

Лизе Мейтнер — «мадам Кюри» немецкой науки

доктор педагогических наук Р.Н.Щербаков

(Таллин, Эстония)

e-mail: robert.scherbakov@rambler.ru

Выдающаяся австрийская ученая Лизе Мейтнер (1878–1968) проводила исследования в области ядерной физики, ядерной химии и радиохимии. На основе опытов О.Гана и Ф.Штрасмана она пришла к выводу о делении ядер урана под действием нейтронов. Этот факт стал убедительным аргументом в пользу присуждения О.Гану Нобелевской премии по химии. А в ее честь был назван 109-й элемент таблицы Менделеева — мейтнерий.

Ключевые слова: радиоактивные материалы, деление ядра урана, Берлинский университет, наука в Германии в 1930-х годах.

Чаша добра и зла — в руках ученых

Ч.П.Сноу

Альберт Эйнштейн назвал Лизе Мейтнер «наша мадам Кюри», но ставил ее в науке даже выше Мари Склодовской-Кюри. И та и другая посвятили свою жизнь изучению радиоактивности, а также строения и процессов распада ядер урана. Но если успехи в исследованиях принесли Кюри две Нобелевских премии, то Мейтнер в этом отношении повезло меньше.

Расцвел ее недюжинного таланта в физике и радиохимии пришелся на великое время становления квантовой механики и ядерной физики. И прежде всего — на те десятилетия, когда поначалу абстрактные представления об атомных ядрах и довольно непростые исследования их свойств в итоге привели при личном участии Мейтнер к открытию цепных ядерных реакций (первые их применения были в военных целях).

По словам О.Р.Фриша и Дж.А.Уилера, успехи, ошибки и явные неудачи нескольких ученых из различных стран придали своеобразный колорит начальному периоду изучения деления ядер. Удачное сочетание пытливой мысли и счастливого случая превратило эту волнующую идею в реальность [1, с.697]. К тем событиям исследовательница имела самое непосредственное отношение.

Творчество Лизе в целом было в русле развития основных этапов физической науки первой трети XX в.: исследования свойств радиоактивного излучения (α -, β - и γ -лучей), получения трансурановых элементов периодической системы элементов Д.И.Менделеева и, наконец, распада атомных ядер урана под действием нейтронов. В разработку этих направлений ядерной физики она внела свой весомый вклад.



Л.Мейтнер. Вена, 1906 г. (Rife P. Lise Meitner and the Dawn of the Nuclear Age. Boston; Basel; Berlin, 1999).

Вступление в науку

Лизе Мейтнер (Майтнер) родилась 7 ноября 1878 г. в Вене в многодетной еврейской семье адвоката, известного шахматиста Ф.Мейтнера. В то время в австрийских семьях считалось обязательным дать детям образование в музыке, искусстве, языках, а также научить вести домашнее хозяйство, через что отчасти прошла и юная Лизе.

Уже в народной и городской школах и при домашнем обучении она проявила глубокий интерес к наукам о природе, в особенности к физике. Несмотря на уговоры родителей, в 1901 г. Лизе поступила в Венский университет, где под руководством Л.Э.Больцмана и Ф.С.Экснера начала изучать курсы физики, математики и химии.

Позднее она написала: *Я была ученицей Больцмана, а Больцман восхищался своей наукой и не видел никаких препятствий к тому, чтобы придать этому восхищению индивидуальное выражение, что, естественно, очень увлекало нас, молодых слушателей* [2, с.328]. Выдержав в 1905 г. все экзамены на «отлично», она второй среди женщин, обучавшихся в этом университете, приступила к работе над докторской диссертацией по физике. (Первой была Э.Рихтер, получившая в 1905 г. степень доктора по филологии.) Через год Мейтнер, защитив диссертацию «Теплопроводность неоднородных тел», получила степень доктора по физике. Узнав об опы-

тах Склодовской-Кюри по радиоактивности, она вначале занялась этим вопросом под руководством С.Мейера*, а затем продолжила занятия в Физическом институте при университете. Наблюдая поглощение α - и β -лучей алюминием, медью, серебром, золотом и т.д., Лизе подвела в 1907 г. итоги в своей статье с аналогичным названием.

В том же 1907 г. Лизе отправилась в Берлин, в Институт химии Общества кайзера Вильгельма по развитию науки, где она посещала лекции по теоретической физике М.К.Э.Л.Планка с его с разрешения. Однако, по ее словам, эти лекции, *при всей их чрезвычайной ясности, казались несколько безликими, почти скучными*. Но очень скоро она поняла, *какое это заблуждение и как мало это вяжется с личностью Планка* [2, с.328]. Общение с ним в те годы изменило ее впечатления о нем как об ученом и человеке.

К тому моменту она была уже в курсе представлений о радиоактивном излучении. А.А.Беккерель в 1898 г. обнаружил β -лучи (поток быстрых электронов), Э.Резерфорд в 1899 г. — α -лучи (ядра гелия), а П.У.Вийяр в 1900 г. — γ -лучи (бо-

* Стефан Мейер (1872–1949) — австрийский физик, член Австрийской академии наук, профессор Венского университета. Основные работы связаны с изучением радиоактивности и ядерной физики.



Главное здание Венского университета, в котором училась Мейтнер.

лее короткие, чем рентгеновские). Началось изучение их свойств, способности проникать в ядра атомов; были обнаружены новые радиоактивные элементы. С этим на первых порах будет связана научная деятельность Мейтнер.

В Берлине она знакомится с О.Ганом, радиохимиком и физиком, который к тому моменту, усовершенствовав свои знания у Р.У.Рамзая в Англии и у Э.Резерфорда в Канаде, провел ряд исследований по радиоактивности. В 1905 г. он открыл радиоторий, а в 1906 г. — радиоактиний. Когда 27-летний Ган появился в Берлинском университете, он уже был состоявшимся исследователем со своей устоявшейся манерой постановки экспериментов.

В специально отведенной мастерской — бывшей «столярке» — Мейтнер вместе с ним продолжила начатые в Вене исследования по радиоактивности. Но все пять лет работы ее права в университете оставались ограниченными, о чем Лизе написала позже: *Когда... я приехала в Германию, там еще не был разрешен законом допуск женщин к обучению, и многие доценты и профессора не допускали девушек на лекции или в лаборатории* [2, с.329].

Впрочем, со временем все уладилось. Ее талант исследователя убедил окружающих снять с нее все запреты, позволив ей прочно занять свое место в немецкой науке тех лет. Знания Мейтнер по физике и Гана по химии давали возможность им вполне успешно работать 30 лет. Она занималась физической, а он — химической стороной исследуемых ими проблем. В целом же доли их участия в общей работе были примерно одинаковыми.

В Институте химии силами Гана и Мейтнер изучались ряды радиоактивных элементов и баланс энергии при β -распадах. В то время немецкая физика во главе с М.Планком, А.Эйнштейном, М.фон Лауз, Дж.Франком, Г.Р.Герцем, В.Г.Нернстом, П.Прингсгеймом, Р.В.Полем и другими учеными славилась своими успешными исследованиями, обогащаясь в дискуссиях с новыми молодыми талантами. Активно работал еженедельный физический семинар, который посещала и Мейтнер.

Бурное развитие ядерной физики в мире стимулировало широкий обмен добытой в опытах информацией, что побуждало ученых разных стран чаще, чем ранее, посещать зарубежные научные центры. От этого выигрывали как уже состоявшие-



Здание Института химии Общества кайзера Вильгельма по развитию науки, в котором с 1912 по 1938 г. вместе работали Мейтнер и Ган.

Фото П.Каллена



Ган и Мейтнер в лаборатории Института химии Общества кайзера Вильгельма по развитию науки. 1913 г. (Архив Смитсоновского института, США).

ся исследователи, так и начинающие. Их знакомство с лабораториями, возможность услышать от зарубежных коллег оценку своих гипотез приводили, как правило, к рождению новых научных идей.

В 1912 г. Ган и Мейтнер со своим оборудованием смогли перебраться в Институт химии в Далеме (пригороде Берлина), где Ган стал руководителем отделения по изучению радиоактивных веществ. Вскоре коллеги разделились: Ган возглавил отдел радиохимии, а Мейтнер — отдел радиофизики. Вначале она работала бесплатно, но позднее стала получать зарплату, хотя и меньшую, чем Ган. С того же года берлинский Институт химии стал центром физики атомного ядра, а успехи Мейтнер признали специалисты в этой области. Плодотворно общаясь с коллегами и будущими нобелевскими лауреатами, Мейтнер активно впитывала в себя последние открытия и методы своей науки, совершенствовала свои мышление и методы. Это позволило ей сказать свое веское слово в ядерной физике XX в.

Рентгенолог и исследователь

С началом Первой мировой войны эйфория от атомных исследований заметно угасла. Мейтнер, как и Кюри, прошла курсы рентгенологии и анатомии, добровольно отправилась на фронт рентгенологом, затем долгое время была медсестрой-рентгенологом в госпиталях австро-венгерской армии.

Ган вместе с другими немецкими учеными занимался подготовкой газовых атак, поскольку был убежден в том, что Германия нуждается в них и что с позиций морали они оправданы. Очень скоро оба исследователя возвратились в институт для продолжения своих прежних занятий — экспериментов по изучению взаимодействия радиоактивности с веществом.

Между тем авторитет Мейтнер как исследователя неизменно рос. К тому времени совместно с Ганом, Франком и другими она опубликовала около 40 работ, с 1914 г. возглавила радиоактивный отдел в Институте химии, в 1919-м получила звание профессора, а в 1922 г. — разрешение на преподавание физики в университете. Ее первая лекция называлась «Значение радиоактивности для космических процессов» (в печати название изменили, и лучи ошибочно назвали *косметическими*).

В 1918 г. О.Ган и Л.Мейтнер (и независимо от них Ф.Содди и Дж.Кранстон) обнаружили в урановой смолке долгоживущий изотоп протактиния, названного так, поскольку он предшествовал актинию в периодической системе химических элементов. В 1923 г. Л.Мейтнер открыла безызлучательный переход, названный эффектом Оже в честь французского ученого П.В.Оже, независимо обнаружившего его в 1925 г. В 1926 г. она уже внештатный профессор — первая женщина в Германии, весьма успешная в науке.

Как опытный исследователь радиоактивности, она вполне ясно представляла себе, что γ -излучение практически не связано с превращением эле-

ментов. Оно возникает в случае, когда, согласно квантовой теории, образуется возбужденное ядро атома, которое с испусканием γ -кванта переходит в начальное состояние. При этом Мейтнер на опытах доказала, что γ -излучение проявляет себя лишь только после радиоактивного превращения.

Что же касается квантовой теории Н.Бора в целом, то ее понимание (столь важное для атомных и ядерных процессов, интересовавших Лизе) ученым все еще давалось с трудом. После его лекции в Берлине в 1920 г. Мейтнер призналась: *Когда Джеймс Франк, Густав Герц и я вышли после лекции, мы были подавлены. Нас не покидало чувство, что мы почти ничего не поняли* [3, с.77].

1926 г. принес ей и приятное в научном отношении удовлетворение — ее избрали членом-корреспондентом Гёттингенской академии наук. В ее стенах она стала первой женщиной-физиком столь высокого звания.

Тогда же благодаря кропотливым работам английского физика Ч.Д.Эллиса*, Л.Мейтнер и других ученых было доказано, что большая часть γ -излучения происходит из ядра. Были измерены длины волн некоторых из γ -лучей и таким образом получены определенные знания относительно некоторых видов колебаний составных частей ядра. При этом квантовая энергия таких γ -лучей оказывается очень высокой: в ряде случаев она соответствует по крайней мере 3 млн эВ.

В юбилейной речи на чествовании Института Франклина в США в 1924 г. Резерфорд посчитал необходимым отметить: *Частота... γ -лучей, возбуждаемых радием, была непосредственно измерена... по методу отражения от кристалла; однако же трудно... определить этим методом частоты сильно проникающих лучей. К счастью, для этой цели был разработан новый мощный метод, главным образом работами Эллиса и г-жи Мейтнер* [4, с.36].

Следует подчеркнуть, что в те годы немецкие лаборатории, в том числе и лаборатория Мейтнер, были широко известны в мире как своими выдающимися теоретиками и экспериментаторами, так и оснащением их со всей возможной тогда немецкой пунктуальностью новейшей опытной аппаратурой. Поэтому Германию стремились посетить ученые разных стран (например, у Л.Мейтнер проходил стажировку по ядерным методикам Ф.Д.Разетти — ученик Э.Ферми, также приезжали многие ученые из Советского Союза).

В 1926 г. в Берлине находился С.И.Вавилов, который сообщал своему сотруднику Л.В.Лёвшину:

* Чарльз Друммонд Эллис (1895–1980) — английский физик. Научные работы посвящены атомной физике, радиоактивности, фотоэффекту. Совместно с У.А.Вустером выполнил (1927) измерения средней энергии электронов в β -распаде (опыты Эллиса–Вустера). Член Лондонского королевского общества.

Был в трех домиках... В одном директором Ган, «директорша» Мейтнер нас и водила. Делает она вещи очень серьезные, и необычайно обстоятельно и аккуратно [5, с.366]. В 1933 г. на Сольвеевском конгрессе с Лизе встречался А.Ф.Иоффе, отметивший, что Резерфорд и его сотрудники вместе с Ферми, мадам Кюри, Ирен Кюри и Лизой Мейтнер были в центре сессии, посвященной ядерной физике [6, с.45].

В 1927 г. Н.В.Риль* под руководством Л.Мейтнер защитил диссертацию на тему «Использование счетчиков Мюллера—Гейгера для спектроскопии бета-излучения».

В 1934 г. А.И.Алиханов (тогда еще молодой, а впоследствии крупный советский ученый) посетил Германию. Вот что он написал об этом визите: *Наибольший интерес для меня представляла лаборатория проф. Л.Мейтнер, которую я обследовал очень внимательно. Кроме осмотра лаборатории я имел длительную беседу с Л.Мейтнер по вопросам о тех противоречиях, которые имеются в наших результатах [7, с.219].*

Открытие нейтрона и атомное ядро

После открытия в 1932 г. в Кембридже Дж.Чедвиком нейтрона возник вопрос об обнаружении трансурановых элементов. С этого момента началось соревнование между сотрудниками Э.Резерфорда (Англия), супругов И. и Ф.Жолио-Кюри (Франция), Э.Ферми (Италия) и Л.Мейтнер с О.Ганом и Ф.В.Штрасманом (Германия).

Подавляющее большинство исследователей-физиков и химиков на тот момент полагали, что скорее всего это будет абстрактное, далекое от практической пользы исследование, хотя, возможно, и обещающее им Нобелевскую премию. Впрочем, мало кто из них предполагал тогда, что эти работы в недалеком будущем приведут к созданию ядерного оружия и атомной энергетики.

Приобретенный Мейтнер ранг крупного ученого позволял ей читать лекции по атомной физике и физике радиоактивности в Германии, где она пользовалась уважением у Франка, Герца, Прингсгейма и др., и за границей — в Копенгагене, Лондоне, Цюрихе, Риме и Ленинграде. Коллеги признавали ее заслуги в исследованиях β - и γ -лучей, ценили за преданность науке и убежденность в значимости работы *при ее*, по словам Гана, *почти детской скромности* [2, с.332].

Авторитет Мейтнер был высок и среди талантливой молодежи. В 1932–1937 гг. ее ассистентом

стал физик-теоретик М.Л.Х.Дельбрюк — ученик Н.Бора и М.Борна. Вначале он активно изучал γ -лучи, но затем под влиянием российского биолога Н.В.Тимофеева-Ресовского увлекся биологией, в частности природой генетических мутаций и структурой гена. За свои работы Дельбрюк в 1969 г. был удостоен Нобелевской премии по физиологии или медицине.

Исследование α -, β - и γ -лучей требовало постановки все новых экспериментов и их обсуждения. Работы нуждались в освобождении от допущенных ранее неточных измерений, в исправлении и уточнении добытых результатов. Необходимо было выдвигать гипотезы, в том числе и такие, что по своему содержанию подчас были далеки от объективного толкования атомных явлений. И, наконец, нужно было прийти к единым взглядам на природу этих излучений и возможность их применения при исследовании атомного ядра.

Проблема ядерных сил оказалось столь увлекательной, что еще мало сделавшая в этой области группа Ферми, опережая события, в 1931 г. провела в Риме первый международный форум, посвященный ядерным силам и космическим лучам. Его посчитали обязательным посетить большинство ведущих теоретиков и экспериментаторов мира: Н.Бор, В.В.Г.Боте, Х.В.Гейгер, В.К.Гейзенберг, А.И.В.Зоммерфельд, М.Кюри, В.Э.Паули и в том числе Л.Мейтнер.

Опыты Л.Мейтнер и В.Ортмана, сотрудника В.Нернста, показали, что полная энергия β -лучей меньше разности энергий исходного и конечного ядер, а часть испускаемой ядром энергии при β -распаде исчезает. Объяснение дал Паули на основе гипотезы о наличии нейтральных частиц — тяжелой, т.е. нейтрона, и легкой, названной по предложению Ферми нейтрино* (т.е. малым нейтроном). Эта проблема обсуждалась в Мюнхене в 1932 г. Существование нейтрона и нейтрино Паули обосновал ранее в письме «Дорогие радиоактивные дамы и господа», отправленном 4 декабря 1930 г. физикам в Тюбингене. По его мнению, *с точки зрения эксперимента... новые частицы были вполне возможными* [8, с.109.].

В 1933 г. Мейтнер приняла участие в VII Сольвеевском конгрессе по проблеме «Структура и свойства атомного ядра». На нем обсуждались эксперименты Дж.Д.Кокрофта и Э.Т.С.Уолтона по получению быстрых α -частиц облучением ядер лития протонами, данные Э.Резерфорда и М.Л.Э.Олифанта о бомбардировке лития протонами и дейтронами, открытие нейтрона Дж.Чедвиком и искусственной радиоактивности Ф. и И.Жолио-Кюри. На кон-

* Николаус (Николай Васильевич) Риль (1901–1990) — немецкий, а с 1945 по 1955 г. советский физик и радиохимик, один из многих участников советского атомного проекта, Герой Социалистического труда (1949), лауреат Сталинской премии первой степени, впоследствии западногерманский физик.

* Экспериментально нейтрино было обнаружено американским учеными Ф.Райнесом и Кл.Л.Коузном в 1956 г. В 1995 г. Райнес был удостоен Нобелевской премии (Коузен умер в 1974 г.).



Международный бунзеновский форум по радиоактивности. Стоят: Мейтнер (3-я слева) и Ган (в центре). Мюнстер, 1932 г. (Архив Министерства энергетики США).

Фото Ф.А.Панета

грессе были три женщины — М.Кюри, И.Жолио-Кюри и Л.Мейтнер.

В 1934 г. И.Ноддак (немецкая женщина физико-химик, открывшая в 1928 г. совместно с мужем элемент рений) выдвинула предположение о делении ядер тяжелых элементов при их облучении нейтронами. Но она не дала ни экспериментального, ни теоретического доказательства. Это привело тогда к игнорированию ее гипотезы ведущими физиками. Тем не менее она трижды (1933, 1935, 1937) была номинирована на Нобелевскую премию по химии.

В 1934 г. Мейтнер вместе с Ганом посетили в Ленинграде конференцию, посвященную 100-летнему юбилею Д.И.Менделеева, и семинар по ядерной физике при Физико-техническом институте. Д.Д.Иваненко писал: *Запомнилось большое впечатление, которое произвела активность, своеобразная резкость Мейтнер при обсуждении ряда актуальных проблем, в том числе теории β -распада Ферми, нашей с И.Е.Таммом полевой теории ядерных сил и т.д. Как известно, некоторые физики прямо-таки боялись полемизировать на семинарах с «фрау профессор»* [9, с.101].

В тексте доклада «Атомное ядро и периодическая система элементов», опубликованного в «Naturwissenschaften» (1934) и в «Успехах физических наук» (1935), Мейтнер написала: *Элементарными частицами ядра могут быть только протоны*

и нейтроны. Это не противоречит тому, что имеются такие превращения, в которых атомное ядро переходит в какое-то новое ядро с испусканием положительного или отрицательного электрона. В настоящее время, однако, принимается, что электроны не могут находиться внутри ядра [10, с.9].

В заключение она отметила: *Ферми и его со-трудники недавно сообщили о своих опытах, в которых при обстреле урана нейтронами наблюдалось появление радиоактивного элемента с порядковым номером 93 или 94. Вполне возможно, что и в этой области периодическая система имеет продолжение. Остается прибавить только, что гениальным предвидением Менделеева рамки периодической системы так широко предусмотрены, что каждое новое открытие... еще более укрепляет ее* [10, с.12].

В своей последней книге «Новая алхимия» (1937) Резерфорд, суммируя успехи ученых в превращении элементов, напомнил о важности решения следующей задачи: *Даже самые тяжелые элементы — уран и торий — преобразуются при бомбардировке медленными нейтронами и в каждом случае порождают ряд новых радиоактивных веществ, но точная интерпретация этих превращений находится еще в процессе обсуждения* [11, с.465]. И хотя в том же 1937 году ученого не стало, сама задача осталась, и были исследователи, которым предстояло ее решить.

Изгнание из новой Германии

После включения 12 марта 1938 г. Австрии в состав фашистской Германии и роста в ней арийских настроений 60-летняя Мейтнер из-за своего еврейского происхождения была вынуждена покинуть Германию, где первые запреты на ее деятельность уже не заставили себя ждать.

Очевидно, она осознавала для себя потери в научном плане, тем более что и сам Ган, высоко ценивший ее как ученого и личность, вынужден был заявить о ее увольнении из института. И лишь благодаря Бору ей была предоставлена работа в должности научного сотрудника у К.М.Г.Сигбана на физическом факультете Нобелевского института Королевской шведской академии наук. Сигбан, однако, мало заботился об обеспечении приборами вверенной Мейтнер лаборатории и о ее зарплате.

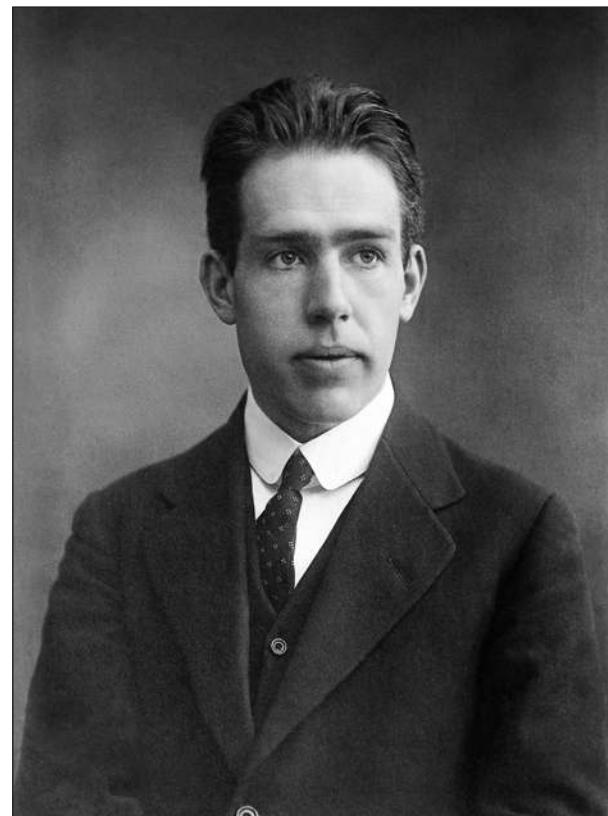
Впрочем, покинуть Германию пришлось многим. За короткое время Берлинский университет потерял более 200 выдающихся ученых еврейского происхождения — таких как Эйнштейн, Борн, Лауз, Франк, Шредингер, Принггейм и др. Это привело к упадку крупнейшей на тот момент, задававшей тон в мировых исследованиях немецкой науки. Последствия болезненно ощущались десятилетиями и после Второй мировой войны.

С того момента Ган и Мейтнер работали раздельно. Лишь однажды они тайно встретились в Копенгагене, чтобы обсудить эксперименты Гана и Штассмана (работавшего с Ганом с 1929 г.). Потом они обменивались лишь письмами. В те времена в лаборатории Гана были проведены эксперименты по облучению урана и тория нейтронами, показавшие, что один из продуктов реакции — барий. Об этом они тут же сообщили Мейтнер и ее племяннику, английскому физику-экспериментатору Фришу*.

В конце 1938 г. Ферми получил Нобелевскую премию за открытие искусственной радиоактивности и теорию замедления нейтронов. Встретились супруги Ферми и с Мейтнер. Л.Ферми с чисто женской наблюдательностью отметила, что это была усталая, замученная женщина с окаменевшим напряженным лицом, как у всех беженцев [12, с.206]. Впрочем, на ее интеллекте ученого, как показали события, это не сказалось.

Обнаружение распада атомных ядер

Действительно, вскоре после этого уникальные аналитические способности Мейтнер вновь про-



Н.Бор. 1910 г. (Библиотека конгресса США).

явили себя в полной силе. 21 декабря 1838 г. на новое сообщение Гана о проведенных им с Штассманом успешных экспериментах по облучению и последующему распаду ядер урана она ответила: *Ваши результаты с радием ошеломляют. Процесс, идущий на медленных нейтронах и приводящий к барию! <...> Признать такой необычный распад, кажется мне, пока очень трудно, но мы пережили в ядерной физике столько неожиданностей, что уже ни о чем нельзя сказать прямо: это невозможно* [9, с.93].

Ган, обеспокоенный сложностью в объяснении эксперимента и осознавший возможности мышления своей бывшей сотрудницы, эмоционально и с надеждой ответил: *Как было бы хорошо и полезно, если бы мы, как прежде, могли сейчас работать вместе* [9, с.93]. В ходе своего анализа Л.Мейтнер обратилась к теории Г.А.Гамова, поддержанной Н.Бором, согласно которой силы, удерживающие части ядра атома, схожи с силой поверхностного натяжения, удерживающей каплю жидкости как единое целое [13].

В поисках объяснения эксперимента Гана и Штассмана Мейтнер (обычно нуждавшаяся в подготовленном для дискуссии собеседнике) воспользовалась появлением своего племянника Фриша. К тому моменту тот, окончив Венский университет, уже поработал в Берлине у О.Гана (и следовательно, был в курсе исследований его группы), в Гамбурге — у О.Штерна, в Лондоне —

* Отто Роберт Фриш — английский ученый, член Лондонского королевского общества. Занился физикой под влиянием своей тети Лизе Мейтнер и со временем стал экспериментатором в области молекулярных пучков и ядерной физики. Активный участник создания атомной бомбы в Лос-Аламосе (США).



Мейтнер в лаборатории. Берлин, 1938 г.

у П.М.С.Блэкетта и, наконец, в Копенгагене — у Н.Бора. Появился он как раз тогда, когда Мейтнер прибыла к Бору, а затем отправилась на проживание в Стокгольм.

По воспоминаниям Фриша, приехавшего к тете на Рождество, к концу их прогулки они уже могли сформулировать некоторые выводы: ядро не раскалывалось, и от него не отлетали куски, а это был процесс, скорее напоминавший капельную модель ядра Бора; подобно капле, ядро могло удлиняться и делиться. <...> Лизе Мейтнер занималась определением энергии, выделяющейся при каждом распаде из-за дефекта массы. Она ясно представляла себе кривую дефекта масс. Оказалось, что за счет электростатического отталкивания элементы деления приобрели бы энергию около 200 МэВ, а это как раз соответствовало энергии, связанной с дефектом массы [1, с.706].

Фриш писал: Я едва успел сообщить Бору о нашей идеи в тот самый момент, когда он [Н.Бор. — Р.Щ.] уже садился на пароход, отправляющийся в США. Я помню, как он хлопнул себя по лбу, едва я начал говорить, и воскликнул: «О, какие мы были дураки! Мы должны были заметить это раньше» [1, с.706]. После этого Мейтнер и Фриш в заметке «Расщепление урана нейтронами — новый тип ядерной реакции» от 11 февраля 1939 г. высказали предположение, что после захвата нейтрона ядра урана и тория делятся на две примерно равные части.

По совету Г.Плачека*, в то время работавшего в Институте теоретической физики Н.Бора в Копенгагене, О.Фриш в начале 1939 г. предпринял опыт-

ную проверку гипотезы Л.Мейтнер. Фриш приспособил ионизационную камеру, с помощью которой можно было без труда экспериментально наблюдать большие импульсы, возникающие от ионизации, производимой осколками деления [1, с.706].

Фриш подчеркнул роль Мейтнер в теоретическом обосновании опытов немецких физико-химиков: Я не хочу приписать себе особые умственные способности или же оригинальность мышления. Мне просто посчастливилось быть вместе с Лизе Мейтнер, когда она получила сообщение об открытии Гана и Штрасмана [1, с.706].

Решающий эксперимент, проведенный Фришем, состоялся 13 января. К тому времени работа Мейтнер и Фриша «Распад урана под действием нейтронов: новый тип ядерной реакции» была написана и направлена в печать. Заметка Фриша «Физическое доказательство деления тяжелых ядер при их бомбардировке нейтронами», опубликованная уже 18 февраля, подтвердила вывод двух ученых. Аналогичные опыты провел и Ф.Жолио-Кюри.

Из переписки Мейтнер и Гана следует, что он не поверил бы в расщепление ядра, если бы Мейтнер не сумела убедить его в этом. На основе своих расчетов она пришла к выводу о возможности ситуации, когда ядра урана будут распадаться на ядра бария и криптона с выделением нескольких нейтронов и большого количества энергии. Ранее Бор отмечал, что при бомбардировке атомов урана энергии выделяется гораздо больше, чем по теории не-распадающейся оболочки. Мейтнер же провела свои расчеты с учетом, что оболочки могут распадаться.

Вскоре в том же 1939 г. Бор в ответ на беседы с Фришем (который в то время работал в Копенгагене) опубликовал короткую заметку «Расщепление тяжелых ядер», где написал, что Мейтнер и Фриш интерпретируют замечательные результаты Гана и Штрасмана как указание на существование нового типа расщепления тяжелых ядер, заключающегося в делении ядра на две части с приблизительно равными массами и зарядами, сопровождающимся выделением огромной энергии [14, с.289].

Выступления в Принстоне (США) Дж.А.Уилера и Н.Бора, статья Я.И.Френкеля** с количественными расчетами возможного выделения значитель-

* Георг Плачек (1905–1955) — американский физик-теоретик чешского происхождения. Его работы относятся к молекулярной и нейтронной физике. Участвовал в Манхэттенском проекте, работал в Лос-Аламосской национальной лаборатории.

** В статье «Механизм деления ядер» Бор и Уилер учли вклад профессора Френкеля из Ленинграда в анализ различных аспектов понимания проблемы деления ядра под действием нейтронов [14, с.308].

ной энергии при расщеплении ядер урана вызвали сенсацию среди ученых, побудив их немедленно провести необходимые эксперименты. Применение этих знаний для создания оружия невероятной силы могло оказаться опасным в Германии, но благодаря усилиям Л.Силарда, Э.Теллера и Ю.П.Вигнера именно в США был создан Манхэттенский проект, породивший атомную бомбу.

Мейтнер, анализируя информацию о распаде ядер, пришла к выводу, что неизвестное вещество с периодом распада 2.3 сут – это элемент с порядковым номером 93. Если бы не военные события, связанные с захватом Дании, она бы смогла в начале апреля 1940 г. доказать это на циклотроне Института Н.Бора и тем самым закончить работу по поиску трансурановых элементов, начатую с Ганом. По словам Дж.Бэгготта, из *всех разочарований, которые ей довелось пережить в последнее время, это было самым обидным* [15, с.102].

В 1944 г. Гану была присуждена Нобелевская премия по химии за открытие ядерного распада. Получил он ее, вернувшись из плена в 1946 г. В то же время *Лизе Мейтнер стала жертвой избирательной памяти и зависти со стороны своего научного соперника*. Она, несомненно, заслуживала либо разделить премию по химии с Ганом, либо получить премию по физике. Но не получила ничего [15, с.434], хотя именно ее работа с Фришем стала решающим вкладом в обоснованное объяснение процесса расщепления урана.

После атомной бомбардировки Хиросимы английские газеты наводнили слухи, что Мейтнер была *еврейской матерью атомной бомбы*, в то время как в приложении к меморандуму плененных немецких физиков из Германии (О.Гана, В.Гейзенберга, К.Ф.фон Вайцзеккера и др.) отмечалось, что *профессор Мейтнер уже за полгода до открытия (расщепления ядра) покинула Берлин и не была причастна к самому открытию* [16, с.181]. На самом деле она никак не была связана с Манхэттенским проектом, в рамках которого проводились работы по изготавлению атомного оружия.

Мейтнер жила одиноко, а как ученый получала скромную зарплату. И хотя она продолжала заниматься наукой, но вдали от последних событий в ядерной физике ее выводы остались не востребованными.

После войны Мейтнер приняла решение не возвращаться в Германию. В 1947–1960 гг. она,



Мейтнер читает лекцию в Католическом университете. Вашингтон, 1946 г. (Архив Смитсониевского института, США).



Л.Мейтнер (справа) с актрисой К.Корнелл и физиком А.Х.Комptonом. 6 июня 1946 г., когда Мейтнер и Корнелл получили награды от Национальной конференции христиан и евреев (Архив Смитсоновского института, США).

профессор Королевского технологического университета в Стокгольме, работала над первым шведским реактором. Она удостоилась почетных степеней университетов США и Европы, медалей и премий; приняла участие в работе VIII Сольвеевского конгресса в 1948 г. по элементарным частицам.

Подведение итогов

За свою жизнь Лизе не нашла времени, сил, а может быть и возможности выйти замуж и создать семью, поскольку всецело была погружена в мир науки с ее тайнами и противоречиями, с той повседневной работой, что приносила ей счастливые минуты от разгадки очередной загадки в понимании микромира.

Кажущиеся поначалу безобидными эксперименты Гана и Штассмана и вдохнувшие в них жизнь выводы Мейтнер и Фриша, теоретические работы Бора, Уилера и Френкеля, придавшие их расчетам и опытам обоснование, запуск атомного реактора Ферми, создание атомной бомбы под руководством Оппенгеймера и трагедия Хиросимы — таков путь к нарушению равновесия в мире.

Выдающийся вклад Мейтнер в эти события так и не был оценен Нобелевской премией. Возможно, ее утешило то, что в 1966 г. она вместе с Ганом и Штассманом получила премию Энрико Ферми. В 1946 г. «National Women's Press Club» (США) назвал Мейтнер «Женщиной года», а в 1949 г. она была награждена медалью имени Макса Планка за объяснение ядерных процессов, положивших начало атомной эре с ее атомной энергетикой.



Д.Сиборг вручает Л.Мейтнер диплом премии Энрико Ферми, которую она получила вместе с Ганом и Штассманом (Архив Министерства энергетики США).

Мейтнер всегда объективно оценивала Ганченого (желание экспериментировать, острую наблюдательность и дар интуитивно правильно объяснять экспериментальные наблюдения [2, с.319–320]) и человека (его постоянная готовность прийти на помощь... его высокое чувство ответственности, его мужество помогали ему находить правильный путь в тяжелые времена и нужный выход в трудных ситуациях... [2, с.351–352]).

За 60 лет своей творческой деятельности Мейтнер одна или совместно с Ганом, Фришем и др. опубликовала 169 научных работ. Большинство из них посвящены радиоактивности и ядерной физике, отразили ее вклад в их развитие, в открытие распада урана. Но были статьи и общего характера: совместная с Ганом «Атомная энергия и мир» (1954), «Статус женщин в профессиях» (1960) и «Пути и заблуждения ядерной энергии» (1963).

В 1960 г. Мейтнер вышла в отставку и уехала в Кембридж, где жили ее родственники. Там она выступала с лекциями об опасности применения ядерного оружия, о контроле в целом над вооружениями, призывала ученых точнее представлять моральные последствия их открытий. Мейтнер подчеркивала и то, как важно женщинам получать высшее образование и заниматься научными исследованиями, выступала за их равноправное участие в науке.

27 октября 1968 г. (за 10 дней до своего 90-летия) Мейтнер скончалась. По желанию Фриша на ее надгробии появилась надпись: *Лизе Мейтнер: физик, который никогда не терял человечности.* Своей долгой жизнью, по сравнению с М.Кюри (всего 37 лет), И. и Ф.Жолио-Кюри (по 58 лет), она была обязана культуре работы с радиоактивным веществом, которая в немецких лабораториях выполнялась неукоснительно строго.

В честь Мейтнер Международный астрономический союз назвал кратер на обратной стороне Луны (1970) и кратер на Венере (1979), астероид №6999 (первоначально обозначенный как 4379 Т-3). Международный союз теоретической и прикладной химии официально принял название «мейтнерий» для химического элемента VIII группы побочной подгруппы 7-го периода Периодической системы элементов с атомным номером 109, который ранее был известен как уннилениний (или эка-иридий). Институт ядерных исследований в Берлине с 1959 по 2009 г.

носил имя О.Гана и Л.Мейтнер (теперь называется Берлинский центр материалов и энергии имени Г.Л.Ф.Гельмгольца). В Институте физики Берлинского университета имени братьев Гумбольдтов и в Венском техническом университете учреждены премии имени Лизе Мейтнер. Австрийский научный фонд и Межгосударственная ассоциация

последипломного образования учредили исследовательские стипендии имени Лизы Мейтнер, присуждаемые за научные исследования в атомной физике. В 2000 г. Европейское физическое общество учредило премию Лизе Мейтнер. Ученые мира хранят память о женщине — одной из великих ученых XX в. в области атома.■

Литература / References

1. *Фриш О., Уилер Дж.* Открытие деления урана. Успехи физических наук. 1968; 96(4): 697–715. [Frisch O., Wheeler J. Open of Uranium division. Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences). 1968; 96(4): 697–715. (In Russ.).]
2. *Гернек Ф.* Пионеры атомного века. М., 1974. [Herneck F. Bahnbrecher des atomzeitalters. Moscow, 1974. (In Russ.).]
3. *Кляус Е.М., Франкфурт У.И., Френк А.М. Нильс Бор.* М., 1977. [Klaus E.M., Frankfurt U.I., Frenk A.M. Niels Bohr. Moscow, 1977. (In Russ.).]
4. *Резерфорд Э.* Естественное и искусственное разложение элементов. Успехи физических наук. 1925; 5(1–2): 28–44. [Rutherford E. Natural and artificial disintegration of the elements. Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences). 1925; 5(1–2): 28–44. (In Russ.).]
5. *Левшин Л.В.* Сергей Иванович Вавилов. М., 1977. [Levshin L.V. Sergei Ivanovich Vavilov. Moscow, 1977. (In Russ.).]
6. *Иоффе А.Ф.* Встречи с физиками. Мои воспоминания о зарубежных физиках. Л., 1983. [Ioffe A.F. Meetings with Physicists. My Remembers about foreign Physicists. Leningrad, 1983. (In Russ.).]
7. *Академик А.И.Алиханов: Воспоминания, письма, документы.* Л., 1989. [Akademik A.I.Alihanov: Remembers, Letters, Documents. Leningrad, 1989. (In Russ.).]
8. 50 лет современной ядерной физике: Сборник статей. М., 1982. [50 years of Modern nuclear Physics. Collection of Articles. Moscow, 1982. (In Russ.).]
9. *Паули В.* Физические очерки. М., 1975. [Pauli W. Physical essays. Moscow, 1975. (In Russ.).]
10. *Мейтнер Л.* Атомное ядро и периодическая система элементов. Успехи физических наук. 1935; 15 (1): 1–12. [Meitner L. Atomic nucleus and Periodic system of elements. Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences). 1935; 15(1): 1–12. (In Russ.).]
11. *Резерфорд Э.* Избранные научные труды. Строение атома и искусственное превращение элементов. М., 1972. [Rutherford E. Selected scientific Works. Structure of Atom and artificial transformation of elements. Moscow, 1972. (In Russ.).]
12. *Ферми Л.* Атомы у нас дома. М., 1959. [Fermi L. Atoms in the Family. Moscow, 1959. (In Russ.).]
13. *Гамов Г.А.* Очерк развития учения о строении атомного ядра. Теория радиоактивного распада. Успехи физических наук. 1930. 10(4): 531–544. [Gamov G.A. Essay of evolution doctrine about structure atomic nucleus. Theory of radioactive decay. Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences); 1930; 10(4): 531–544. (In Russ.).]
14. *Бор Н.* Избранные научные труды. Т.II. М., 1971. [Bohr N. Selected Scientific Works. V.II. Moscow, 1971. (In Russ.).]
15. *Бэгготт Дж.* Тайная история атомной бомбы. М., 2011. [Baggott J. The first war of Physics: The Secret History of the Atomic Bomb 1939–1949. Moscow, 2011. (In Russ.).]
16. *Ширах Р. фон.* Ночь физиков: Гейзенберг, Ган, Вайцзеккер и немецкая бомба. М., 2014. [Schirach R. von. Die Nacht der Physiker: Heisenberg, Hahn, Weizsäcker und die deutsche Bombe. Moscow, 2014. (In Russ.).]

Lise Meitner — “Madam Curie” of German Science

R.N.Shcherbakov
Tallinn, Estonia

Lise Meitner (1878–1968) was an eminent Austrian scientist. She conducted investigations in nuclear physics, nuclear chemistry, and radiochemistry. On the basis of O.Hahn and F.Strassmann experiments she drawn inference about nuclear fission of uranium under action of neutrons. This fact became a convincing argument for awarding O.Hahn with Nobel prize in chemistry. Meitnerium — 109 element of Mendeleev table — was named in her honor.

Keywords: radioactive materials, uranium fission, Berlin University, science in Germany in the 1930th years.