, назвали положительным (анодом), а другой – отрицательным (катодом). Если возникает разрыв в цепи, то движение электрического тока прекращается. Однако в том случае, когда разрыв невелик, а напряжение достаточно высоко, ток может просочиться через разрыв в виде искры. Возникающая при этом вспышка света и треск являются результатом взаимодействия электрического тока с молекулами воздуха и их нагрева. Но свет и звук – не электричество. Для того чтобы обнаружить само электричество, ток следует пропустить через промежуток между электродами, находящимися в вакууме. Для этого два электрода впаивают в стеклянную трубку, из которой откачивают почти весь воздух.

Такая сложная технологическая операция была выполнена далеко не сразу. Только в 1854 году ее удалось осуществить немецкому стеклодуву и изобретателю Генриху Гейсслеру. Оказалось, что, если пропустить через его трубку достаточно высокое напряжение, ток пойдет и через вакуум.

В 1858 году немецкий физик Юлиус Плюккер заметил, что, когда электрический ток проходит через трубку Гейсслера, над катодом возникает зеленоватое свечение. Исследователи продолжали изучать это свечение, пока наконец другой немецкий физик Ойген Гольдштейн в 1876 году не пришел к выводу, что существуют невидимые лучи, которые испускает отрицательно заряженный электрод и которые заканчиваются у противоположного конца трубки. Он назвал их «катодными лучами» и полагал, что они представляют собой искомый электрический ток, движущийся внутри металлических проводов. Гольдштейн задумался: можно ли считать, что катодные лучи обладают теми же волновыми свойствами, что и видимый свет, или они являются потоком частиц, обладающих массой?

Существовали как сторонники, так и противники указанных точек зрения. Однако в 1885 году английский физик Уильям Крук сумел направить катодные лучи на колесо с лопатками, и они заставили его поворачиваться. Его опыт показал, что катодные лучи обладают массой и, следовательно, представляют собой поток частиц, аналогичных атомам, а не поток волн, не имеющих массы. Больше того, Крук продемонстрировал, что поток катодных лучей можно отклонять при помощи магнита (аналогично проводнику, помещенному

в магнитное поле). Всё это означало, что, в отличие от света или обыкновенных атомов, катодные лучи содержат электрический заряд.

Представление о катодных лучах как о потоке заряженных частиц подтвердили работы английского физика Джозефа Томсона, который в 1897 году обнаружил, что поток катодных лучей может искривляться также под действием электрически заряженных предметов. По направлению их отклонения Томсон определил, что катодные лучи должны состоять из отрицательно заряженных частиц. Для их наименования и стали использовать название, предложенное Джорджем Стоуни. Другими словами, стали говорить, что катодные лучи состоят из потока электронов.

Степень отклонения катодных лучей под влиянием магнита или электрически заряженных предметов зависит от массы электрона и величины электрического заряда или магнитного поля, воздействующего на них. Измеряя это отклонение в разных условиях, ученые смогли определить свойства частиц. Казалось, что масса электрона примерно соответствует массе атома водорода. Однако Джозеф Томсон сумел доказать, что в действительности электрон гораздо легче, чем атом водорода, который считался самым легким из всех атомов. Получается, что электрон – первая «субатомная частица», открытая человеком.

Таким образом, к 1897 году физики сумели описать только два типа «неделимых» частиц, обладающих массой: атомы, образующие обычное вещество, и электроны, образующие электрический ток. Самое интересное было впереди.

Тайны «икс-лучей»

После открытия электрона исследователи пытались увязать оба вида частиц друг с другом.

В 1895 году немецкий физик Вильгельм Рентген, работая с катодными лучами, заметил странное явление. Листок бумаги, покрытый соединением бария, во время приближения к трубке Гейслера, находящейся в чехле из черного картона, при каждом разряде начинает ярко светиться. Хорошо видимое свечение не зависело от того, какой стороной бумагу подносят к трубке: покрытой соединением бария или противоположной. Самое удивительное состояло в том, что разрядные трубки, которыми пользовался Рентген, применялись исследователями в течение сорока лет, и никто не обращал внимания на это явление. Оставалось предположить, что трубка испускает еще какие-то невидимые лучи, которые свободно проходят через картон, стекло, бумагу и вызывают свечение соединения бария.

Рентген помещал между трубкой и бумагой со слоем бария различные предметы: книгу, колоду карт, доски, алюминиевую пластинку, эбонит. Все эти вещества пропускали лучи, и свечение бария продолжалось. Тогда Рентген подставил руку. На бариевом экране появились слабые очертания руки и костей кисти. Подставил кошелек, и на экране ясно стало видно его содержимое. Фантастика! Поскольку Рентген не смог определить, какого происхождения наблюдаемое излучение, он назвал его «икс-лучами». Название сохранилось и после того, как ученые начали исследовать природу рентгеновских лучей и обнаружили, что по своим свойствам они похожи на свет, но имеют более короткую длину волны, чем тот, который видит глаз.

Физики стали искать рентгеновские лучи повсюду. Француз Анри Беккерель заметил, что сульфат урана, выставленный под солнце, затем начинал светиться в темноте. Беккерель решил проверить, не излучает ли это соединение «икс-лучи». Оказалось, что излучает. Однако в ходе дальнейших исследований, в 1896 году, Беккерель случайно обнаружил, что сульфат урана испускает «икс-лучи» постоянно, вне зависимости от того, выставляют его на солнце или нет. Затем он выяснил, что эти лучи вызывают почернение фотопластины так же, как и обычный свет. Более того, Беккерель показал, что пластинка засвечивалась и в том случае, когда ее заворачивали в черную бумагу. Следовательно, эти лучи проникали через вещество, как и «икс-лучи», но при этом не могли быть ими: француз довольно быстро установил, что его лучи свободно проходят и через те вещества, которые стали преградой для «икс-лучей» Рентгена. Беккерель также заметил, что интенсивность испускаемых ураном лучей не зависит ни от температуры, ни от освещения и не меняется со временем. Ему стало ясно, что эти лучи представляют собой совершенно новое явление в природе. Беккерель назвал его «радиацией» (от латинского слова «радиус», что означает «луч»).

Открытие «беккерелевых» лучей вызвало сенсацию. Многих ученых заинтересовало это явление. В 1898 году французский физик польского происхождения Мария Склодовская-Кюри показала, что источником радиации может быть только атом урана. Больше того, ей удалось отыскать еще один элемент, излучающий радиацию. Им оказался торий. Склодовская-Кюри предложила назвать обнаруженное природное свойство радиоактивностью, а излучающие элементы – радиоэлементами.

Однако ученым не была понятна сущность этого явления. Оно неопровержимо указывало на то, что внутри атома происходят какие-то загадочные процессы. Для продолжения исследований Мария Склодовская-Кюри решила получить уран в чистом виде. Она и ее муж Пьер Кюри провели большую серию опытов и выделили уран из соединений. Но странное дело: этот почти чистый уран излучал радиацию гораздо слабее, чем исходная руда. Супруги-физики воспроизвели эксперимент еще и еще раз. Получалось то же самое. Они начали про-

верить интенсивность излучения различных минералов урана. И тут обнаружили, что радиоактивность некоторых из них сильнее, чем должно быть, судя по содержанию урана.

«Ненормальность» в поведении различных минералов урана очень удивила супругов Кюри. Напрашивался вывод: значит, в руде, которую обрабатывала Мария Склодовская-Кюри, присутствовало какое-то другое вещество, излучающее сильнее, чем уран. Новый элемент! Снова начались опыты. Супруги Кюри брали радиоактивное вещество и воздействовали на него различными химическими способами. Получались растворы. Растворы отбирались по степени радиоактивности. С наиболее радиоактивными растворами снова проводили химические реакции и снова производили отбор. Так были получены два разных химических раствора, в которых не было урана, но которые продолжали излучать радиацию. На основании этого супруги Кюри сделали единственно возможный вывод: они обнаружили не один новый радиоактивный элемент, а целых два! Теперь нужно было дать им имена. По праву первооткрывателя Мария Склодовская-Кюри предложила назвать один радиоэлемент полонием (в честь ее родины Польши), а второй – радием. Сообщение об открытии полония супруги Кюри опубликовали в июле 1898 года, а радия – полугодом позже.

Следующий шаг сделал вышеупомянутый Анри Беккерель. В 1899 году он показал, что под действием магнита часть радиоактивного излучения отклоняется в противоположном направлении, тогда как другая часть излучается по прямой линии. Постепенно установили, что уран и торий испускают три вида излучения. Один имеет положительный электрический заряд, другой – отрицательный, а третий – не несет никакого заряда. Британский физик Эрнест Резерфорд, выходец из Новой Зеландии, назвал два первых вида радиации «альфа-лучами» и «бета-лучами» по первым двум буквам греческого алфавита. Третий вид вскоре был поименован «гамма-лучами» – по третьей букве.

Со временем выяснилось, что гамма-лучи являются еще одной «светоподобной» формой излучения, но их волны короче, чем у рентгеновских лучей. Альфа- и бета-лучи, переносившие электрические заряды, оказались потоками заряженных частиц («альфа-частицами» и «бета-частицами»), как и катодные лучи. Действительно, изучив в 1900 году бета-частицы, Анри Беккерель обнаружил, что они идентичны по массе и заряду электронам. Они и были электронами.

Вскоре Беккерель сделал еще одно удивительное открытие, о котором не замедлил сообщить Марии и Пьеру Кюри. Французский физик положил пробирку с радием в жилетный карман, и на его теле, в том месте, где находилась пробирка, образовался ожог. Явлением сразу же заинтересовался Пьер Кюри. Не обращая внимания на опасность эксперимента, он привязал пробирку к своему предплечью и носил ее так в течение десяти часов. Вот что он потом записал: «Кожа покраснела на поверхности в шесть квадратных сантиметров; она имеет вид ожога, но не болит или болезненна чуть-чуть. Через некоторое время краснота, не распространяясь, начинает становиться интенсивнее; на двадцатый день образовались струпья, затем рана, которую лечили перевязками». Рана зажила только через два месяца.

Анри Беккерель опубликовал результаты своего невольного эксперимента вместе с наблюдениями Пьера Кюри 3 июля 1901 года. Дата вошла в историю: ведь в тот день родилась новая отрасль науки – радиационная биология (радиобиология).

Как только было обнаружено физиологическое действие лучей радия, этим явлением тотчас заинтересовались французские врачи. Пьер Кюри охотно откликнулся на их предложение принять участие в экспериментах над животными и дал врачам немного радиевых препаратов. Вскоре они пришли к заключению: радий, разрушая большие клетки, излечивает волчанку, злокачественные опухоли и некоторые формы рака. Только этими лучами нужно пользоваться осторожно. В больших дозах они губительно действуют на здоровую ткань. Новый вид лечения называли «кюриотерапией».

Научная революция

Оставался открытым вопрос: что же именно происходит в атомах урана, тория, полония и радия? Почему они излучают частицы и энергию?

В 1903 году, просуммировав открытия, сделанные физиками, Джозеф Томсон выдвинул принципиально новую модель строения атома. Он предположил, что атом представляет собой облако материи с положительным зарядом. Облако имеет форму сферы, в которую вкраплены электроны. «Что-то вроде пудинга с изюмом», как сказал однажды Томсон, когда его спросили о строении атома. Сумма всех положительных зарядов равна сумме отрицательных, и в целом атом нейтрален. При этом электроны расположены в атоме симметрично, но под действием внешних условий (например, под действием электрического поля) они могут смещаться в сторону, колеблясь около некоторого положения равновесия.

Модель Томсона не прожила слишком долго. Его талантливый ученик Эрнест Резерфорд сумел превзойти учителя. Чтобы экспериментально подтвердить существование «пудинга с изюмом» и развеять все сомнения, в 1906 году Резерфорд занялся изучением свойств альфа-частиц. Он установил, что они несут положительный электрический заряд, причем вдвое больший, чем отрицательно заряженный электрон. Если электрон нес заряд, который можно условно обозначить как «-», тогда заряд альфа-частицы оказывался «++». Кроме того, альфа-частица оказалась более тяжелой, чем электрон. Она была такой же массивной, как атом гелия (второй из известных самых легких атомов), и в четыре раза тяжелее атома водорода. Тем не менее альфа-частица проходила сквозь вещество, чего не могли делать атомы. Поэтому Резерфорд предположил, что она имеет меньший диаметр, чем атомы. Следовательно, несмотря на свою массу, альфа-частица является еще одной субатомной частицей наряду с электроном.

Тогда Эрнест Резерфорд придумал простой и изящный эксперимент. Он построил своего рода пушку, которая представляла собой свинцовый ящик с узкой прорезью; внутрь нее был помещен радий, полученный супругами Кюри. Частицы, испускаемые радием во всех направлениях, кроме одного, поглощались свинцовым экраном, и лишь через прорезь вылетал направленный пучок альфа-частиц. Далее на пути пучка стояло еще несколько свинцовых экранов с узкими прорезями, отсекавших частицы, отклоняющиеся от заданного направления. В результате к мишени подлетал идеально сфокусированный пучок альфа-частиц, а сама мишень была сделана из тончайшего листа золотой фольги. После столкновения с атомами фольги альфа-частицы продолжали свой путь и попадали на люминесцентный экран, установленный позади мишени, на котором при попадании регистрировались вспышки. По ним экспериментатор мог судить, в каком количестве и насколько альфа-частицы отклоняются от направления прямолинейного движения в результате столкновений с атомами фольги.

Основная идея эксперимента Резерфорда состояла в том, чтобы по углам отклонения частиц накопить достаточно информации, по которой можно было бы судить о строении атома. Модель «пудинга с изюмом» не допускала существования в атоме столь плотных элементов структуры, которые могли бы отклонять быстрые и тяжелые альфа-частицы на значительные углы. Каково же было удивление Резерфорда, когда выяснилось, что некоторые частицы отклоняются на огромные углы, вплоть до 180° , то есть отскакивают назад! Он был вынужден заключить, что в атоме большая часть массы сосредоточена в невероятно плотном веществе, расположенном в центре, а вся остальная часть атома оказывалась на много порядков менее плотной. Из поведения рассеянных альфа-частиц следовало также, что в этих сверхплотных центрах атома, которые Резерфорд назвал «ядрами», сосредоточен

и весь положительный электрический заряд атома, поскольку только силами электрического отталкивания может быть обусловлено рассеяние частиц под углами больше 90° .

Годы спустя Эрнест Резерфорд любил приводить по поводу своего открытия такую аналогию. В одной южноафриканской стране таможенню предупредили, что через границу собираются провезти крупную партию контрабандного оружия для повстанцев, причем оно будет спрятано в тюках с хлопком. И вот перед таможенником после разгрузки предстает целый склад, забитый тюками с хлопком. Как ему определить, в каких именно тюках находятся винтовки? Таможенник решил задачу просто: он стал стрелять по тюкам из револьвера, и, если пули рикошетили от какого-либо тюка, он по этому признаку выявлял наличие контрабандного оружия. Так и физик, увидев, как альфа-частицы «отскакивают» от золотой фольги, понял, что внутри ее атомов скрыта гораздо более плотная структура, чем считалось ранее.

В 1911 году Резерфорд опубликовал результаты своего эксперимента и предложил вниманию коллег модель атома, которой мы пользуемся по сей день. Согласно его выкладкам, почти вся масса атома сконцентрирована в очень небольшом ядре, расположенном в самом центре. Диаметр ядра составляет всего лишь одну десятитысячную от диаметра атома. Вся оставшаяся часть атома представляет собой облако из легких электронов, которые вращаются вокруг центра. Ядра атомов несут положительный заряд и уравниваются отрицательно заряженными электронами. С точки зрения Резерфорда, альфа-частицы – это и есть «чистые ядра». Поскольку новая модель атома походила по своей структуре на Солнечную систему, она получила название «планетарная модель».

Теперь предстояло выяснить, из чего состоит ядро атома. Бомбардируя электронами нейтральные атомы водорода, ученый обнаружил, что они превратились в положительно заряженные. Но было уже известно, что атомы водорода имеют один электрон и один положительный заряд в центре. Значит, решил Резерфорд, этот положительный заряд и является ядром атома водорода. Он назвал частицу, несущую положительный заряд, «протоном» (от греческого слова «первый» или «основной»). Очередное открытие состоялось в 1914 году, через три года после создания «планетарной модели» и спустя семнадцать лет после открытия Томсоном первой элементарной частицы, входящей в состав атома. Теперь их стало две – электрон и протон.

Когда Резерфорд определил массу протона, то оказалось, что он невероятно тяжел. Разумеется, по отношению к другой элементарной частице – электрону. Масса протона примерно в 1840 раз больше массы электрона. В то же время заряды у них равны, то есть отрицательный заряд маленького электрона полностью нейтрализует положительный заряд протона.

В 1919 году Эрнест Резерфорд сделал еще одно открытие, которое смело может считаться триумфом его научной деятельности. Он осуществил фантастическую мечту средневековых алхимиков о превращении одних элементов в другие: из азота получил кислород!

Открытие протона во многом прояснило картину строения атома и расположения элементов в периодической таблице, придуманной и описанной Дмитрием Ивановичем Менделеевым в марте 1869 года. Через много лет после этого, в 1915 году, Генри Мозли, который был одним из многочисленных учеников Резерфорда, установил, что числу положительных зарядов в ядре (то есть числу протонов) соответствует порядковый номер элемента в таблице Менделеева. Водород имеет один протон в ядре – он и стоит на первом месте в таблице. Уран стоит в таблице на 92-м месте – значит, он имеет 92 протона. Таким образом, числом протонов в ядре однозначно определяется, какой это элемент.

Получается, рассуждал Резерфорд, что если каким-либо способом изменить число протонов в ядре, то один элемент превратится в другой. Но как его изменить? Нужен некий снаряд, который ударит по ядру и отколет от него протон. В то время такими снарядами

могли быть только альфа-частицы, испускаемые радием, – их скорость составляет 19 200 км/с. Можно было надеяться, что некоторые из альфа-частиц проникнут внутрь атомов азота и столкнутся с его ядром. В результате изменится число протонов в ядре.

Резерфорд так и сделал. После тщательных опытов он установил, что при обстреле альфа-частицами атомов азота число протонов в их ядрах изменяется на единицу. Новый получившийся элемент был кислородом – элементом, стоящим в таблице Менделеева в соседней клетке с азотом. Предположение Резерфорда блестяще подтвердилось.

Понятно, что эксперимент произвел сенсацию. Впервые в истории человек превратил один элемент в другой. В течение нескольких лет Резерфорд таким же путем осуществил искусственное превращение семнадцати других элементов, среди которых были бор, фтор, натрий, алюминий, литий, фосфор. Неслучайно впоследствии одну из своих лекций Резерфорд назвал «Современная алхимия».

Оружие будущего

Надо сказать, что в то же самое время состоялось еще одно фундаментальное открытие, которое потрясло мир. В 1905 году немецкий физик Альберт Эйнштейн опубликовал три статьи, утверждающие «специальную теорию относительности». В рамках этой теории Эйнштейн вывел формулу эквивалентности массы и энергии: $E = mc^2$. Она поразила всех своей простотой и изяществом, но, главное, позволяла легко вычислить, какое количество энергии содержится в любом объеме вещества. И это количество оказалось огромным, ведь в формуле под обозначением c присутствует скорость света, да еще и в квадрате!

Открытие и выделение новых радиоэлементов супругами Кюри, формула Эйнштейна, опыты Резерфорда – всё это в совокупности давало надежду, что вскоре человечество овладеет колоссальной энергией, которую можно будет черпать повсюду, непосредственно из глубин окружающей материи.

Ученые практически сразу осознали как позитивные перспективы, так и угрозы, исходящие от очередного шага в постижении тайн атома. Еще до публикации теории Эйнштейна, в сентябре 1904 года, на Всемирной выставке в американском Сент-Луисе, Эрнест Резерфорд, выступая с докладом, заявил, что энергия атома может быть использована для разрушения. Он полагал, что если найдется подходящий «детонатор», то можно будет запустить самоподдерживающийся процесс распада вещества, который будет продолжаться до тех пор, пока Земля не превратится в «гелиевые отходы».

Подобные мысли можно встретить и у других физиков начала XX века. Они, конечно, ошибались, описывая возможность глобального распада, но в остальном были правы: высвобождение внутриатомной энергии могло стать благом, а могло – бедствием.

Идею быстро подхватили фантасты, которые внимательно следили за любыми значимыми научными достижениями и пытались в пределах своего понимания предсказать возможные последствия. Причем именно фантасты раньше других подняли проблему ответственности ученых за последствия сделанных ими открытий.

Первым в длинном ряду писателей, отметившихся в «атомной» теме, стал профессиональный американский астроном Саймон Ньюком. Герой его романа «Мудрость – вот защитник» (1900), профессор-физик Кэмпбелл, открывает в мае 1941 года новый вид энергии, позволяющий создать невиданное по разрушительной силе оружие. Быстро разгромив европейские армии, он формирует и возглавляет всемирное правительство, строя нечто вроде технократической утопии с англосаксонской аристократией во главе.

Роман Ньюкома остался незамеченным широкой публикой на фоне других произведений о грядущей европейской войне, в которых описывались более понятные виды оружия будущего типа танков, аэропланов и отравляющих газов. Поэтому в библиографиях «атомной» фантастики на первом месте стоит не «Мудрость...», а «Освобожденный мир» (1914) прославленного английского писателя Герберта Уэллса, умевшего выделять самое важное в происходящей на его глазах научно-технической революции.

При подготовке к написанию романа Уэллс внимательно проштудировал книгу «Объяснение радия» физика Фредерика Содди, ученика Резерфорда. Об этом сам писатель сообщил в письме к другу:

Я внезапно ощутил желание вновь вернуться к этим славным «научно-фантастическим романам» прошлого. Но мне необходимо собрать все новейшие данные об атомной теории и источниках энергии. <...> Идею я почерпнул из книги Содди. Предположим, люди открыли, как вызвать атомный взрыв тяжелых элементов, – подобно тому, как они обнаружили много лет назад способ сжигать уголь. Вот и бесконечное количество энергии.

Герберт Уэллс в очередной раз доказал свою прозорливость, акцентируя внимание читателей на возможных последствиях овладения внутриатомной энергией. Не сомневался он и в том, что такая энергия будет использована в качестве оружия.

Вот как английский фантаст описывал потенциальные возможности атомной энергетики, вкладывая свои соображения в уста вымышленного профессора Рафиса, выступающего с публичной лекцией:

Мы видим, что радий, который сперва представлялся нелепым исключением, безумным извращением, казалось бы, наиболее твердо установленных принципов строения материи, на самом деле обладает теми же свойствами, что и другие элементы. Просто в нем бурно и явно происходят процессы, которые, возможно, свойственны остальным элементам, но протекают в них крайне медленно и потому незаметно. Так возглас одного человека выдает во мраке бесшумное дыхание множеств. Радий представляет собой элемент, который разрушается и распадается. Но, быть может, все элементы претерпевают те же изменения, только с менее заметной скоростью. Это, несомненно, относится к урану, и к торию – веществу этой раскаленной газовой мантии, и к актинию. Я чувствую, что мы лишь начинаем длинный список. И нам уже известно, что атом, который прежде мы считали мельчайшей частицей вещества, твердой и непроницаемой, неделимой и... безжизненной... да, безжизненной!.. на самом деле является резервуаром огромной энергии. Вот каковы удивительные результаты этих исследований. Совсем недавно мы считали атом тем же, чем мы считаем кирпичи, – простейшим строительным материалом. Исходной формой материи, единообразной массой безжизненного вещества. И вдруг эти кирпичи оказываются сундуками, сундуками с сокровищами, сундуками, полными самой мощней энергии. В этой бутылочке содержится около пинты окиси урана; другими словами, около четырнадцати унций элемента урана. Стоит она примерно двадцать шиллингов. И в этой же бутылочке, уважаемые дамы и господа, в атомах этой бутылочки дремлет по меньшей мере столько же энергии, сколько мы могли бы получить, сжигая сто шестьдесят тонн угля. Короче говоря, если бы я мог мгновенно высвободить сейчас вот тут всю эту энергию, от нас и от всего, что нас окружает, осталась бы пыль; если бы я мог обратить эту энергию на освещение нашего города, Эдинбург сиял бы яркими огнями целую неделю. Но в настоящее время никто еще не знает, никто даже не догадывается, каким образом можно заставить эту горстку вещества ускорить отдачу заключенных в ней запасов энергии.

Герберт Уэллс писал не научно-популярную книгу, а научно-фантастическую, поэтому его персонаж, физик Холстен, в конце концов находит способ освободить внутриатомную энергию. Свое открытие персонаж сделал в 1933 году, а через двадцать лет атомная энергетика начала повсеместно вытеснять каменноугольную, изменив облик городов и транспортной инфраструктуры:

К осени 1954 года во всем мире начался гигантский процесс смены промышленных методов и оборудования. В этом не было ничего удивительного, если вспомнить, насколько даже самые ранние и несовершенные из этих атомных двигателей были дешевле тех, которые они вытесняли. <...> За последние полстолетия цена угля и всех форм жидкого топлива возросла настолько, что даже возвращение к ломовой лошади начинало казаться практически оправданным, и вот теперь с мгновенным исчезновением этой трудности внешний вид экипажей на дорогах мира разом преобразился. В течение трех лет безобразные стальные чудовища, которые ревели, дымили и грохотали по всему миру на протяжении четырех отвратительных десятилетий, отправились на свалку железного лома, а по дорогам

теперь мчались легкие, чистые, сверкающие автомобили из посеребренной стали. В то же самое время благодаря колоссальной удельной мощности атомного двигателя новый толчок получило развитие авиации. Теперь наконец к носовому пропеллеру, который был до этого единственной движущей силой аэроплана, удалось присоединить, не опасаясь опрокидывания машины, еще и хитроумный геликоптерный двигатель Редмейна, позволявший машине вертикально спускаться и подниматься. Таким образом, люди получили в свое распоряжение летательный аппарат, который мог не только стремительно мчаться вперед, но и неподвижно парить в воздухе и медленно двигаться прямо, вверх или вниз. Последний страх перед полетами исчез. Как писали газеты той эпохи, началась эра «прыжка в воздух». Новый атомный аэроплан немедленно вошел в моду. Все, у кого были на то деньги, стремились приобрести это средство передвижения, столь послушное, столь безопасное и позволявшее забыть о дорожной пыли и катастрофах. В одной только Франции за 1953 год было изготовлено тридцать тысяч этих новых аэропланов, которые, мелодично жужжа, увлекали в небо своих счастливых владельцев.

В то же время, отмечал Уэллс, слом старого «доатомного» мира привел к крушению многих экономик, из-за чего новая война стала неизбежной. Первый атомный удар был нанесен по Парижу в ночь со 2 на 3 июля 1956 года. В ответ французы сбросили бомбы на Берлин:

– Приготовиться! – скомандовал авиатор.

Худое лицо помощника застыло в мрачной решимости: обеими руками он вынул большую атомную бомбу из ее гнезда и поставил на край ящика. Это был черный шар в два фута в диаметре. Между двух ручек находилась небольшая целлулоидная втулка, и, склонившись к ней, он, словно примеряясь, коснулся ее губами. Когда он прокусит ее, воздух проникнет в индуктор. Удостоверившись, что всё в порядке, он высунул голову за борт аэроплана, рассчитывая скорость и расстояние от земли. Затем быстро нагнулся, прокусил втулку и бросил бомбу за борт.

– Поворот! – почти беззвучно скомандовал он.

Полыхнуло ослепительное алое пламя, и бомба пошла вниз – крутящийся спиралью огненный столб в центре воздушного смерча. Оба аэроплана взлетели вверх; их подбросило, как мячики, и закружило. Авиатор, стиснув зубы, старался выправить потерявшую устойчивость машину. Его тощий помощник руками и коленями упирался в борт – он закусил губу, ноздри его раздувались. Впрочем, он был надежно закреплен ремнями...

Когда он снова взглядел вниз, его взору предстало нечто подобное кратеру небольшого вулкана. В саду перед императорским дворцом бил великолепный и зловеющий огненный фонтан, выбрасывая из своих недр дым и пламя прямо вверх, туда, где в воздухе реял аэроплан; казалось, он бросал им обвинение. Они находились слишком высоко, чтобы различать фигуры людей или заметить действие взрыва на здание, пока фасад дворца не покачнулся и не начал оседать и рассыпаться, словно кусок сахара в кипятке. Тот, кто сбросил бомбу, посмотрел, обнажил в усмешке длинные зубы и, выпрямившись, насколько ему позволяли ремни, вытащил из ящика вторую бомбу, прокусил втулку и послал следом за первой.

Взрыв произошел на этот раз почти под самым аэропланом и, накренив, подбросил его вверх. Ящик с последней бомбой едва не опрокинулся, тощего швырнуло на ящик, лицом прямо на бомбу, на ее целлулоидную втулку. Он ухватился за ручки бомбы и с внезапной решимостью, словно боясь, что бомба ускользнет от него, прокусил втулку. Но прежде чем он успел бросить бомбу за борт, аэроплан начал перевертываться. И все стало опрокидываться. Человек инстинктивно ухватился руками за борт, стараясь удержаться, и его тело, прижав бомбу, помешало ей упасть.

Мгновение спустя она взорвалась, и от аэроплана, авиатора и его помощника остались только разлетевшиеся во все стороны куски металла, режущие в воздухе лохмотья и капли влаги, а третий огненный столб, крутясь, обрушился на обреченный город...

Итог войны с применением атомного оружия был катастрофичен:

А в те дни земля вся была в огне войны и разрушения достигли неслыханных размеров. На вооруженном до зубов земном шаре одно государство за другим, предвосхищая возможность нападения, спешило нанести удар. В испуге и страхе они бросались в войну, стремясь раньше других пустить в ход свои бомбы. Китай и Япония напали на Россию и уничтожили Москву, Соединенные Штаты обрушили свой удар на Японию, в Индии бушевало стихийное восстание, и Дели превратился в огненный кратер, изрыгающий пламя и смерть, а грозный балканский король объявил мобилизацию. Казалось бы, каждому в те страшные дни должно было наконец стать ясно, что мир очертя голову устремляется к анархии. Весной 1959 года уже около двухсот центров цивилизации (и каждую неделю их количество возрастало) были превращены в негаснущие очаги пожаров, над которыми ревели малиновое пламя атомных взрывов. Вся промышленность была полностью дезорганизована, хрупкая система мирового кредита рухнула, и во всех городах, во всех населенных местностях людям грозил голод или они уже голодали. Почти все столицы были в огне, погибли миллионы людей, и многие обширные области уже никак не управлялись.

Все же уцелевшим в бойне политикам пришлось договариваться, и вскоре был установлен новый мировой порядок, в рамках которого старые системы управления были реформированы и поставлены под контроль единого Совета Всемирной Республики.

Как видите, Герберт Уэллс видел главную опасность не столько в самой атомной бомбе, сколько в том, что политические институты устарели для XX века и не смогут справиться с желанием применить страшнейшее оружие массового поражения против врага. Во многом английский фантаст оказался прав.

Другие писатели быстро подхватили плодотворную идею. В романах о будущем или о приключениях на других планетах все чаще стало встречаться словосочетание «атомное оружие».

К примеру, в ноябре 1914 году вышел небольшой роман писателя Артура Трейна и физика-экспериментатора Роберта Вуда «Человек, который потряс Землю». Антигерой романа, безумный ученый, называющий себя Пакс, решает на свой манер прекратить кровопролитие Первой мировой войны, которая тогда уже началась. С помощью открытых им «расщепляющих уран лучей» он демонстрирует потрясенным жителям Земли возможности нового оружия и готовится повернуть земную ось, что должно вызвать серию землетрясений и даже изменить климат. Замысел безумца состоит в том, чтобы наказать человечество, неспособное жить в согласии. К счастью, есть и положительный герой, профессор физики Бенджамен Хукер, который вовремя останавливает маньяка-миротворца.

В повести английских авторов Г. Нокса и Тренора Виньоля «Борьба за атом» (1922) французские ученые строят в Париже атомную электростанцию, но ошибаются в расчетах, что приводит к взрыву и гибели города. В финале, впрочем, выясняется, что взрыв привиделся одному из персонажей, попавшему в автомобильную аварию. Вероятно, это самое первое литературное описание возможной аварии на атомной электростанции.

Следующим в библиографии стоит известный чешский писатель Карел Чапек. В его романе «Кракатит» (1924) представлен ученый-безумец, достигший успеха в «дезинтеграции атома», а также группа заговорщиков, одержимых идеей мирового господства и начавших охоту за новым оружием огромной разрушительной силы. В финале романа оно, к счастью, уничтожено, а его создатель забывает все технические детали.

Отдал дань моде и американский прозаик Эптон Синклер. В романе «Тысячелетие: комедия 2000 года» (1924), написанном по одноименной пьесе, он рассказывает о вышедшем из-под контроля эксперименте с «радиумитом», который уничтожает все живое на Земле, кроме горстки ученых, сумевших построить после «конца света» утопическое общество на кооперативных началах.

Советские фантасты тоже заметили новую тему для осмысления. Так, в 1927 году писатель Владимир Орловский, физик по образованию, опубликовал роман под характерным названием «Бунт атомов». В нем немецкий профессор-реваншист Флиднер мечтает вернуть Германии прежнее имперское величие и для этого собирается высвободить внутриатомную энергию радия. Его эксперимент завершается полным успехом: возникает огненный шар, сжигающий все на своем пути. Однако реакцию не остановить – шар растет, превращается в облако, затем в колоссальный вихрь. Европейские города охвачены пожарами, наша планета может превратиться в сверхновую звезду, и только вмешательство русского инженера Дерюгина предотвращает глобальную катастрофу.

Но, пожалуй, самое эффектное предсказание сделал советский инженер Вадим Никольский в романе «Через тысячу лет» (1927). Вообще-то его произведение – это классическая утопия, построенная на основе коммунистической идеологии. Но при этом Никольский как бы мимоходом рассказал о том, как в XX веке будет освоена атомная энергия:

В поисках новых орудий военной техники ученые всех стран уже два десятилетия лихорадочно работали над тайной разложения атома. Фантастические цифры энергии, которая тогда могла бы освободиться, кружили голову не только у широкой публики, жадно следившей за этими работами и понимавшей, что покорение атомной энергии преобразует весь мир. И думавшие это не ошиблись. Энергия эта действительно в необычайной степени способствовала изменению лица земли, но далеко не так, как они того ожидали.

Особенно подвинулось дело разложения атома и освобождения заключенной в нем энергии у одной группы французских ученых, работавших, как большинство исследовательских институтов того времени, в теснейшем контакте с военным ведомством. <...> Робкие лабораторные попытки первой четверти двадцатого века должны были уступить мощным, комбинированным атакам колоссальных давлений, сверхвысоких электрических напряжений и температур. Для этой цели на берегах Бретани было построено несколько грандиозных центральных электрических станций, использовавших энергию морских волн. Станции эти снабжали также Париж светом, теплом и движущей силой. Специальная лаборатория военного ведомства, устроенная в труднодоступной и надежно охраняемой местности, неподалеку от берега, могла располагать в отдельные часы всей огромной мощностью океанских электроцентральных, оперируя миллионами вольт и сотнями тысяч киловатт. Гигантские конденсаторы могли аккумулировать эту энергию, чтобы обрушить ее молниеносным разрядом на неподатливый атом. Опыты были настолько многообещающи и успешны, что в 1945 году близкие к этому делу лица были уверены в скором и конечном успехе. Специалисты уверяли, что военная техника западноевропейских держав получит тогда такое оружие, которое сделает всякую войну невозможной – конечно, для тех, кто этим оружием не обладает. <...>

Но кудесники XX века, по-видимому, овладели не всеми заклятиями для власти над вызванным им духом разрушения и смерти по каким-то непонятным причинам, – историки объясняют их различно: непредвиденным случаем или умышленным вмешательством агентов Восточных держав, – последний решающий опыт повлек за собою небывалую катастрофу. Атомы отдали скрытую в них энергию, Прометей разорвал свои цепи, но это стоило гибели почти половине Европы.

На много километров кругом не осталось в живых никого, кто мог бы рассказать, что случилось. Катастрофа произошла ночью. <...> Ужасающей силы взрыв развернул недра земли; оттуда хлынула огненная лава и смешалась с водами океана, превратившись в облако необъятных размеров. Огненный столб был виден во всей Европе, Северной Африке, а отблески его наблюдались даже на границе Лапландии и в западной части России. Почти молниеносная сила взрыва вызвала настоящее землетрясение, разрушившее то, что осталось после опустошительного бега воздушной волны. Волна эта дважды промчалась вокруг всего земного шара, достигнув антиподов Парижа в виде громовых раскатов на ясном, безоблачном небе.

Последствия этой почти космической катастрофы были ужасны. На месте самого взрыва осталась огромная пропасть – кратер нового вулкана. Дождь земли и камней, обрушившихся с высоты нескольких сот километров, завалил под собою десятки цветущих городов Франции и Южной Англии, создав новые бесчисленные Геркуланумы и Помпеи, засыпал Ла-Мани, разделявший обе эти страны, и в смертельном объятии спаял их в один материк... Дальше шла зона, опустошенная силой воздушной волны и сотрясения почвы. Зона эта охватывала почти всю Англию, Францию, Бельгию, часть Испании, запад Германии и север Италии. Небывалой силы вихрь разметал все суда в Средиземном море и в восточной части Атлантического океана, подняв волны невиданной высоты. Взрыв сопровождался, кроме того, каким-то странным электрическим разрядом огромной проникающей силы, вызвавшим детонацию почти всех взрывчатых материалов в западной части Европы. Большинство arsenалов, набитых снарядами, превратились при этом в развалины. Общие цифры убытков и жертв никогда не могли быть приведены в ясность. Как бы то ни было, погибло больше восьми миллионов народа, пострадавших было по крайней мере в два раза больше, разрушена была масса заводов, домов и разных строений. Потрясение хозяйственной и военной мощи двух величайших европейских держав было настолько велико, что капиталистическая система Европы дала зияющую трещину в самом своем основании. Взрыв сорок пятого года ускорил процесс естественного разложения старого мира, и тщетны были попытки Франции и Италии отвлечь внимание широких народных масс войной с возрожденной Россией, которой западные державы – особенно Англия – пыталась навязать роль виновницы страшного атомного взрыва...

Как видите, Вадим Никольский пророчески угадал срок первого атомного взрыва – 1945 год.

Обращает на себя внимание, что фантасты первых десятилетий XX века связывали будущее атомной бомбы, атомной энергетики и атомного взрыва с Европой и более конкретно – с Францией и Германией. И в этом не было ничего удивительного: именно физикам этих стран удалось совершить реальный, а не фантастический прорыв в технологии управления внутриатомными процессами.

Глава 2 Цепная реакция

Место изотопов

В 1902 году Эрнест Резерфорд и его сотрудник Фредерик Содди экспериментально доказали, что, когда атомы урана испускают альфа-частицы, образуется новый вид атома, который больше не является урановым. Со временем именно этот новый атом испускал бета-частицы, после чего завершалось образование нового элемента.

Исследование Резерфорда и Содди положило начало целому направлению исследований, благодаря которому к 1907 году стало ясно, что существует ряд радиоактивных элементов, каждый из которых последовательно разрушается, испуская альфа- или бета-частицы, пока наконец не образуется атом свинца, не являющийся радиоактивным. Проще говоря, можно представить распад в виде радиоактивных серий: одна из них начинается с урана (атомный вес 92) и заканчивается свинцом (атомный номер 82); другая начиналась с тория (атомный номер 90) и также заканчивается свинцом; и, наконец, третий элемент, актиний (атомный номер 89), также имеет свою серию, заканчивавшуюся свинцом.

Различные атомы, входившие в три названные радиоактивные серии, вовсе не были такими уж разными. Когда атом урана испускал альфа-частицу, образовывался атом, названный «ураном-икс-первым». После тщательных исследований оказалось, что этот уран-икс-первый обладает химическими свойствами тория, но его радиоактивные свойства отличались от свойств обычного тория. При этом уран-икс-первый разлагался так быстро, выделяя при распаде бета-частицы, что половина его первоначального количества распадалась всего за 24 часа. Можно сказать и иначе (формулировка предложена Резерфордом): за 24 часа элемент икс-первый проживал половину своей жизни. Однако обыкновенный торий выпускал не бета-, а альфа-частицы, и это происходило так медленно, что половина его жизни составляла 14 миллиардов лет!

В списке элементов по химическим стандартам уран-икс-первый и обыкновенный торий располагались на одном и том же месте, но ученым было ясно, что между ними существует какое-то различие.

Аналогичное явление было зафиксировано и у другого радиоактивного элемента. В 1913 году британский химик Александр Флек изучал два элемента из радиоактивной серии урана, названные «радий-В» и «радий-Д», а также «торий-В» из радиоактивной серии актиния. По химическим свойствам все четыре элемента совпадали с обыкновенным свинцом и соответственно находились на одном месте в списке элементов. Однако они отличались по радиоактивным свойствам. Хотя все элементы испускали бета-частицы, у радия-В половина жизни составляла 27 минут, у радия-Д около 19 лет, а у тория-В – 11 часов.

В 1913 году Фредерик Содди предложил называть атомы, которые находились на одном и том же месте в списке элементов, но имели различные радиоактивные свойства, изотопами (от греческого словосочетания «одно место»).

Вначале казалось, что изотопы различаются лишь радиоактивными свойствами и речь идет только о радиоактивных атомах. Вскоре оказалось, что все совсем не так: один и тот же элемент может обладать несколькими формами, совершенно различными по свойствам. Серии урана, тория и актиния завершались свинцом, но были ли идентичны атомы свинца в каждом случае?

Содди исследовал способ, с помощью которого изменялся атомный вес при потере альфа- или бета-частиц, испускаемых атомом. Исследуя три радиоактивные серии, он понял, что атомы свинца в каждом случае имеют разный атомный вес. Он установил, что серия урана оканчивалась атомами свинца, имевшими атомный вес 206, серия тория образовывала свинец с атомным весом 208, а серия актиния заканчивалась атомами свинца с атомным весом 207.

Если все обстоит именно так, то в результате распада образуются три изотопа свинца, которые отличаются не радиоактивными свойствами, а атомным весом. Изотопы можно было бы отнести к свинцу-206, свинцу-207 и свинцу-208. Сделанные в 1914 году дополнительные измерения атомного веса подтвердили гипотезу Содди.

Все три свинцовых изотопа имеют один и тот же атомный номер 82. У атомов всех трех изотопов есть ядра с электрическим зарядом +82, и у всех трех в атоме находится 82 электрона, которые уравнивают этот положительный ядерный заряд. Различие, таким образом, заключалось только в массе ядер.

Но что же в таком случае представляет собой обыкновенный свинец с атомным весом 207,2, который извлекают из горных пород, находящихся вдали от каких-либо природных радиоактивных веществ, и который, видимо, был стабилен на протяжении всей истории Земли? Состоит ли этот стабильный свинец из атомов еще одного изотопа, имевшего дробный атомный вес? Или стабильный свинец представлял собой смесь изотопов, каждый из которых обладает различным целым атомным весом? Является ли суммарный атомный вес дробным, потому что представляет собой некую среднюю величину?

Ответить на все эти непростые вопросы, связанные со свинцом, в то время не смогли, но истина все-таки была найдена в связи с исследованиями другого элемента – редкого газа неона, имевшего атомный вес 20,2.

В 1912 году Джозеф Томсон занялся изучением неона, пропуская через него все тот же пучок катодных лучей. Электроны сталкивались с атомами неона и выбивали их собственные электроны. В результате оставался неоновый ион (атом с зарядом, образующийся в результате потери электронов), несущий один положительный заряд. Ионы неона двигались в электрическом поле точно так же, как это делали электроны, но в противоположном направлении, поскольку имели положительный заряд. Если бы все неоновые ионы обладали одинаковой массой, то у них должна была бы быть общая траектория. Если бы масса была различна, то более тяжелые должны были бы двигаться по другой траектории. Во время опытов, проводимых Томсоном, ионы неона попадали на фотографическую пластинку, которая затемнялась в соответствующем месте. Если бы все ионы имели одну массу, то на пластинке получилось бы одно пятно. Однако Томсон получил две области затемнения, доказав, что существуют два типа ионов, обладающих различными массами, которые образовывали траектории двух видов, завершавшиеся в разных местах. Изучив расстояние между точками, Томсон показал, что один изотоп неона имеет атомный вес 20, а другой – атомный вес 22. Далее, исходя из степени затемнения каждого пятна, он сделал вывод, что обыкновенный неон состоял из атомов, которые на 90 % были неоном-20 и на 10 % неоном-22. Вот и получалось, что общий атомный вес неона составляет 20,2 – то есть средний атомный вес двух изотопов.

Джозеф Томпсон оказался первым исследователем, который сумел разделить изотопы. Позже подобные инструменты стали называть «масс-спектрометрами» (термин ввел английский физик Френсис Астон, который построил аппарат такого типа в 1919 году). С его помощью Астон изучил все элементы, которые только смог. В частности, оказалось, что в действительности неон на 90,48 % состоит из неона-20 и всего на 9,25 % из неона-22. Очень небольшое количество атомов, всего 0,27 %, относилось к третьему изотопу – неону-21.

Что касается обыкновенного свинца в нерадиоактивных породах, получилось следующее: 24,1 % свинца-206, 22,1 % свинца-207 и 52,4 % свинца-208. Астон установил, что существует еще четвертый изотоп, свинец-204, которому принадлежат оставшиеся 1,4 % и который вообще не является продуктом радиоактивных серий.

Стремясь избежать путаницы, среднюю массу изотопов, из которых складывался каждый конкретный элемент, продолжали называть атомным весом (массой) этого элемента. О ближайшем к массе индивидуальных изотопов целом говорили как о «массовом числе» этого изотопа. Таким образом, обыкновенный свинец состоит из изотопов с массами 204, 206, 207 и 208, а его атомный вес равен 207,19. Неон состоит из изотопов с массовыми числами 20, 21 и 22, а его атомный вес составляет 20,183. И так далее.

Иногда атомный вес элемента выражается почти целым числом, и все же этот элемент имеет больше одного изотопа. В этом случае один из изотопов составляет почти всё число, в то время как остальные присутствуют в столь малых количествах, что их можно выделить с большим трудом, и среднее число получается почти целым. Скажем, гелий имеет атомный вес 4,0026, и действительно, почти все атомы, составлявшие его, это гелий-4. Однако 0,0001 % атомов, или по крайней мере один из миллиона, составляет изотоп гелий-3.

Даже у водорода обнаружили изотопы! Его атомный вес почти равен 1, и большинство его атомов представляют собой обыкновенный водород-1. Однако вскоре американский химик Гарольд Ури обнаружил изотоп водород-2, который оказался почти вдвое тяжелее, чем водород-1. Ни у одного элемента изотоп не отличался от обычных атомов настолько сильно. Поэтому и химические свойства водорода-2 и водорода-1 различались больше, чем обычно. Чтобы отметить это загадочное явление, Ури присвоил «тяжелому» водороду-2 название «дейтерий» (от греческого слова, означающего «второй»).

Не удалось избежать новой классификации и радиоактивным элементам. Атомный вес урана 238,029, поэтому большинство его атомов составляет уран-238, однако в 1935 году канадский физик Артур Демпстер выяснил, что 0,7 % его атомов составляет более легкий изотоп уран-235. Атомы изотопов урана существенно отличались по радиоактивным свойствам. Уран-238 имел период полураспада 4,5 миллиарда лет, в то время как у урана-235 период полураспада составлял всего лишь 700 миллионов лет. Более того, при распаде уран-235 «разбивался» на три стадии, до актиния. Именно уран-235, а не сам актиний, давал начало радиоактивным сериям.

Открытие изотопного состава элементов позволило сделать первый шаг к технологии высвобождения атомной энергии. Однако перед тем необходимо было ответить на ключевой вопрос: почему атомы одного и того же вещества имеют разный вес? На поиски ответа ушло больше десяти лет.

Третья частица

Как мы видели, период с 1895 по 1919 год был густо насыщен важными открытиями в области ядерной физики. Но после 1919 года развитие этой науки, казалось, приостановилось. И это неслучайно.

Вспомним, что для исследования атома физики использовали явление радиоактивности. Альфа-частицы (протоны) служили снарядами, которыми ученые бомбардировали атом, пытаясь проникнуть в его тайны. Но оказалось, что они не слишком подходят для того, чтобы разобраться в глубинном устройстве ядра: альфа-частицы заряжены положительно, но такой же заряд имеет и ядро атома. Одинаково заряженные частицы отталкиваются друг от друга, и очень незначительное количество альфа-частиц может преодолеть эту «силу отталкивания». Позже подсчитали, что при проведенной Резерфордом «алхимической» бомбардировке азота лишь 1 альфа-частица из 300 000 поражала ядро.

Только в 1932 году состоялось открытие, которое в конечном итоге позволило заглянуть внутрь ядра и найти способ высвободить атомную энергию.

Итак, ученые установили, что порядковый номер элементов в таблице Менделеева определяется числом протонов в ядре атома. Например, у углерода шесть протонов в ядре – он и стоит на шестом месте. Но атомный вес (то есть вес атома по отношению к атому водорода) равен двенадцати. Еще пример. Гелий стоит на втором месте. Значит, в ядре атома гелия два протона. Но атомный вес гелия в четыре раза больше, чем атомный вес водорода, содержащего один протон. Почему же атомный вес гелия в четыре раза больше, чем атомный вес водорода? Никаких объяснений этому не было. И такая «аномалия» наблюдалась по отношению к атомам всех элементов, кроме водорода.

Оставалось предположить, что в ядре атома имеются какие-то неизвестные частицы, которые утяжеляют его. Впервые такую гипотезу выдвинул все тот же Эрнест Резерфорд в 1920 году. Он сделал сообщение на основе работ своего талантливого ученика, Генри Мозли, исследованиями которого руководил и которого в то время уже не было в живых. Поскольку гипотетическая частица в ядре атома должна быть электрически нейтральной, в 1921 году американский химик Уильям Харкинс предложил именовать ее «нейтроном».

Чтобы подтвердить или опровергнуть гипотезу Мозли-Резерфорда, ученые приступили к новым исследованиям. Двое немецких физиков, Вальтер Боте и Генрих Беккер, облучали альфа-частицами ряд элементов. Когда они взяли для этой цели бериллий, то обнаружили, что из бериллия исходят какие-то лучи, обладающие огромной проникающей способностью. Проницаемость лучей Рентгена, альфа- и гамма-лучей по сравнению с ними была просто ничтожной. Если известные до сих пор лучи целиком задерживались относительно небольшим слоем свинца, то лучи, исходящие из бериллия, свободно проходили через самые толстые стены. Так появилась новая загадка – «бериллиевое» излучение.

Физики предположили, что бериллиевые лучи (или, как их еще называли, «излучение Боте-Беккера») – это новый вид электромагнитных волн. В 1931 году им заинтересовалась супружеская пара молодых французских ученых: Ирен Кюри, дочь Марии и Пьера Кюри, и ее муж Фредерик Жолио. Когда они поженились, то решили не прерывать знаменитую родословную и принять двойную фамилию – Жолио-Кюри.

Фредерик и Ирен Жолио-Кюри попробовали пропускать бериллиевые лучи через вещества, содержащие водород (например, парафин). Они обнаружили, что под их действием ядра атомов водорода (то есть протоны) начинают двигаться так быстро, что величина их скорости не может быть объяснена воздействием электромагнитных волн. Об этом явлении они и сообщили на заседании Парижской академии наук 18 января 1932 года.

Сообщением заинтересовался английский физик Джеймс Чедвик, работавший в лаборатории Резерфорда в Кембридже. Он сразу начал ставить опыты, и через пять недель, 27 февраля 1932 года, сообщил о результатах. Чедвик заявил, что излучение Боте-Беккера – совсем не электромагнитные волны, а новый вид элементарных частиц, который не имеет электрического заряда. Гипотетические нейтроны были наконец-то открыты.

Теперь стало понятным, почему они свободно проходят сквозь толстые слои веществ: электрические заряды ядра и электронные оболочки атомов на них не действуют. Следовательно, они свободно проходят сквозь атом. Масса нейтрона оказалась примерно равна массе протона. Ученые разгадали старую загадку и, больше того, получили в свои руки снаряд, которым могли гораздо эффективнее обстреливать атом.

В том же знаменательном году советский физик Дмитрий Иваненко и, независимо от него, немецкий физик Вернер Гейзенберг разработали протон-нейтронную модель атомного ядра. Все оказалось на своем месте. Стал понятен атомный вес элемента: он определяется суммой нейтронов и протонов в ядре атома. Гелий стоит на втором месте в таблице Менделеева. Значит, в его ядре два протона. Но атом гелия в четыре раза тяжелее атома водорода, и его атомный вес равен четырем. Значит, в его ядре, кроме двух протонов, имеются еще два нейтрона, масса которых примерно такая же, как и масса протонов. Расчеты и наблюдения сошлись! Стало понятно и странное поведение бериллия. Альфа-частицы при попадании в его ядра выбивали из них нейтроны: эти нейтроны и были замечены учеными как «бериллиевое» излучение.

Ядерные превращения

Пауза в развитии ядерной физики завершилась триумфом. По меткому выражению Резерфорда, начался «бег на стартовой дорожке исследований». И лидировали в этом стремительном «беге» Фредерик и Ирен Жолио-Кюри, которые продолжали работу в Институте радия под руководством всемирно известной Марии Склодовской-Кюри.

Всё больше и больше статей о нейтронах стало появляться во французских научных журналах в период с 1932 по 1934 год. Супруги Жолио-Кюри точно измерили массу нейтрона, изучили условия, при которых возникает нейтронное излучение. И наконец, 15 декабря 1934 года они представили во Французскую академию наук доклад о еще одном сенсационном открытии.

Однажды Фредерик и Ирен Жолио-Кюри работали с полонием. В ходе эксперимента на пути лучей, испускаемых полонием, нужно было поставить тонкую алюминиевую пластинку, чтобы отсеять альфа-лучи. Пластинку поставили. Как и следовало ожидать, альфа-лучи (протоны) задерживались пластинкой, а бета-лучи (электроны) проходили сквозь нее. Затем полониевый источник убрали. Но что происходит? Излучение продолжается – алюминиевая пластинка сама стала радиоактивной! Пока супруги-физики размышляли над непонятным явлением, излучение алюминия прекратилось. Опыт повторили. И опять из алюминия возникало излучение, которое пропадало через несколько минут. Что же происходит с алюминием? Почему он начинает сам излучать радиацию, а затем перестает?

Супруги пришли к выводу, что излучение действует на атомы алюминия так, что они становятся радиоактивными. Но только на несколько минут, а не на тысячи лет, как атомы радия, урана, тория, полония и других естественных радиоактивных элементов. Но каков механизм возникновения радиоактивности? И супруги Жолио-Кюри делают смелое предположение: при захвате альфа-частиц ядрами алюминия происходит ядерная реакция, в результате которой эти ядра сами становятся способными испускать радиоактивное излучение. Но раз ядро поглотило альфа-частицу, то оно уже не является ядром атома алюминия, а становится ядром другого элемента – фосфора.

Предположение требует доказательств. Супруги Жолио-Кюри попросили химиков рекомендовать им такой способ обнаружения фосфора в веществе, чтобы его присутствие можно было обнаружить в течение нескольких минут. Но те только разводили руками: как делать настолько молниеносный анализ, они не знали. Пришлось разрабатывать такой способ самим. Супруги научились менее чем за три минуты определять присутствие фосфора и доказали, что радиоактивные ядра, возникающие в алюминии, действительно являются ядрами атомов фосфора.

Затем физики сделали еще один шаг: они сумели показать, что под действием альфа-частиц из ядер атомов алюминия образуются не встречающиеся в природе ядра атомов фосфора – новый «радиоактивный изотоп» фосфора. Количество искусственно полученных атомов изотопа фосфора в результате радиоактивного распада уменьшалось вдвое примерно через каждые три минуты, и излучение довольно быстро прекращалось.

Сделанное открытие чрезвычайно заинтересовало Фредерика и Ирен Жолио-Кюри. Они решили выяснить: а нельзя ли создать радиоактивные изотопы других элементов? И у них получилось! Стало ясно, что радиоактивные изотопы элементов, никогда не существовавшие в природе, могут быть созданы руками человека. Доклад об этой работе был представлен 15 января 1934 года.

Уже через год после открытия искусственной радиоактивности учеными было получено более пятидесяти радиоактивных изотопов. Они стали широко использоваться для исследований в области ядерной физике. По желанию можно было получить изотопы, испус-

кающие различные виды излучений: нейтроны, альфа-, бета- и гамма-излучение, – причем любой интенсивности и с различными энергиями испускаемых частиц.

Золотые рыбки

В 1934 году в Римском университете собралась группа молодых и амбициозных физиков, которых прозвали «мальчуганами». Возглавил ее Энрико Ферми.

Группа плотно занялась нейтронной физикой. Двое «мальчуганов», Бруно Понтекорво и Эдоардо Амальди, бомбардируя нейтронами различные материалы и измеряя искусственную радиоактивность, обнаружили большую странность. Оказывается, величина приобретенной веществами радиоактивности зависела от того, какие предметы находились рядом с облучаемым материалом. Когда облучаемый образец находился в свинцовом ящике, то у него наблюдалась гораздо меньшая радиоактивность, чем у него же во время облучения на деревянном столе. Энрико Ферми этот факт сразу навел на серьезные размышления. Но пока ученый предпочитал о них не рассказывать. Он только посоветовал коллегам поместить облучаемый образец в парафин и посмотреть, что получится.

Они так и поступили. Взяли кусок парафина, выдолбили в нем ямку, а в нее поместили облучаемый образец – серебряный стаканчик, внутри которого находился источник нейтронов. После облучения проверили радиоактивность серебряного стаканчика. Произошло чудо: парафин в сто раз увеличил радиоактивность стаканчика!

Опыт убедил Энрико Ферми в правильности его догадки. Когда быстрый нейтрон сталкивается с ядром, то его поведение после столкновения сильно зависит от того, с каким ядром он столкнулся – легким или тяжелым. Если ядро тяжелое, то нейтрон ударится о него, как о неподвижную стенку, и отскочит почти с той же энергией, какую имел до столкновения, – примерно как бильярдный шар, ударившийся о бортик. Если же ядро легкое, то нейтрон передаст ему часть своей энергии. Чем легче ядро, тем больше энергии потеряет нейтрон.

Предельный случай – когда ядро имеет массу, равную массе нейтрона. Например, ядро атомов водорода, которое содержит единственный протон. Его масса примерно равна массе нейтрона. Ударившись о такое ядро, нейтрон может потерять всю свою энергию. Опять вспомним бильярдные шары: при лобовом столкновении двух одинаковых шаров налетающий шар останавливается, а другой отскакивает со скоростью налетевшего на него шара. А что происходит, если нейтрон пролетает через вещество с меньшей скоростью? Тогда он с большей вероятностью может быть захвачен каким-либо ядром. Ведь время нахождения нейтрона вблизи ядра при уменьшении скорости увеличивается, и, следовательно, увеличивается время взаимодействия между ними. Значит, чем легче ядра атомов вещества, тем большее количество пролетающих через него нейтронов потеряет энергию и будет захвачено ядрами. И тем больше будет радиоактивность облучаемого вещества.

Поэтому и наблюдались странные явления в опытах «мальчуганов». Когда облучаемый образец находился в свинцовом ящике, то нейтроны, ударяясь о ядра атомов свинца, почти не изменяли своей энергии. А если образец помещали на деревянный стол, то дерево, содержащее много легких ядер водорода и углерода, сильно замедляло и рассеивало нейтроны. Некоторые из них после нескольких соударений возвращались назад уже сильно замедленными. Они-то и захватывались ядрами атомов серебра, что увеличивало его радиоактивность. В парафине еще больше атомов водорода, поэтому, как и ожидал Ферми, радиоактивность серебра, облученного в парафине, оказалась еще выше.

Впрочем, физик захотел дополнительно убедиться в правильности своей теории. Для проверки «мальчуганы» выбрали бассейн с золотыми рыбками, находившийся рядом с лабораторией. По теории Ферми, вода, содержащая много водорода, должна еще лучше замедлять нейтроны. Опять провели опыт с серебряным стаканчиком. И что же? Радиоактивность серебра возросла еще больше. Теперь сомнений не было – поведением нейтронов можно

управлять, используя вещества с разным атомным весом. Так было открыто явление замедления нейтронов.

Открытие «мальчуганов» Энрико Ферми было очень важным. Первая управляемая цепная реакция, которую осуществил Ферми через восемь лет, в 1942 году, была бы невозможна без замедления нейтронов.

Взорвать атом

Разумеется, наибольший интерес «мальчуганов» вызывал процесс удивительных превращений вещества. Они уже знали, что если облучать элементы нейтронами, то в результате поглощения нейтронов ядрами одного элемента, как правило, получаются ядра другого элемента, стоящего на одну клеточку дальше в таблице Менделеева. А что, если облучать нейтронами последний известный элемент – уран? Тогда должен получиться элемент, стоящий в таблице Менделеева на 93-м месте (через много лет его назвали нептунием). Это будет элемент, которого нет в природе, – искусственный элемент! Какой он? Как выглядит? Как ведет себя? Молодым ученым не терпелось узнать.

«Мальчуганы» начали облучать уран нейтронами. Как и следовало ожидать, он приобрел искусственную радиоактивность. Но эта радиоактивность была какая-то странная: после облучения в уране появился не один элемент, как ожидалось, а по крайней мере десяток. И Энрико Ферми, пославший сообщение об этом в научный журнал, писал, что здесь налицо какая-то загадка. Возможно, появился 93-й элемент, но точных доказательств этому нет. С другой стороны, есть доказательства, что появились какие-то другие элементы. Но какие?

Сообщество физиков заинтересовалось сообщением Ферми. Ирен Жолио-Кюри, имеющая большой опыт химических исследований, взялась точно выяснить, прав ли итальянский коллега. Она повторила опыты и тщательно исследовала химический состав кусочка урана. И получила невероятный результат. В уране появился лантан – элемент, стоящий в середине таблицы Менделеева!

Двое известных немецких физиков, Отто Ган и Фриц Штрассман, не захотели согласиться с результатами опытов Ирен Жолио-Кюри. Они провели контрольную серию экспериментов и убедились, что в уране появился не только лантан, но и барий. А ведь барий также стоит примерно в середине таблицы Менделеева. Снова загадка!

Ган и Штрассман сообщили о своих наблюдениях научному сообществу, а также написали письмо известному австрийскому радиохимику Лизе Мейтнер, с которой находились в хороших отношениях. Лиза Мейтнер, эмигрировавшая в Швецию после аншлюса Австрии, взялась решить проблему. В работе ей помогал племянник – физик-экспериментатор Отто Фриш. Она предположила, что при попадании нейтрона ядро урана разваливается на части: только так можно было объяснить появление в уране элементов с весом, примерно вдвое меньшим, чем уран. Свои соображения Мейтнер опубликовала 18 февраля 1939 года в виде заметки с заголовком «Распад урана под воздействием нейтронов: новый вид ядерной реакции».

Однако сообщение Лизы Мейтнер запоздало на две недели. 30 января Фредерик Жолио-Кюри представил в «Труды Парижской академии наук» обширную статью «Экспериментальное доказательство взрывного расщепления ядер урана и тория под воздействием нейтронов». Продолжая исследования лантана, Жолио-Кюри пришел к выводам, аналогичным тем, что сделали Мейтнер и Фриш, и показал, что под ударом нейтронов ядра урана разваливаются на два осколка. При этом знаменитый французский физик двинулся еще дальше, что легко заметить, сравнив заголовки опубликованных сообщений. Лиза Мейтнер писала о «распаде урана», а Жолио-Кюри – о «взрывном расщеплении ядер урана». Француз не только доказал факт деления ядра урана, но и первым сделал главный и необычайно важный для дальнейшего развития атомной физики вывод: при делении ядра урана освобождается энергия! Ядро распадается на два осколка взрывообразно. Осколки деления с необыкновенной скоростью разлетаются в разные стороны. Их огромная энергия постепенно распределяется между соседними ядрами, и весь кусок урана нагревается. А если число таких деле-

ний велико, то и выделяющаяся в результате торможения этих осколков тепловая энергия будет огромной.

Еще в 1935 году, получая Нобелевскую премию, Фредерик Жолио-Кюри произнес прозорливые слова:

Мы вправе сказать, что искатели, создавая или расщепляя по своей воле элементы, смогут осуществить настоящие цепные реакции взрывного типа и перерождение элементов. Если такое перерождение распространится, можно предвидеть огромное освобождение энергии, которую можно использовать.

В то время на пророчество француза не обратили внимания. Большинство физиков считало, что использование атомной энергии – дело отдаленного будущего. Даже Эрнест Резерфорд считал разговоры об этом вздором. Однако в начале 1939 года передовым ученым стало ясно, что они близки к заветной цели. Нагревание куска урана при облучении нейтронами – это и есть *искусственно выделенная атомная энергия*.

Вскоре выяснилось, что в ходе деления урана (термин «деление» стал официальным по предложению американского ученого Уильяма Арнольда, работавшего в Дании) высвобождается на порядок больше энергии, чем в ходе других ядерных реакций, известных в то время.

А что, если все ядра атомов развалятся одновременно? Значит, будет колоссальный взрыв – вроде тех, которые описывают фантасты в своих романах о войнах будущего.

Чтобы объяснить, какую энергию можно выделить из урана, обычно приводят следующее сравнение. При сгорании одного грамма древесины выделяется 0,0018 кВт·ч. Такого количества энергии достаточно, чтобы лампочка мощностью 100 Вт горела одну минуту. Если сжечь один грамм каменного угля, то энергии выделится в два раза больше – 0,0037 кВт·ч, и ее хватит, чтобы уже две стоваттные лампочки горели в течение одной минуты. При «сгорании» одного грамма уранового топлива выделяется 20 000 кВт·ч, и такого количества энергии хватит для освещения в течение часа города с населением 60 тысяч жителей. Как видите, числа несопоставимы.

Но где взять нейтроны для бомбардировки атомов урана? И как добиться более высокой эффективности процесса, то есть обеспечить большее количество попаданий нейтронов в ядра?

И снова лидером в этих исследованиях стал Фредерик Жолио-Кюри. Он заметил, что в тот момент, когда ядро урана разваливается на два осколка, из него вылетают новые нейтроны! Правда, немного, но все-таки больше, чем расходовалось на деление ядер. Тогда сразу стал ясен вопрос о принципиальном пути выделения внутриатомной энергии. Нейтрон, попавший в ядро атома урана, вызовет его деление. При этом из ядра освободятся два-три новых нейтрона. Эти нейтроны вызовут деление новых ядер урана и так далее. А поскольку деление ядер и освобождение новых нейтронов происходит почти мгновенно, то и процесс будет протекать быстро. Такой процесс назвали «цепным процессом» или «цепной ядерной реакцией».

Кажется, что принципиально все просто. Но почему тогда кусок урана при бомбардировке нейтронами не взрывается? На этот вопрос Фредерик Жолио-Кюри в то время ответить не мог. Путь к атомному взрыву открыли другие люди.

Глава 3 Творцы апокалипсиса

«Урановая машина»

Европа встретила 1939 год с предчувствием новой мировой войны. Нацисты не скрывали своих реваншистских замыслов. В марте 1938 года состоялся аншлюс Австрии: она была присоединена к Третьему рейху. В октябре 1938 года Германия аннексировала Судетскую область, фактически отобрав у Чехословакии треть территории. На очереди были Польша и Франция. В самой Германии установился жесткий авторитарный режим, евреи были поражены в правах. Многие выдающиеся физики, включая Альберта Эйнштейна, покинули Европу.

Тем не менее среди «расово чистых» немцев еще оставалось достаточно сильных физиков и радиохимиков, чтобы продолжить изыскания в области атомной энергетики.

В середине апреля 1939 года, во время коллоквиума по физике в Гёттингене, профессор Вильгельм Ханле прочитал собравшимся небольшую статью, подготовленную им к печати. Речь в ней шла о некоей «машине», использующей энергию, которая выделяется при расщеплении урана. Сразу после коллоквиума к ученому подошел его шеф – профессор Георг Йоос, авторитетный специалист по экспериментальной и теоретической физике, и пообещал оказать ему содействие в продвижении идеи.

22 апреля Йоос написал письмо в Имперское министерство науки, образования и народной культуры, которому тогда подчинялись все немецкие университеты. Там отреагировали с поразительной быстротой. Профессору Абрахаму Эзау из Йены было поручено немедленно созвать в Берлине конференцию по вопросам ядерной физики. Вообще-то он был специалистом в области высокочастотной техники, но зато не раз выказывал политическую активность, всячески поддерживая гитлеровский режим. Эзау взялся за дело, составив список ученых, которым полагалось присутствовать на конференции. На первом месте, конечно же, значился Отто Ган – один из тех, кто доказал факт распада ядер урана при бомбардировке нейтронами. Однако тот отказался от участия, сославшись на то, что его ждут в Швеции с лекционным туром. В итоге Гана замещал профессор Йозеф Маттаух.

Секретное заседание проходило 29 апреля 1939 года в здании министерства на Унтерден-Линден. Присутствовали: Абрахам Эзау (председатель), Георг Йоос, Вильгельм Ханле, Георг Дёпель, Вольфганг Гентнер, Ханс Гейгер, Йозеф Маттаух, Вальтер Боте и Герхард Хоффман.

В ходе обсуждения Йоос и Ханле лаконично обрисовали уровень развития ядерной физики в Германии и в других странах, а также обсудили реальность строительства экспериментальной «урановой машины» (или «урановой печи»).

Профессор Эзау рекомендовал собрать воедино все запасы урана, имеющиеся в стране. Теперь вывоз любых соединений урана из Третьего рейха был запрещен – тем более что его было мало. В то время крупнейшие запасы его находились в Бельгии, поскольку ее колония, Конго, была богата месторождениями урановых руд. На тамошних складах хранились тысячи тонн урана – их следовало срочно скупить.

Кроме того, ученые решили создать научно-исследовательскую группу, названную «Ассоциацией по ядерной физике», которая объединила бы всех ведущих физиков рейха.

Руководство собирался взять на себя сам профессор Эзау. Исследования должны были проводиться в Физико-техническом институте Берлина и Гёттингенском университете.

В то же самое время атомной проблематикой заинтересовались немецкие военные. 24 апреля молодой гамбургский профессор Пауль Хартек и его ассистент Вильгельм Грот обратились с письмом в Имперское оборонное министерство. Они сообщали, что новые открытия в области ядерной физики, вероятно, позволят изобрести взрывчатку невиданной мощи. Вкратце они изложили суть исследований Отто Гана и Фрица Штрассмана и, упомянув о недавнем эксперименте Фредерика Жолио-Кюри, пояснили, что американцы, англичане и французы придают огромное значение развитию ядерной физики. В Германии же ею пренебрегают. Авторы письма подытоживали: «Страна, которая добьется в этой области наибольшего прогресса, получит такой перевес над другими, что сравняться с ней будет уже невозможно».

Письмо поначалу попало к генералу артиллерии Карлу Беккеру, возглавлявшему Управление вооружений сухопутных войск. Оттуда его переправили в Отдел научных исследований, коим руководил профессор-полковник Эрих Шуман. Наконец, тот вручил письмо доктору Курту Дибнеру, специалисту вооруженных сил по ядерной физике и взрывчатым веществам.

Курт Дибнер оказался на этом посту неслучайно. В 1931 году он защитил диссертацию на тему «Ионизация под действием альфа-лучей» и некоторое время трудился в лаборатории Физико-технического института над созданием нового ускорителя частиц. Но в 1934 году его призвали в армию, и он попал в Отдел научных исследований, где по заказу люфтваффе изучал кумулятивные взрывчатые вещества. Ему, физику-ядерщику, такая работа не слишком нравилась, и он попросил Шумана создать при отделе новую группу, которая занималась бы только атомной проблематикой.

Прочитав письмо коллег, Курт Дибнер обратился за советом к прославленному Хансу Гейгеру, создателю хорошо известного счетчика ионизирующих излучений. Тот одобрительно отнесся к рассуждениям неизвестных ему физиков о новой взрывчатке. Летом Дибнер ознакомился с литературой, посвященной производству атомной энергии. Ему не понадобилось много времени, чтобы понять ценность новой идеи и заинтересовать руководство. Итогом деятельности Дибнера стал приказ о создании группы по урановым исследованиям, которую он сам и возглавил.

Так Германия оказалась единственной промышленно развитой державой, где еще накануне Второй мировой войны были созданы сразу два научных коллектива, занимавшиеся возможностью применения атомной энергии в военных целях. Как и следовало ожидать, оба руководителя групп, Абрахам Эзау и Курт Дибнер, стали заклятыми врагами и мешали друг другу в достижении практических результатов.

В воскресенье, 3 сентября 1939 года, Великобритания и Франция в ответ на вторжение в Польшу объявили Германии войну. На следующий день профессор Абрахам Эзау встретился с генералом Беккером. Генерал заверил Эзау, что тот может рассчитывать на его поддержку.

В тот же день Эзау отправился в Имперское министерство экономики, поскольку немецкий атомный проект неожиданно оказался под угрозой. Командование люфтваффе вдруг решило конфисковать все запасы урановых соединений и радия, чтобы изготовить люминесцентные краски для своих самолетов. Эзау хотел заручиться официальной бумагой, гласившей, сколь важны для судеб страны работы физиков и что обойтись без урана им никак нельзя.

Однако выяснилось, что конкуренты тоже не дремлют. Весь доступный уран решили прибрать к рукам полковник Эрих Шуман и его протеже Курт Дибнер. Они же организовали

призыв в ряды вооруженных сил молодых перспективных физиков, которых тут же направляли в лаборатории, но уже в статусе офицеров.

Чтобы закрепить позиции, военные чины решили провести секретное совещание, которое состоялось 16 сентября в стенах Физического института Общества кайзера Вильгельма. На него были приглашены Отто Ган, Вальтер Боте, Ханс Гейгер, Пауль Хартек, Йозеф Маттаух, Эрих Багге и другие. Собранным предстояло оценить, нужен ли вермахту атомный проект и на что следует делать ставку: на урановую машину или на атомную бомбу.

Отто Ган сообщил, что, согласно новейшим исследованиям, при бомбардировке урана нейтронами расщепляется прежде всего легкий изотоп – уран-235. В природном уране содержание его ничтожно мало. Попытаться же отделить его от остальных изотопов – задача весьма сложная.

Развернулась оживленная дискуссия. В ее ходе вспомнили о знаменитом лейпцигском физике и нобелевском лауреате Вернере Гейзенберге. Именно он, по мнению ряда присутствующих, мог создать работоспособную теорию цепной реакции, которую и можно было бы использовать при строительстве «машины». Такое предложение понравилось далеко не всем: Вальтер Боте и Герхард Хоффман поднялись со своих мест и заявили, что не хотят иметь дело с Гейзенбергом.

Ученые на совещании так и не решили, какой именно изотоп расщепляется при обстреле урана нейтронами. Впрочем, многие склонялись к мысли, что это действительно уран-235. Следовало провести чистый эксперимент: рассортировать изотопы урана, обстрелять их по очереди нейтронами и посмотреть, что произойдет. Проведение опыта поручили Паулю Хартеку: ведь он уже занимался разделением изотопов различных элементов, в том числе ксенона и ртути.

Процесс разделения, называемый «термодиффузия», кажется несложным. Установка состоит из двух концентрических трубок: внутренняя разогрета, наружная охлаждается. Пространство между трубками заполняется урановым соединением. Теоретически более легкие изотопы должны группироваться возле теплой поверхности.

Довольно быстро Пауль Хартек пришел к выводу, что для сортировки изотопов урана лучше всего использовать пары одного из его соединений – гексафторида урана (шестифтористого урана). Работать с ними, правда, было нелегко. Газ вел себя очень агрессивно: он разъедал часть материалов, из которых был изготовлен «диффузор». При температурах ниже 50 °С или при соприкосновении с водой твердел. Поэтому физику приходилось идти на разные ухищрения.

В это время, 20 сентября, доктор Эрих Багге, ученик Гейзенберга, составил вместе с Куртом Дибнером «Предварительный план работы по проведению испытаний, предназначенных для использования ядерного деления». Невзирая на мнение других немецких физиков, Багге убедил Дибнера, что Гейзенберга нужно привлечь к проекту хотя бы в качестве консультанта. Через пять дней он встретился со своим учителем в Лейпциге и обсудил с ним практический вопрос: каким должен быть прибор, измеряющий число нейтронов, выделяющихся при расщеплении урана. 26 сентября Багге вернулся в Берлин. Его ждало новое совещание в Управлении вооружений сухопутных войск.

На совещании немецкие физики еще раз четко сформулировали свои возможности. Есть только два способа извлечения энергии из урана: либо неконтролируемая реакция (то есть взрыв), либо управляемый процесс (то есть «урановая машина»). Для создания взрыва надо выделить редкий изотоп урана-235, поскольку при обстреле его нейтронами начинается цепная реакция деления ядер. С «машиной» несколько сложнее. Для нее, кроме урана, необходим «замедлитель».

Дело в том, что первичные нейтроны, вызывающие деление ядра урана, называются «медленными» (медленными по скорости движения; они обладают относительно невысо-

кой энергией); те, которые испускаются в процессе деления, являются «быстрыми» нейтронами. Еще весной 1939 года стало известно, что медленные нейтроны более подходят для получения последующих делений, хотя причины были пока неясны. Поэтому существенным элементом каждой системы, предназначенной для запуска и поддержания цепной реакции, должен стать «замедлитель» – вещество, в котором быстрые нейтроны будут многократно отражаться и терять скорость до такого значения, которое позволит получить последующие деления. Однако важно, чтобы атомы замедлителя только замедляли быстрые нейтроны, но не поглощали их, так как каждый захваченный нейтрон уже не способен вызвать новое деление. Для создания «урановой машины» нужно смешать уран с таким замедлителем.

Пауль Хартек предложил использовать в качестве замедлителя так называемую «тяжелую воду», которую следует разместить в «машине» не вперемешку с ураном, а отдельными слоями. Тяжелая вода – это вода, в которой атомы обычного водорода заменены атомами его тяжелого изотопа дейтерия (помимо протона, ядра дейтерия содержат еще и нейтрон). Такая вода примерно на 11 % тяжелее обычной, она замерзает при +3,81 °С и кипит при +101,42 °С. Но самое главное: она замедляет нейтроны до такой скорости, что изотоп урана-238 не может их уловить, зато они всё еще способны расщепить изотопы урана-235.

Кроме технических аспектов, на совещании обсуждались ближайшие планы. Во-первых, надо научиться отделять уран-235 от других изотопов. Во-вторых, определить «эффективное поперечное сечение» атомных ядер всех тех веществ, которые можно использовать в качестве «замедлителя» (то есть определить вероятность захвата этими ядрами летящих к ним нейтронов; величину этого сечения можно сравнить с размером мишени в тире – чем больше мишень, тем вероятнее попадание). В-третьих, понять, сможет ли «урановая машина» работать на медленных нейтронах.

Далее распределили роли. Вернер Гейзенберг изучает теоретические основы цепной реакции. Эрих Багге возвращается в Лейпциг, исследует «эффективное поперечное сечение» дейтерия. Пауль Хартек доводит до конца «термодиффузию» урана-235. Различные задания получили и другие ученые. Всем было обещано: «деньги на это найдутся». В заключение Эрих Шуман сообщил, что Физический институт Общества имени кайзера Вильгельма передан в ведение Управления вооружений сухопутных войск. Институт располагает отличной аппаратурой. Туда будут переведены все ученые, работающие над «урановым проектом».

Последняя идея была встречена в штыки. Работать над амбициозным и хорошо финансируемым проектом хотели все, однако переезжать в Берлин многие отказались. К примеру, Пауль Хартек писал генералу Беккеру: «Мне нужно остаться здесь, в Гамбурге. <...> В случае надобности я могу каждую неделю на несколько дней приезжать в Берлин».

Впрочем, с объединением физиков под одной крышей можно было подождать. Для начала требовалось раздобыть достаточное количество урана. Берлинская фирма «Ауэр» занималась обработкой редкоземельных металлов. К ней и обратились армейские чины с необычной просьбой: нужно изготовить несколько тонн чистого оксида урана. Их направили в центральную лабораторию, которой руководил доктор Николай (Николаус) Риль, уроженец Санкт-Петербурга, ученик Отто Гана.

Когда в 1939 году Германия захватила Чехословакию, фирма «Ауэр» одной из первых стала осваивать тамошние урановые рудники. В ту пору всех интересовал радий, применяемый, как мы помним, в медицинских целях. Уран считался побочным продуктом, но фирма располагала некоторыми его запасами в виде оксида и неочищенного ураната натрия. Доктор Риль сразу оценил перспективы проекта и лично занялся очисткой урана. Он будет заниматься этим до конца войны.

Всего за несколько недель Риль наладил производство урана на небольшом заводике в Ораниенбурге. Каждый месяц здесь выпускалось около тонны очищенного оксида урана,

причем первая тонна была отгружена военным в начале 1940 года. Работа над проектом наконец-то началась.

В первых числах декабря 1939 года Эрих Багге вновь встретился с Вернером Гейзенбергом. Тот сообщил, что, кажется, понял, как стабилизировать цепную реакцию в «урановой машине». Согласно его расчетам, по мере того как будет расти температура, эффективное поперечное сечение дейтерия станет уменьшаться. При определенной температуре реакция автоматически замедлится. Зависит эта температура от размеров «машины». По-видимому, речь идет о сотнях, а не о тысячах градусов Цельсия. Как показывает расчетный пример, если взять 1,2 тонны урана и 1 тонну тяжелой воды, смешать их в виде пасты и поместить в шар радиусом 60 см, реакция внутри подобного агрегата стабилизируется при 800 °С.

6 декабря Гейзенберг представил в Управление вооружений сухопутных войск доклад под названием «Возможность технического получения энергии при расщеплении урана», в котором показал, что предложение Пауля Хартека отделить уран от замедлителя не очень удачно, поскольку тогда «машина» окажется слишком маленькой.

Нобелевский лауреат проанализировал и возможности модификации «машины». Самым надежным методом, писал он, является обогащение природного урана изотопом урана-235. Только так можно добиться уменьшения размеров «урановой машины» до одного кубического метра, что позволит создать новое взрывчатое вещество, чья мощь в тысячи раз превзойдет мощь тротила. Но для производства энергии можно использовать и обычный уран, не прибегая к разделению его изотопов. Для этого нужно добавить к урану вещество, способное замедлять излучаемые нейтроны, не поглощая их. Согласно имеющимся данным, этим требованиям отвечают лишь тяжелая вода и очищенный уголь. Однако при малейшем их загрязнении выработка энергии прекратится. В заключение профессор Гейзенберг предупредил, что реактор является очень интенсивным источником вредного нейтронного и гамма-излучения.

В канун Второй мировой войны единственной фирмой, выпускавшей тяжелую воду в промышленных количествах, была норвежская «Норск гидро». Она действовала при Веморкской гидроэлектростанции, близ городка Рjukan на юге Норвегии. Тяжелая вода была побочным продуктом водородного электролиза. Еще в 1932 году американский физик Гарольд Юри доказал, что вода, остающаяся после электролиза в ячейках, содержит гораздо больше тяжелого водорода, чем обычно. Если подвергать электролизу 100 тысяч литров воды до тех пор, пока в ячейках не останется всего литр воды, то в этом литре содержание тяжелой воды достигнет 99 %. По этому принципу фирма и изготавливала тяжелую воду. Немецкий эксперт, присланный проинспектировать установку «Норск гидро», назвал ее шедевром.

Установка начала действовать в 1934 году. До 1938 года здесь изготовили всего 40 килограммов тяжелой воды. Потом ее производство увеличилось, но и в конце 1939 года здесь выпускали не более десяти килограммов воды в месяц. Впрочем, выбора у немецких военных не было. Вопрос был лишь в том, согласятся ли норвежцы поставлять тяжелую воду в Германию.

Тем временем военные власти начали выполнять решение о сборе ученых под крышей Физического института. И сразу же столкнулись с проблемой. Директор института, знаменитый нидерландский физик-экспериментатор Петер Дебай, лауреат Нобелевской премии 1936 года, будучи иностранцем, не мог возглавить секретный проект. Ученого поставили перед выбором: он либо принимает немецкое гражданство, либо покидает институт. Неожиданное приглашение из США разрешило дилемму: физика, прожившего в Германии почти всю свою жизнь, попросили выступить с циклом лекций. Петер Дебай уехал в Америку и не вернулся. Немецкий атомный проект потерял очередного ценного сотрудника.

Похищение тяжелой воды

Начавшаяся война изменила планы не только немецких физиков, но и их коллег во многих странах. Прежде всего – во Франции.

Напомню, что в 1935 году Фредерик Жолио-Кюри получил Нобелевскую премию по химии. Это помогло ему встать во главе кафедры ядерной химии, учрежденной в парижском Коллеж де Франс. Перебираясь в свою новую лабораторию, физик забрал с собой некоторых ведущих исследователей, составивших его группу: Ханса фон Халбана, Льва Коварски и Бруно Понтекорво.

В феврале 1939 года группа взялась за исследование возможности цепной реакции; менее чем через месяц их первое сообщение об этом появилось на страницах английского журнала «Нэйчур». Заголовок устрасал: «Высвобождение нейтронов в ядерном взрыве урана». В статье говорилось, что при расщеплении уранового ядра испускается некоторое количество нейтронов, способных произвести последующие акты деления.

Возник вопрос о создании атомного реактора. Его конструкция зависела от того, сколько нейтронов испускается при делении, и в Коллеж де Франс продолжались эксперименты с целью определения этого числа.

До сих пор исследования носили академический характер. Такими же были и публикации о результатах – каждый ученый стремился утвердить свой приоритет в раскрытии очередной тайны атома. Однако быстрое изменение политической обстановки в Европе заставило задуматься о возможных последствиях такой «открытости».

1 апреля 1939 года французская группа получила телеграмму от американских коллег, в которой те просили не публиковать больше сведений о результатах исследований. Сначала французы решили, что это первоапрельская шутка, но потом стало не до смеха. Американцы действительно были озабочены тем, что лидеры ядерной физики (ими много лет оставались ученые из группы Жолио-Кюри) без всякой задней мысли и невзначай могут дать в руки новоиспеченному германскому империализму оружие большой разрушительной силы. Поэтому и было предложено ввести самоцензуру – хотя бы на время.

Посоветовавшись, французы отклонили предложение американцев. Это было сделано по трем причинам. Во-первых, чувствовалось, что ни один из американских коллег не сможет твердо придерживаться такого неофициального соглашения: если бы кто-то из них сделал большое открытие, то непременно запатентовал бы его. Во-вторых, Фредерик Жолио-Кюри привык придерживаться принципа Марии Склодовской-Кюри: всегда публиковать каждый научный результат. В-третьих, работа в Коллеж де Франс очень нуждалась в финансовой поддержке, а ее труднее получить, если регулярно не сообщать об успехах.

8 апреля 1939 года Жолио-Кюри, фон Халбан и Коварски написали статью, появившуюся месяцем позже под заголовком «Количество нейтронов, испускаемых в процессе ядерного деления урана». Эту величину они считали равной чему-то среднему между 3 и 4, что, казалось, говорило о теоретической возможности цепной реакции. Оставался неясным еще один момент. Не было уверенности в том, что цепная реакция, раз начавшись, продолжится достаточно долго, – она могла постепенно затухать. А если она не будет затухать, то возникнет проблема – как ею управлять.

В апреле коллектив Жолио-Кюри решил сконцентрировать свои усилия на проблеме получения цепной реакции, пригодной для промышленного использования. Потребовалось много денег: на источники нейтронов, на уран, на «замедляющий материал», составлявший существенную часть всей установки для получения энергии.

В течение летних месяцев французы применяли в качестве замедлителя воду, затем уголь и даже большие блоки из твердой углекислоты. В августе Фредерик Жолио-Кюри

начал новый эксперимент, собрав блоки из окиси урана в виде сферы, которая поливалась водой. Было установлено, что деление одиночного ядра урана в середине такой сборки вызывает цепную реакцию. Но реакция не поддавалась контролю теми методами, которые были доступны экспериментаторам.

Тем не менее эксперимент (результаты его были опубликованы в следующем месяце) показал, что цепную реакцию можно вызвать искусственно. Логично было предположить, что если удастся подобрать соответствующий замедлитель и найти правильное его сочетание с ураном, то реакцию можно поддерживать сколь угодно долго. Французы взялись за разрешение этой проблемы, когда разразилась война.

Физики были немедленно мобилизованы. К примеру, Фредерик Жолио-Кюри получил от правительства длиннейшие инструкции с перечислением второстепенных научных работ, которые ему предписывалось начать. Пришлось знаменитому физику добиваться встречи с Раулем Дотри, французским министром вооружения. У министра были довольно своеобразные взгляды. Однажды он прочитал в популярной статье, что если бы было можно расщепить атомы, из которых состоит обыкновенный стол, то заключенной в них энергии хватило бы для уничтожения всего мира. Фантастическая идея пленила его, и он с интересом выслушал рассказ Жолио-Кюри о работах, проводившихся в Коллеж де Франс, после чего пообещал всевозможную помощь.

Дотри оказался хозяином своего слова. Вскоре после этой встречи Хансу фон Халбану пришла в голову мысль использовать в качестве замедлителя графит. Существенная особенность любого замедлителя – высокая степень чистоты. Будучи химиком, фон Халбан помнил, что степень чистоты у графита больше, чем у какого-либо другого материала. Фредерик Жолио-Кюри вновь направился к Дотри и попросил обеспечить его коллектив графитом. Министр подыскал источник снабжения графитом в Гренобле. Вскоре после этого фон Халбан и его коллеги получили огромную глыбу чистого графита.

К сожалению, эксперимент с графитом провалился. Тогда фон Халбану пришла в голову мысль использовать в качестве замедлителя тяжелую воду. Жолио-Кюри опять пошел к министру вооружения. Дотри спешно принял меры. В начале марта 1940 года группа французских военных тайно покинула Париж, направившись в Осло. Там они вступили в переговоры с фирмой «Норск гидро» и заключили соглашение на покупку всей тяжелой воды (185 килограммов), имевшейся в наличии на заводе в Рьюкане. Кроме того, Франции предоставлялось предпочтительное право на тяжелую воду, которая будет в дальнейшем произведена на этом заводе. 16 марта офицеры, выполнявшие тайную миссию, вернулись обратно в Париж, и весь мировой запас тяжелой воды был надежно упрятан в подвалах Коллеж де Франс.

Недолго довелось коллективу Жолио-Кюри работать с тяжелой водой: им помешало наступление немцев. За шесть дней противник заставил капитулировать Голландию и продвигался через северную Бельгию по направлению к Брюсселю. 15 мая немцы пересекли реку Маас. Министр Дотри приказал Фредерику Жолио-Кюри сделать все необходимое, чтобы тяжелая вода не попала в руки немцев. Тот поручил фон Халбану перевезти запас тяжелой воды, радий и архив в Мон-Доре – курорт в центральной Франции.

Прибыв туда, ученый приступил к организации новой лаборатории. Однако 8 июня немцы форсировали Марну, оказавшись в пригородах французской столицы. Фредерика Жолио-Кюри предупредили о решении объявить Париж «открытым городом» и о грядущей капитуляции, поэтому он начал готовиться к отъезду. Забрав самые важные документы и уничтожив остальные, физик присоединился к фон Халбану, но и в Мон-Доре остановиться не удалось. Правительство приказало перевезти тяжелую воду в Бордо, а оттуда – в Англию.

Перед учеными встал острый вопрос: каким образом они могли бы лучше всего служить Франции – оставаясь на родине или отправившись за рубеж? Фон Халбан и Коварски

намеревались сопровождать тяжелую воду в Англию. Фредерик Жолио-Кюри остался во Франции. Такое решение блестящего физика впоследствии критиковалось и породило множество догадок о мотивах, по которым оно было принято. По-видимому, правильными следует считать объяснение фон Халбана: Жолио-Кюри в то время стал видной фигурой среди своих друзей с «левыми» взглядами, и ему казалось, что будет нечестным по отношению к ним покинуть страну в такое время. Кроме того, в голове Фредерика уже начала созревать идея сопротивления немецкой оккупации, которая через несколько лет охватит всю Францию.

Тяжелая вода была доставлена в Англию и отправлена в Кавендишскую лабораторию – так называли физический факультет Кембриджского университета, где некогда работали основоположники ядерной физики Джозеф Томсон и Эрнест Резерфорд.

Реактор Хартека

В Германии события развивались своим чередом. Немецким ученым уже стало ясно, что строительством «урановой машины» их работа не ограничится. Впереди их ждет урановая бомба. Однако создать «машину» необходимо было по двум причинам: во-первых, тогда ученые смогут поверить теорию практикой, а во-вторых, что еще важнее, если удастся построить «машину», то правительство и вермахт убедятся, что физикам по плечу и создание нового оружия.

В 1940 году в различных лабораториях Берлина, Лейпцига, Гейдельберга, Вены и Гамбурга был проведен ряд ключевых экспериментов. Так, летом и осенью 1940 года Вернер Гейзенберг и Георг Дёпель поставили опыты с оксидом урана и тяжелой водой. Они окончательно установили, что в реакторе на тяжелой воде можно использовать обычный уран, а не обогащенную смесь изотопов.

Особую важность имел эксперимент профессора Вальтера Боте из Гейдельберга, проведенный в июне 1940 года. Он показал, что абсолютно чистый углерод также можно использовать в качестве замедлителя быстрых нейтронов, а ведь получить это вещество было куда проще, чем тяжелую воду.

В Берлине, в Физическом институте, Карл фон Вайцеккер начал конструировать будущую «урановую машину». Изначально ее решили строить по схеме Хартека: две тонны оксида урана и полтонны тяжелой воды расположатся вперемешку, в пять или шесть слоев. Можно было построить и сферический реактор по схеме Гейзенберга, хотя это казалось более трудным.

Впрочем, в феврале 1940 года Гейзенберг, вернувшись к докладной записке, поданной два месяца назад, дополнил ее подробным математическим расчетом. Он пришел к выводу, что использовать чистый графит в качестве замедлителя вовсе не так эффективно, как казалось поначалу. Гелий тоже не годится, ибо реактор окажется слишком громоздким. Остается тяжелая вода.

Курт Дибнер провел совещание, на котором обсуждались все проблемы, связанные с тяжелой водой. Участвовавшие в нем Вернер Гейзенберг, физик Карл Вирц и специалист по физической химии Карл Бонхеффер заключили, что проблем впереди еще очень много. Гейзенберг предложил взять вначале пару литров тяжелой воды и проверить, насколько она проницаема для нейтронов. Дибнер пообещал закупить ее у норвежцев.

Неделю спустя Пауль Хартек послал письмо своим военным шефам: судя по расчетам Гейзенберга, уран и тяжелая вода понадобятся для реактора в одинаковых пропорциях, то есть надо раздобыть примерно две тонны тяжелой воды. Придется самим налаживать ее производство.

Но для получения всего одной тонны тяжелой воды с помощью электролиза, как это делают норвежцы, придется израсходовать на выработку электроэнергии сотни тысяч тонн угля. Военных такая перспектива ужаснула. Тогда Хартек вспомнил, что несколько лет тому назад он вместе с Хансом Зюссом разработал новый метод производства тяжелой воды с помощью каталитического обмена. Однако тогда никого эта технология не заинтересовала, поскольку проще было покупать тяжелую воду у норвежцев.

Вскоре, с согласия военных, решили построить опытную установку. Пауль Хартек писал Карлу Бонхефферу, что установку для каталитического обмена ему хотелось бы разместить при каком-нибудь действующем предприятии, где занимаются гидрогенизацией. Вскоре он получил ответ: на знаменитом заводе «Лейнаверке» очень заинтересовались идеей.

Тем временем в Норвегию приехал представитель концерна «ИГ Фарбениндустри», который своими денежными вливаниями содействовал работе завода в Рьюкане. Он затребовал у норвежцев все хранящиеся запасы тяжелой воды и пообещал новый обширный заказ. Руководство завода поинтересовалось, зачем нужны столь огромные по тем временам запасы тяжелой воды. Однако немец ловко уклонился от прямого ответа. Норвежцам все это не понравилось, и когда представилась возможность, они передали тяжелую воду прибывшим с тайной миссией французам. Так что, когда весной 1940 года германские войска вторглись в Норвегию и 3 мая, после тяжелых боев, захватили завод, склады его оказались пусты.

В начале апреля 1940 года, в то время как французские физики начали эксперименты с тяжелой водой, Пауль Хартек посетил завод «Лейнаверке». Он загорелся новой идеей использования в качестве замедлителя сухого льда. И нашел поддержку у дирекции: ему выделили целый вагон сухого льда. Хартек выбрал подвал для эксперимента, но сначала следовало позаботиться об уране. Он попросил Дибнера прислать 300 килограммов оксида. При этом захваченный открывшимися перспективами ученый не учел одного: не он один мечтал построить первый в стране реактор. Весной 1940 года секретариат Курта Дибнера был завален заявками. Например, Гейзенберг требовал целую тонну уранового оксида. В целях экономии осторожный Дибнер намекнул Гейзенбергу, что неплохо было ему провести эксперимент вместе с Хартеком. Однако нобелевский лауреат, не желая уступать, снисходительно намекнул, что революционную идею с сухим льдом неплохо бы проверить опытным способом в лабораторных условиях.

В начале мая 1940 года место для будущего реактора уже было подготовлено. Несмотря на происки Гейзенберга, все складывалось удачно. Дибнер обещал-таки «несколько сот килограммов» оксида урана. 6 мая Хартек позвонил Дибнеру и сказал, что для нормального эксперимента нужно не менее 600 килограммов оксида. 9 мая, изнывая от ожидания, он написал письмо Дибнеру, надеясь узнать, сколько ему еще ждать. Лишь в последние дни месяца в Гамбург привезли вожделенный оксид, но его оказалось ничтожно мало: всего 50 килограммов! Впрочем, через несколько дней сердобольный петербуржец Николай Риль прислал «гамбургскому мечтателю» еще 135 килограммов «от себя лично». На этом урановый «ручеек» иссяк.

Таким образом, в начале июня лаборатория Пауля Хартека располагала 185 килограммами оксида урана и 15 тоннами сухого льда. Профессор изготовил изо льда блок, просверлил в нем пять шахт и заполнил их ураном. В середине блока поместил радио-бериллиевый источник нейтронов. 3 июня он известил своих военных начальников, что в течение недели эксперимент будет завершен. При этом он умолчал, что проводить задуманный опыт с таким малым количеством урана вообще-то бессмысленно – цепная реакция не пойдет. Вся эта неделя была простой демонстрацией амбиций. Хартеку удалось измерить лишь уровень абсорбции нейтронов в уране и их диффузионную длину в твердой углекислоте.

В конце августа 1940 года Хартек заговорил о необходимости повторения эксперимента с использованием двух тонн оксида урана и пятиметрового куба сухого льда. Однако коллеги так злословили по поводу его идей, что физик дрогнул и зарекался отстаивать свое начинание.

Поиски вслепую

В июне 1940 года немецкие войска заняли Париж. Немедленно туда приехали Курт Дибнер и Эрих Шуман. По горячим следам немцы пытались восстановить ход работ в лаборатории Жолио-Кюри. Группу французских физиков, оставшихся в Париже, возглавил профессор Вольфганг Гентнер.

Некоторые находки могли послужить важными аргументами в немецких научных спорах. Например, французы, как и Хартек, считали, что урановое топливо и тяжелую воду следует размещать в реакторе не вперемешку, а отдельными слоями. По их мнению, замедлитель нужно вводить в урановую массу в виде «кубиков или шаров», а не наоборот. Так, они получили весьма обнадеживающие результаты, когда внедрили в шар из оксида урана кубики парафина.

15 июня 1940 года американский журнал «Физикал ревью» опубликовал статью, в которой сообщалось об открытии нового трансуранового элемента, занимающего в таблице Менделеева клетку с номером 94 (плутония). Статья вызвала возмущение видных британских ученых, считавших, что в военное время публикация подобных материалов должна быть запрещена. И они в какой-то мере были правы – опубликованная статья попала на глаза Карлу фон Вайцзеккеру. Из статьи следовало, что новый трансурановый элемент можно получить из урана-238. При этом по своим свойствам он куда лучше подходит для создания атомной бомбы, чем природный уран. Впрочем, соображениям фон Вайцзеккера, которые он изложил в соответствующей записке, поданной в Управление вооружений сухопутных войск, в то время не придали особого значения.

Летом 1940 года, по соседству с Физическим институтом Общества имени кайзера Вильгельма, на участке, принадлежавшем Институту биологии и вирусных исследований, начали строить небольшую деревянную лабораторию. Здесь собирались разместить реактор, построенный по схеме Гейзенберга. Чтобы отпугнуть непрошенных гостей, над дверями здания повесили табличку «Вирусная лаборатория».

Казалось, пути к преодолению трудностей определены. Однако в Германии появилась еще одна группа ученых, претендующая на урановые и прочие ресурсы. Барон Манфред фон Арденне, блестящий изобретатель, нанес визит главе Имперского почтового министерства Вильгельму Онезорге и в многозначительных выражениях сообщил, что благодаря недавним открытиям физиков можно изготавливать особые бомбы и особые реакторы, которые превзойдут все прошлые технические достижения. Министр настолько увлекся речами барона, что при первом удобном случае явился с докладом к Адольфу Гитлеру и рассказал ему всё, что узнал об урановой бомбе.

Вильгельму Онезорге не повезло: в конце 1940 года, когда случилось это памятное событие, фюрер был настолько увлечен радостями недавних блицкригов и планами будущих войн, что эксцентрический доклад лишь раздосадовал его. Фюрер высмеял министра, и тому пришлось ретироваться. Впрочем, Онезорге всё же не оставил мыслей о «чудо-бомбе» и решил на свой страх и риск поддержать фон Арденне – благо располагал значительными средствами, предназначенными для развития почты.

Итак, теперь уже три группы немецких ученых работали над атомным проектом. Одной руководил Курт Дибнер. Вторую возглавил Абрахам Эзау. Третья возникла в Лихтерфельде, в лаборатории, где всем заправлял барон Манфред фон Арденне.

Ученые из академических институтов встретили появление барона с явным неудовольствием. Образование, полученное им, равно как и его методы, претили большинству ученых. Далеко он был и от теоретиков типа Вернера Гейзенберга.

10 октября Карл фон Вейцзеккер посетил «мятежного барона». Именитый физик попытался втолковать изобретателю, что создание атомной бомбы – идея, далекая от реализации. Причина в следующем: эффективное поперечное сечение урана с ростом температуры уменьшается, поэтому цепная реакция постепенно затухает. Возможно, фон Арденне поверил хитрым речам. Во всяком случае вплоть до конца 1940 года он занимался лишь проектом «установки по превращению атомов», то есть циклотроном (ускорителем тяжелых частиц), в котором отчаянно нуждались немецкие физики.

В том же октябре была достроена «Вирусная лаборатория». Первый урановый реактор, установленный там, представлял собой сводчатый алюминиевый цилиндр. Диаметр и высота его были одинаковы – 1,4 метра. Его до краев заполнили оксидом урана. Слои оксида перемежались тонкими парафиновыми вставками – замедлителем. Цилиндр погрузили в воду, служившую отражателем нейтронов. Радиово-бериллиевый источник нейтронов помещался в трубке, которую опустили в центр реактора.

Однако цепная реакция не наблюдалась. Через несколько недель опыт повторили, проверив две другие схемы реактора и потратив на это 6800 килограммов оксида урана. Опять никакого результата! Так Вернер Гейзенберг доказал, что невозможно построить реактор на оксиде урана, если в качестве замедлителя брать парафин или обычную воду. Требовалась тяжелая вода, а ее-то как раз все еще не доставало.

В Лейпциге профессор Георг Дёпель повторил эксперимент с оксидом урана и парафином. Правда, все четыре слоя урана в его реакторе были отделены друг от друга еще и алюминиевыми сферами. Опять безуспешно!

Самые интересные результаты были получены в Гейдельберге, где Вальтер Боте и Арнольд Фламмерсфельд смешали в огромном чане почти 4,5 тонны оксида урана с 435 килограммами воды, а затем с большой точностью измерили размножение нейтронов и их «резонансную абсорбцию» в упомянутых веществах. Оба ученых тоже констатировали, что без тяжелой воды реактор на оксиде урана не будет работать.

После этой череды неудач инициативу перехватили военные. Не советуясь с физиками, они решили использовать в опытах не оксид урана, а металлический уран. Однако фирма «Ауэр» не располагала оборудованием для переработки оксида в чистый материал. Поэтому Николай Риль обратился за помощью во Франкфурт, к директору фирмы «Дегусса», которая как-то проделала для Рили схожую работу, превратив оксид тория в металлический торий. Оказалось, процессы восстановления урана и тория очень похожи. Даже оборудование можно было не менять. Очищенный оксид урана помещали в инертную аргоновую атмосферу, нагревали до 1100 °С и восстанавливали с помощью металлического кальция и хлорида кальция. Руководители фирмы были уверены, что получаемый ими уран будет необычайно чист, но в действительности он содержал даже больше примесей, чем исходный оксид. Тем не менее к концу 1940 года «Дегусса» изготовила 280 кг уранового порошка.

В это время лаборанты профессора Вальтера Боте радостно доложили, что эффективным замедлителем может служить не только тяжелая вода, но и графит – материал, чрезвычайно дешевый и имевшийся в изобилии. В качестве критерия была выбрана так называемая «диффузионная длина тепловых нейтронов» – расстояние между той точкой, где нейтрон стал тепловым, и той точкой, где он был поглощен ядром атома окружающего вещества. Понятно, что чем больше такое расстояние, тем лучше для течения цепной реакции. Как показал опыт, ловко поставленный Боте, диффузионная длина тепловых нейтронов в угле-роде (графит является кристаллической модификацией углерода) составляла 61 сантиметр. Если же очистить графит еще больше, показатель возрастет до 70 сантиметров. Прекрасно! Военные немедленно обратились к фирме «Сименс» с просьбой о поставках чистейшего графита.

В январе 1941 года там же, в Гейдельберге, опыт был повторен. Итог принес разочарование. Хотя образец был изготовлен из чистейшего электрографита фирмы «Сименс», приборы показывали всего 35 сантиметров. Следовательно, графит в замедлители не годится. Мнению Вальтера Боте доверяли, поэтому опыты с графитом прекратились. Только в 1945 году ошибка была обнаружена. Вероятно, причиной неудачи стали примеси азота, попавшего в графит из воздуха.

Отныне работа над немецким урановым проектом резко замедлилась. Большинство историков, изучавших отчеты о немецких ядерных исследованиях, признают ошибку профессора Боте роковой. Кстати, если бы в 1940 году Паулю Хартеку дали провести полноценный опыт с сухим льдом, он измерил бы абсорбцию нейтронов в углероде, и коллеги избежали бы ошибок.

Впрочем, такой же промах допустили и ведущие французские физики Ханс фон Халбан и Лев Коварски, работавшие в Кавендишской лаборатории. Они тоже решили, что графит – плохой замедлитель, и сосредоточили свои усилия на разработке реактора с тяжелой водой. Но когда в 1942 году американским ученым удалось построить и запустить первый в мире урановый реактор, они использовали в качестве замедлителя именно графит.

Итак, немецкие физики, нерадиво поставив важнейший эксперимент, теперь терпеливо дожидались, когда же на далеком норвежском заводе произведут нужное количество тяжелой воды. С инспекцией в Рjukan направили доктора Карла Вирца. Тот обязался узнать, можно ли увеличить ее выпуск. До того фирма «Норск гидро» обслуживала лишь научные лаборатории, а для их нужд требовались не тонны, а килограммы или даже граммы тяжелой воды. Вирц сообщил, что производство здесь крайне нерентабельно, что на изготовление одного грамма здесь тратят 100 киловатт-часов электроэнергии, то есть 100 рейхсмарок по ценам того времени. Тонны тяжелой воды станут золотыми в буквальном смысле слова. Такая экономика резко расхолаживала даже самых горячих энтузиастов.

Если бы у немецких физиков было достаточно обогащенного урана, то замедлителем в реакторе могла бы стать обыкновенная вода. Но в начале мрачного 1941 года Пауль Хартек признал свое поражение: разделить изотопы урана у него не получилось.

В апреле 1941 года состоялось очередное совещание ведущих ядерных физиков Германии. По итогам Пауль Хартек написал в докладной записке, направленной им в Управление вооружений сухопутных войск:

Перед нами стоят две проблемы.

1. Производство тяжелой воды.

2. Разделение изотопов. <...>

Первая более актуальна, так как, судя по имеющимся данным, при наличии тяжелой воды машина будет работать и без обогащения изотопов урана. Кроме того, изготавливать тяжелую воду все же проще и дешевле, чем обогащать изотопы U-235.

Тем не менее ученые не отказались от идеи разработать эффективную методику разделения изотопов. Лейпцигский физик Эрих Багге придумал для этого совершенно новый способ, который назвал «изотопным шлюзом». Нужно получить узкий «молекулярный луч», состоящий из беспорядочно перемешанных изотопов, и пропустить его сквозь систему из двух вращающихся конусовидных заслонок-бленд. Через определенное время молекулы в «луче» перегруппируются: тяжелые отстанут от более легких. Скорость вращения бленд подбирается так, чтобы «пакет» легких изотопов успел проскочить вперед, в отстойник, а остальные – нет. Эту идею приняли, но Багге понадобился в Париже, и реализация его проекта была отложена на целый год.

Тем временем не покладая рук работал и невольный конкурент Багге – доктор Вильгельм Грот из Гамбурга. Он создавал газовую центрифугу для обогащения изотопов из гек-

сафторида урана по схеме, почерпнутой в американских научных журналах. Такой способ разделения изотопов кажется самым наглядным, ведь центрифуга сортирует атомы разных масс за счет центробежной силы. В начале августа 1941 года Грот провел переговоры с фирмой «Аншуэтц» из Киля. Через неделю фирма получила заказ на строительство опытного образца центрифуги. 22 октября ее чертежи были готовы. Специалисты закупили электродвигатель, развивавший скорость до 60 000 оборотов в минуту. А вот другие фирмы, с которыми пришлось иметь дело, оказались менее расторопными. Так, ротор для центрифуги Вильгельм Грот хотел изготовить из очень прочного стального сплава. Он обратился на завод Круппа, но там просили подождать месяцев восемь. Пришлось обойтись сплавом из легких металлов, благо в Ганновере его выплавляли к середине декабря. Планировалось, что уже в феврале 1942 года центрифуга заработает. «Ежедневно она способна выпускать около двух килограммов гексафторида урана, чей изотоп U-235 будет обогащен на 7 процентов», – многообещающе писал Грот в своем предварительном отчете.

Кроме того, руководители атомного проекта обратились к мюнхенскому профессору Карлу Клузиусу (он-то и разработал метод «термодиффузии», о котором мы говорили выше). Его спросили, можно ли заменить едкий и капризный гексафторид урана каким-либо другим летучим соединением. Физик мог порекомендовать лишь пентахлорид урана, который, однако, обладал свойствами, еще более нетерпимыми для промышленного использования. Безжалостно отринув прежние прожекты, Карл Клузиус тем не менее сумел обнадежить военных: «При нынешнем уровне наших знаний о летучих урановых соединениях следует рассчитывать на серьезный успех лишь в том случае, если мы откажемся от газообразных соединений, заменив их жидкими». Причем профессор сам вызвался разработать новый метод диффузии изотопов.

Со своей стороны, Вернер Гейзенберг и Георг Дёпель повторили у себя в Лейпциге эксперимент с урановым реактором «L-III». При этом они вновь использовали оксид урана, но зато теперь у них было целых 164 килограмма тяжелой воды, произведенной по спецзаказу в Норвегии. 142 килограмма оксида урана физики поместили внутрь алюминиевого шара диаметром 75 сантиметров. Два слоя оксида разделяла тонкая алюминиевая сфера. Источник нейтронов находился в центре. Реактор упрятали в резервуар с водой.

Но и на этот раз размножение нейтронов не было зафиксировано! Тогда оба профессора перепроверили свои расчеты и учли нейтроны, поглощаемые алюминиевой сферой. Вот тут-то они наконец-то и получили «положительный коэффициент размножения» нейтронов.

«Именно в сентябре 1941 года, – вспоминал Вернер Гейзенберг, – мы поняли, что атомную бомбу создать можно».

Критическая масса

В период, когда немецкие физики вплотную подошли к решению ключевых технологических проблем, препятствующих созданию «урановой машины», случилось страшное: войска вермахта были разбиты под Москвой, а блицкриг против Советского Союза на глазах превращался в затяжную кровопролитную войну.

3 декабря 1941 года министр вооружений Фриц Тодт доложил фюреру, что военная промышленность находится на грани краха. Пришло время затягивать пояса. Гитлер распорядился подчинить немецкую экономику нуждам войны.

Изменилось отношение и к атомному проекту. Его продолжали считать перспективным, но не первостепенным. Руководство проектом поручили Имперскому научно-исследовательскому совету, который подчинялся Имперскому министерству науки, образования и народной культуры во главе с Бернгардом Рустом – человеком, слабо разбиравшемся в физике. Фактически власть вернулась к Абрахаму Эзу, которого вроде бы совсем отстранили от атомного проекта.

Новый этап начался довольно бестолково. На 26–27 февраля 1942 года Эрих Шуман назначил большую конференцию в стенах Физического института Общества имени кайзера Вильгельма. Приглашенным раздали спецпропуска, сообщили очередность докладов, и вдруг вмешался Научно-исследовательский совет. Выяснилось, что на тот же день, 26 февраля, им созвано расширенное совещание, причем круг приглашенных был намного шире: офицеры вермахта, высшие чины СС, светила науки. К последним причислили Отто Гана, Вернера Гейзенберга, Вальтера Боте, Ханса Гейгера, Пауля Хартека, Эриха Шумана, Карла Клузиуса и, конечно, Абрахама Эзау. Всех их наметили в докладчики. Примечательно, что организаторы «параллельного» совещания за пять дней до него разослали приглашения нацистским бонзам и высшим офицерам: Альберту Шпееру, Вильгельму Кейтелю, Генриху Гиммлеру, Эриху Редеру, Герману Герингу, Мартину Борману и многим другим. В приглашениях содержалась повестка:

1. *Ядерная физика как оружие (проф. Э. Шуман).*
2. *Расщепление ядра урана (проф. О. Ган).*
3. *Теоретические основы производства энергии путем расщепления урана (проф. В. Гейзенберг).*
4. *Результаты исследований установок по производству энергии (проф. В. Боте).*
5. *Необходимость исследования общих основ (проф. Х. Гейгер).*
6. *Обогащение изотопов урана (проф. К. Клузиус).*
7. *Производство тяжелой воды (проф. П. Хартек).*
8. *О расширении рабочей группы «Ядерная физика» за счет привлечения представителей промышленности и различных ведомств рейха (проф. А. Эзау).*

К этому листку, заполненному множеством загадочных слов, секретарша по рассеянности подколола еще четыре: темы всех докладов, которые должны были слушаться в те же дни в Физическом институте. А они звучали сущей абракадаброй: «диффузионная длина», «эффективное поперечное сечение» и так далее, и тому подобное.

Немудрено, что глава СС Генрих Гиммлер, глянув на чудовищное нагромождение терминологии, отказался тратить свое драгоценное время на выслушивание докладов в коллективе высокопоставленных ученых и написал вежливый отказ Бернгарду Русту. Генерал-фельдмаршал Вильгельм Кейтель дипломатично заверил организаторов, что придает большое значение «этим научным проблемам», но «бремя возложенных обязанностей» не позволяет

ему принять участие в совещании. Гросс-адмирал Эрих Редер уведомил о прибытии одного из своих заместителей. В итоге никто из властей предрешающих не явился слушать научную «тарабарщину». Совещание провели без них.

После докладов Эриха Шумана и Отто Гана на трибуну поднялся Вернер Гейзенберг и заговорил о цепной реакции деления ядер как основе производства атомной энергии. При этом он выбрал эпитеты, которые лучше подошли бы средневековому алхимику, нежели ученому середины XX века. Впрочем, ядерная физика была и остается современной алхимией.

Цепная реакция возможна, говорил Гейзенберг, лишь в том случае, если во время расщепления ядер выделяется больше нейтронов, нежели поглощается другими ядрами. С природным ураном все происходит наоборот, поэтому в чистом виде он непригоден для проведения такой реакции. Давайте попробуем сравнить процесс расщепления ядра с «заключением брака» и «рождением ребенка», а поглощение нейтронов со «смертью». В природном уране «показатель смертности» выше «числа рождений». В жизни это приводит к тому, что все «население» страны вскоре вымирает. Изменить это можно тремя способами: во-первых, требуя, чтобы каждая семья заводила больше детей, во-вторых, увеличивая число «свадеб», в-третьих, снижая «смертность». Среднее количество нарождающихся нейтронов-детей нам никак не изменить, ведь это константа, данная нам природой. Поступим по-другому. Увеличим содержание урана-235, и тогда «смертность» нейтронов снизится. Если же нам удастся совершенно изолировать уран-235, то тогда смертность вообще прекратится. Если мы накопим некоторое количество чистого урана-235, то число нейтронов может неимоверно возрасти в нем в кратчайшее мгновение. В течение доли секунды вся энергия расщепления выделится. Раздастся взрыв невиданной силы. Однако изолировать уран-235 очень и очень трудно. Большинство ученых, работающих над данным проектом, пытается решить именно эту проблему, о чем поведает собравшимся профессор Клузиус. Добавлю лишь, заявил Гейзенберг, что американцы, по всей видимости, уделяют этому вопросу особенно пристальное внимание.

Есть другой способ снизить «смертность». Новейшие исследования показали, что нейтроны «умирают», то есть поглощаются, лишь в том случае, если они наделены определенными энергиями (движутся с какой-то конкретной скоростью). Ее можно снизить. Ученые пытаются найти вещества, которые тормозят нейтроны, но не поглощают их. Лучшим их «замедлителем» был бы гелий, ведь он вообще не поглощает нейтроны, но этот газ слишком легок и использовать его мы не можем. Остается лишь тяжелая вода, поскольку опыт показал, что графит и бериллий непригодны для этой цели. «Урановая машина», очевидно, будет состоять из нескольких слоев урана и замедлителя. Тепловая энергия, им создаваемая и передаваемая обычной воде, станет вращать турбину. «Урановая машина» не потребляет кислород, поэтому она особенно хороша для оснащения субмарин. Однако этим ее польза не ограничена. Внутри «машины» при преобразовании ядер урана возникает новый элемент с порядковым номером 94. Он, очевидно, обладает такой же взрывной силой, как и чистый уран-235. Накопить этот элемент легче, чем уран-235.

Конференция в Физическом институте все же состоялась и растянулась на три дня. На ней выступили с докладами почти все ведущие ядерщики страны. Профессор Вальтер Боте доложил о проводившихся им измерениях «диффузионной длины», Карл фон Вайцеккер – о дополнениях «к теории резонансной абсорбции в урановой машине». Профессор Георг Дёпель описал осенний опыт с реактором «L-III», содержащим оксид урана и тяжелую воду, а Карл Вирц познакомил слушателей с опытами, которые велись в «Вирусной лаборатории», находившейся в нескольких сотнях метрах от зала заседаний. Ряд выступлений посвящался поведению урана при обстреле его быстрыми нейтронами, а также особенностям недавно открытых трансурановых элементов с номерами 93 и 94 (нептуния и плутония).

Организаторы конференции составили о ней отчет на сто тридцать одной странице, попытавшись зафиксировать даже самые невнятные идеи и высказывания, мелькнувшие на совещании. Обладая современными знаниями, нельзя не обратить внимание на один фрагмент из отчета, посвященный механике атомной бомбы:

Поскольку в каждом веществе всегда имеется некоторое количество свободных нейтронов, для взрыва вполне достаточным окажется соединить два куска взрывчатого вещества такого рода с общим весом от десятка до сотни килограммов.

Таким образом немецкие физики впервые определили пределы критической массы (то есть минимальной массы, при которой начнется самоподдерживающаяся цепная реакция) для изотопа уран-235: от 10 до 100 килограммов. Можно сравнить с достижениями в этой области американских коллег: в ноябре 1941 года те приблизительно определили ее в диапазоне от 2 до 100 килограммов изотопа.

Итоги конференций в целом оказались успешными. Гейзенберг позднее признавался: «Весной 1942 года, после того как мы наконец убедили Руста в том, что наши работы могут быть выполнены, в нашем распоряжении впервые оказались крупнейшие фонды Германии».

Министр Бернгард Руст действительно оказался податливым человеком, а вот высшие чины вермахта продолжали относиться к атомному проекту без энтузиазма. Для многих из них надежды физиков-ядерщиков оставались такими же, как и прежде, – туманными обещаниями.

Теперь судьба всего проекта зависела от мощностей небольшой норвежской фирмы. Альтернативы не было в принципе. В 1942 году немецкие физики окончательно уверились, что лишь тяжелая вода может служить замедлителем нейтронов в урановой «машине».

Тем временем на заводе «Норск гидро» всё еще пытались выполнить «заказ на производство полутора тонн тяжелой воды». К концу 1941 года было готово лишь 350 килограммов. Новых немецких хозяев такой медленный темп раздражал. В начале нового года завод оснастили новыми электролизерами и выпуск тяжелой воды... снизился до 91 килограмма в месяц.

Доктору «Норск гидро» Йомару Бруну пришлось ехать на совещание в Берлин. В «Вирусную лабораторию» его, естественно, не пустили, в цели проекта тоже не посвятили, зато поводили по Физическому институту. Директору удалось убедить немецких шефов, что дело в технологических трудностях, а не в сознательном саботаже.

Но все-таки производство тяжелой воды решили развернуть и в Германии. В конце февраля 1942 года руководство завода «Лейнавверке», принадлежавшего концерну «ИГ Фарбениндустри», встретилось с Паулем Хартеком и предложило построить опытную установку по производству тяжелой воды, работавшую по иной технологии, чем в Норвегии. Используемый метод был основан на фракционной дистилляции, придуманный самим Хартеком. Согласно расчетам, себестоимость одного грамма такой воды не превышала бы тридцать пфеннигов, а это «вполне терпимо». Строительство опытной установки обошлось бы в 150 000 рейхсмарок. Все расходы возьмет на себя концерн, дирекция которого мечтала получить доступ к новейшим разработкам в области энергетики. 30 апреля профессор Абрахам Эзау, к которому вернулось полномочное руководство атомным проектом, одобрил инициативу. Таким образом к участию в проекте привлекли концерн «ИГ Фарбениндустри», что было серьезной ошибкой. В 1944 году, когда положение станет критическим, концерн откажется выполнять взятые на себя обязательства.

Пока же немцы были далеки от краха, и даже норвежцы в марте 1942 года довели выпуск тяжелой воды до 103 килограммов в месяц. Впрочем, этим рекордом дело ограни-

чилось. В апреле «Норск гидро» не сумел получить ни капли тяжелой воды из-за резкого понижения уровня реки. Гидротурбины заработали лишь 6 мая 1942 года.

Катастрофа в Лейпциге

Тем временем в Германии продолжались работы по обогащению урана. В начале января 1942 года Эрих Багге получил первые части своего «изотопного шлюза». 13 февраля он опробовал испаритель, заполнив его ураном.

Сразу три группы ученых пытались изолировать уран-235 электромагнитным способом. Давно было известно, что с помощью масс-спектрометра можно разделять крохотные количества изотопов. Эксперименты с этими приборами проводились в Лейпциге и в Физическом институте в Берлине. Однако всем ученым, наблюдавшим за ними со стороны, был очевиден крупный недостаток: на выходе получались действительно крошечные количества вещества, счет велся буквально на ионы.

Впрочем, барон Манфред фон Арденне, пребывавший в стороне от академических школ, считал этот недостаток исправимым. В апреле 1942 года в недрах его лаборатории в Лихтерфельде готовился отчет «О новом магнитном разделителе изотопов, предназначенном для перемещения больших масс». Под руководством фон Арденне и впрямь был создан особый магнитный сепаратор. Когда после войны правительство США рассекретило некоторые подробности своего атомного проекта, выяснилось, что настырный изобретатель-самоучка шел тем же путем, что и американцы.

В апреле 1942 года была готова и «ультрацентрифуга доктора Грота». Мы помним, что он решил не тратить восемь месяцев на ожидание редкостного стального сплава и заменил его сплавом из легких металлов. Вильгельм Грот спешил, но бойкость не всегда бывает уместна: барабан центрифуги, сделанный из эрзаца, попросту развалился во время испытаний, не выдержав нагрузки.

Физик опрометчиво заказал еще один небольшой барабан, но и тот лопнул, погребая надежду на быстрый результат. Грота утешало лишь то, что за те минуты, пока длился погибельный для оборудования эксперимент, содержание урана-235 в образце и впрямь немного увеличилось. Пауль Хартек, оценивая неудачи своего гамбургского коллеги, отмечал, что за этими «детскими болезнями» проглядывают блестящие перспективы: ведь в основе предложенной схемы лежат простые физические законы, которым подчиняется и гексафторид урана.

В первые месяцы 1942 года фирма «Дегусса» произвела почти 3,5 тонны чистого порошкового урана. Получателями его были в основном Управление вооружений сухопутных войск, бывший петербуржец Николаус Риль и профессор Вернер Гейзенберг.

3 февраля 1942 года фирма прислала Гейзенбергу 572 килограмма порошка. В Лейпциге готовился новый крупный эксперимент с урановым реактором. Предыдущий опыт на реактор «L-III» («два слоя оксида урана внутри алюминиевого шара») оказался более или менее успешным. Теперь Гейзенберг и Дёпель собирались заполнить реактор металлическим ураном. Тут-то и обнаружилось коварство уранового порошка: на воздухе он мгновенно вспыхивал. Лаборант пересыпал порошок с особой осторожностью, и все же произошел взрыв. Языки пламени взметнулись на три-четыре метра вверх. Лаборант сильно обжег руку. Стоявшая в полуметре от него банка с ураном тоже загорелась. Георг Дёпель вместе с пострадавшим принялись посыпать ее песком. Пламя исчезло, но на следующее утро ученые обнаружили, что уран всё еще тлеет. Пришлось швырнуть урановые «угли» в воду.

Ученые предприняли дополнительные меры безопасности. Наконец все было готово к эксперименту на модификации реактора «L-IV», который состоял из двух алюминиевых полусфер, крепко привинченных друг к другу. В реакторе уместилось более 750 килограммов урана. Внутри добавили еще 140 килограммов тяжелой воды. Общий вес агрегата достиг

тонны. Его опустили в резервуар с обычной водой. Источник нейтронов, как обычно, находился точно в центре. Измерения начались.

Вскоре был получен однозначный результат: до поверхности реактора долетало гораздо больше нейтронов, чем излучал источник. Физики подсчитали, что количество нейтронов в целом возросло на 13 %. Они докладывали в Управление вооружений:

Тем самым мы добились успеха в деле создания такой конфигурации котла, при которой число рождающихся нейтронов превышает число поглощенных. Результаты значительно превосходят то, что можно было бы ожидать, основываясь на опытах с оксидом урана. <...> Простое увеличение размеров котла при данной конфигурации приведет к возможности получения энергии из ядер атомов.

Великолепный научный триумф! Как явствовало из новых расчетов, если увеличить реактор, загрузив в него 5 тонн тяжелой воды и 10 тонн сплавленного металлического урана, то можно будет запустить первый в мире «самовозбуждающийся» атомный реактор. 28 мая франкфуртский завод № 1 начал отливать пластины из тонны урана, поставленной фирмой «Дегусса».

4 июня Вернер Гейзенберг приехал на секретное совещание в Берлин. Два месяца назад Герман Геринг распорядился приостановить все научные работы, которые не имеют прямого военного назначения. Теперь решение о приоритетности атомного проекта должен был решить Альберт Шпеер – главный архитектор рейха, назначенный в феврале 1942 года министром вооружений и боеприпасов вместо погибшего Фрица Тодта. Кроме него, на совещании присутствовали: генерал артиллерии Эмиль Лееб, возглавлявший в то время Управление вооружений сухопутных войск; генерал-полковник Фридрих Фромм, главнокомандующий армией резерва; генерал-фельдмаршал Эрхард Мильх, представлявший люфтваффе и лично Геринга; генерал-адмирал Карл Витцель, представлявший военный флот.

Вернер Гейзенберг должен был вновь проявить недюжинное красноречие, чтобы убедить высших руководителей рейха продолжить финансирование дорогостоящих научных затей. Вспомним, что к середине 1942 года характер войны решительно изменился. Любек, Росток и Кёльн лежали в руинах после массированных налетов британской авиации. Тысячи бомб, сброшенных на немецкие города, требовали возмездия. И этому потому Гейзенберг, защищая свои планы, сразу заговорил о военной выгоде, которую принесет «расщепление атома», описывая собравшимся устройство атомной бомбы.

Такая смена риторики стала неожиданностью для его коллег: ведь они полагали, что нобелевского лауреата интересует прежде всего атомная «машина». Доктор Эрнст Телшов, секретарь Общества имени кайзера Вильгельма, вспоминал, что слово «бомба», слетевшее с уст Гейзенберга, изумило не только его, но и, судя по лицам, большинство присутствовавших.

С точки зрения теории, говорил Гейзенберг, есть два вещества, которые можно использовать как взрывчатку: уран-235 и 94-й элемент (плутоний). Правда, расчеты Вальтера Боте показывают, что протактиний тоже можно расщепить с помощью быстрых нейтронов и его критическая масса такая же, как у вышеназванных элементов, однако протактиний никогда не удастся изготовить в достаточном количестве.

Едва Гейзенберг умолк, генерал-фельдмаршал Мильх спросил его, каких размеров будет бомба, способная уничтожить целый город. «Заряд будет величиной с ананас», – ответил физик и деловито очертил убийственные формы руками. Слова и жест нобелевского лауреата вызвали в зале всеобщее оживление. Но своим следующим замечанием он не замедлил поумерить восторги, сказав, что американцы, по всей видимости, в ближайшее время запустят «урановую машину», а через два года изготовят первую атомную бомбу. Немецкие

физики не способны это сделать из-за тяжелых экономических обстоятельств и тотальной нехватки времени. «Я счастлив, – писал Гейзенберг после войны, – что парализовал нашу решимость. Да и действовавшие в то время приказы фюрера исключали любые возможности сосредоточить все усилия на производстве атомной бомбы».

Затем нобелевский лауреат начал рассказывать об «урановой машине», о том, как она важна для осуществления военных планов и для послевоенного развития Германии. Альберт Шпеер, выслушав великого физика, не стал возражать ему и признал, что даже сейчас, в дни войны, надо строить ядерный реактор. Его решено было разместить в специально построенном бункере на территории Физического института Общества имени кайзера Вильгельма. Значительная часть уранового проекта была спасена, хотя правительство больше не гарантировало ученым всестороннюю поддержку. Генерал-фельдмаршал Мильх покинул совещание разочарованным и через две недели подписал приказ о массовом производстве реактивного снаряда «Физелер-103», известного ныне как «Фау-1». С его помощью германские войска собирались обстреливать города Великобритании в качестве возмездия за бомбардировку крупных промышленных и военных центров.

23 июня министр Шпеер докладывал Гитлеру о проделанной работе. Под шестнадцатым пунктом в его отчете значился атомный проект. Всё, что счел нужным записать по этому поводу Шпеер, исчерпывалось одной фразой: «Фюреру вкратце доложено о совещании по поводу расщепления атома и об оказываемом нами содействии». И эта строка – единственное документальное свидетельство того, что Гитлер хоть что-то знал о планах и предложениях немецких физиков.

Довольно многие считают, что именно совещание 4 июня положило конец атомному проекту Третьего рейха. Наверное, все же это не совсем верно. Гейзенберг не хотел всецело отдавать себя гигантской работе, исход которой был для него туманен: в то время он еще многого не знал, и ему пока не удалось осуществить управляемую цепную реакцию. Позже, когда Гейзенбергу стало известно, какие силы и средства брошены на разработку и производство реактивных снарядов «Фау-1» и баллистических ракет «А-4» («Фау-2»), он испытал досаду от того, что атомному проекту не придается такого же значения. Но винить в этом он должен был только самого себя. В 1945 году Гейзенберг говорил: «Весной 1942 года у нас не было моральной смелости рекомендовать правительству отрядить на атомные работы сто двадцать тысяч человек». Однако необходимо понимать главное: если бы Гейзенберг и его коллеги сумели осуществить самоподдерживающуюся цепную реакцию в начале 1942 года, ничто не удержало бы их от следующего шага. При этом они обрели бы необходимую уверенность, а с нею и приоритетную поддержку властей.

В тот же день, 23 июня, когда фюрер слушал доклад Альберта Шпеера, в лейпцигской лаборатории всё внезапно вышло из-под контроля. Шаровидный реактор двадцать дней покоился в чане с водой. Вдруг вода заклокотала. Из глубины побежали пузыри. Происходило что-то странное. Георг Дёпель взял пробу пузырей и обнаружил водород. Значит, где-то возникла течь, и уран среагировал с водой.

Через некоторое время пузыри исчезли, всё успокоилось. Тем не менее Дёпель решил извлечь реактор из чана, чтобы посмотреть, сколько воды проникло внутрь. Тот же лаборант, который ранее пострадал от пожара, ослабил колпачок штуцера. Послышался шум. Воздух с силой втягивался внутрь, словно там, в центре шара, образовался вакуум. Через три секунды воздушная струя внезапно устремилась вверх. Из длинной трещины вырвался раскаленный газ. Тут и там замелькали искры, вылетали горящие крупинцы урана. Вслед взметнулось и пламя. Вокруг него плавился алюминий. Пожар усиливался. Дёпель, прибежавший на помощь, начал тушить пламя водой, но огонь не убывал. Лишь с трудом его удалось сбить. Зато из трещины теперь непрерывно валил чад, а ее площадь быстро росла. Предчувствуя катастрофу, Дёпель велел немедленно выкачивать тяжелую воду, чтобы спасти хоть какую-то

часть реактора. Саму «урановую машину» вновь опустили в чан с водой. Гейзенберг, заглянув в лабораторию, увидел, что ситуация под контролем, и отправился проводить семинар.

В действительности ситуация развивалась по катастрофическому сценарию. Температура реактора росла. К вечеру Гейзенберг завершил семинар и вернулся в лабораторию. Реактор продолжал накаляться. Его создатели напряженно вглядывались в воду, как вдруг всё в лаборатории затряслось. Не рассуждая больше, оба ученых опрометью выскочили из помещения. Через секунды грохнул сильнейший взрыв. Струи пылающего урана разлетались повсюду, здание охватил огонь. Пришлось срочно вызывать пожарную команду.

Оба ученых спаслись в тот день чудом. Большая часть их лаборатории была разрушена, все запасы урана и тяжелой воды – утрачены. Отчитываясь перед начальством, Дёпель советовал в будущем использовать только твердый уран, а не его порошок, который так бурно реагирует в контакте с водой. Впрочем, его соображения не были новостью. Еще год назад Николай Риль направил в Управление вооружений циркуляр, в котором обращал внимание на коварные свойства порошкового урана.

Последняя попытка

В июне 1942 года началась очередная реорганизация. Теперь Научно-исследовательским советом и всеми работами по атомному проекту стал руководить сам рейхсмаршал Герман Геринг. При нем был создан и особый «президиум», куда вошли министры, высшие офицеры и руководители партии, в том числе Генрих Гиммлер. Но в президиуме не было ни одного ученого.

Нацистские бонзы принялись восстанавливать пошатнувшееся реноме немецкой науки. Ученые встретили реформы с опаской. Они прекрасно помнили, что благодаря активности этих самых бонз в период с 1933 по 1936 год было уволено 40 % университетских профессоров. Другие, опасаясь преследований по расовому признаку, покинули Германию. Среди изгоев были ведущие физики страны, в том числе те, кто делал сейчас в Америке атомную бомбу.

Профессор Пауль Хартек принял кадровые перестановки и переподчинения в штыки, считая их катастрофой. Он узнал, что большой реактор решено строить в Берлине, и понял, что его собственным экспериментам в Гамбурге приходит конец. Между тем опыты с центрифугой завершались. 1 июня 1942 года вместе с доктором Вильгельмом Гротом Хартек разделил изотопы ксенона. На очереди был гексафторид урана.

26 июня Пауль Хартек написал в Управление вооружений сухопутных войск, умоляя поддержать его план. «Урановые машины» могут быть двух типов, сообщал он. Машина первого типа состоит из 5 тонн обычного металлического урана и 5 тонн тяжелой воды. Машина второго типа содержит меньше урана и тяжелой воды, зато уран обогащен изотопом уран-235. Опыт покажет, какие из этих машин целесообразнее строить. Однако нельзя не отметить, что машины второго типа более компактны, поэтому ими будет удобнее оборудовать боевые транспортные средства типа субмарин. Кроме того, они более пригодны для производства «взрывчатых веществ». До сих пор обогащение урана казалось неразрешимой проблемой. Но вот теперь опыты Вильгельма Грота с «ультрацентрифугой» обнадеживают нас, и при успешном их завершении мы можем «со всей энергией взяться за создание машин второго типа».

Не дожидаясь ответа, ученые продолжили свои эксперименты. В начале августа 1942 года барабан центрифуги впервые заполнили гексафторидом урана. Во время первых опытов степень обогащения урана-235 составила 2,7 %. Через четыре дня скорость центрифуги увеличили – коэффициент вырос до 3,9 %. Хотя Хартек надеялся на лучшее, полученные показатели всё же внушали надежду: согласно расчетам Гейзенберга, достаточно обогатить уран-235 до 11 %, и тогда тяжелую воду в реакторе можно будет заменить обычной. Следовательно, надо выстроить батарею центрифуг для ступенчатого обогащения урана.

Идея понравилась и профессору Абрахаму Эзау, и Герману Герингу. Впрочем, Эзау в отличие от своего высокопоставленного патрона вовсе не хотел превращать идею «обогащения урана» в идею создания атомной бомбы. Нет, он не был пораженцем или пацифистом – он лишь любил покой и почет, не соглашаясь променять их на тяжелый труд. Когда молодой профессор Отто Хаксель из Научно-исследовательского центра Военно-морских сил завел однажды разговор о бомбе, Эзау немедленно цыкнул на него: «Вы что, не понимаете?! Если фюрер заинтересуется ей, мы все до конца войны будем сидеть за колючей проволокой и делать эту чертову бомбу! Не надо больше о ней говорить. Пусть все считают, что „урановая машина“ и есть подлинная цель нашего проекта».

Пока же не получалось и с «урановой машиной». Вернер Гейзенберг полагал, что для возбуждения цепной реакции в реакторе нужно как минимум пять тонн тяжелой воды. К концу июня 1942 года фабрика в Рьукане изготовила всего 800 килограммов, то есть лишь

шестую часть необходимого количества. Напомним, что уже два года фабрика была в руках немцев: при таких темпах производства говорить о расширении атомного проекта было просто бессмысленно.

В середине июля ведущие физики вновь обсудили, можно ли построить подобную фабрику в Германии. Вспомнили, что под Мюнхеном есть установка, способная выпускать до 200 килограммов тяжелой воды в год. Но там работают с обычным водородом. А что, если обогащать его дейтерием? Тут, правда, вмешался Пауль Хартек, напомнив, что расходы энергии будут очень велики, но его не слушали. Наоборот, вспомнили еще и гидроэлектростанцию в итальянском Мерано, где тоже можно развернуть производство. Оптимистичный расчет показывал, что совокупно можно будет получать до 1,5 тонны в год. Поэтому решено было действовать по всем направлениям.

Впрочем, и с ураном дела обстояли немногим лучше. Франкфуртской фирме «Дегусса» удавалось выпускать по тонне очищенного урана в месяц. Но годовые отчеты удручали: в 1940 году произведено 280,6 килограмма урана, в 1941 году – 2459,8 килограмма, в 1942 году – 5601,7 килограмма. При этом технологический процесс был прост, и объяснить неудачи можно лишь двумя причинами. Во-первых, постоянные перебои с сырьем, а во-вторых, к концу 1942 года атомный проект потерял первостепенное значение, и фирма «Дегусса» стала испытывать из-за этого проблемы со снабжением: стало трудно доставать запасные детали, новые вакуумные насосы, медь для трансформаторов и тому подобные элементы нормальной индустрии. Но худшее было еще впереди.

С начала 1940 года Вернер Гейзенберг числился научным консультантом Физического института Общества имени кайзера Вильгельма, что, конечно, не соответствовало репутации прославленного ученого. Летом 1942 года Карл фон Вайцеккер и Карл Вирц наконец убедили руководителей Общества в том, что нобелевского лауреата подобает считать «фактическим директором» института. Обойтись без оговорки было нельзя, поскольку недавний директор Петер Дебай, уехав в США, так и не подал в отставку. Гейзенберг мог лишь «исполнять его обязанности», чем и стал заниматься с 1 октября 1942 года. Что же до прежнего «исполняющего обязанности», Курта Дибнера, то он надолго убыл в Готтов, где находился полигон Управления вооружений сухопутных войск. В итоге Гейзенберг и Дибнер стали непримиримыми врагами, за каждого из них выступала партия сторонников, которые отчаянно интриговали и писали доносы на конкурентов.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.