

## **ЭНРИКО ФЕРМИ – ОДИН ИЗ ОСНОВОПОЛОЖНИКОВ КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ, ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ И ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Баранов М.И., д.т.н., с.н.с.

НИПКИ "Молния" Национального технического университета

"Харьковский политехнический институт"

Украина, 61013, Харьков, ул. Шевченко, 47, НИПКИ "Молния" НТУ "ХПИ"

тел. (057) 707-68-41, факс (057) 707-61-33, e-mail: nipkimolnija@kpi.kharkov.ua

*Наведено короткий науково-історичний нарис про основні здійснення і відкриття у фізичній науці й атомній техніці видатного фізика ХХ століття Енріко Фермі.*

*Приведен краткий научно-исторический очерк об основных свершениях и открытиях в физической науке и атомной технике выдающегося физика ХХ века Эрико Ферми.*

*Окончание. Начало в №2007'2*

### **4. НЬЮ-ЙОРСКИЙ ПЕРИОД ПРЕПОДАВАНИЯ ФЕРМИ И РАБОТЫ В ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ**

Вот в такой бурной внешней "ядерной" обстановке начиналась новая для Э. Ферми жизнь в американской иммиграции. Известно, что эта иммиграция для него была вынужденной мерой: фашистский режим Италии стал угрожать благополучию его семьи из-за еврейского происхождения его жены Лауры [1, 11]. Купив дом в пригороде Нью-Йорка, семья Э. Ферми стала потихоньку приобщаться к американской культуре и американскому образу жизни. Из воспоминаний Э. Сегре [1]: "...Я не знал другого взрослого иммигранта, который бы столь же серьезно, как и Ферми, старался американизироваться". Заметим, что Э. Ферми американское гражданство получил в июле 1944 года (в минимальный срок, предусмотренный законом США). В Колумбийском университете Э. Ферми с 1939 года со свойственной ему энергией принялся за преподавание студентам физики, включая специальный курс геофизики. Как бы не нравилось ему быть педагогом и учителем студентов, все же главным для него "делом жизни" оставалась научно-исследовательская работа.

Проанализировав полученные европейскими учеными опытные данные по "делению" урана нейтронами, он пришел к тому выводу, что, наверное, при достаточном числе "вторичных" нейтронов, испущенных осколками "деления", в уране может начаться цепная реакция [1, 11]. Напомним, что в физике под такой (цепной) ядерной реакцией понимается та, которая связана с "делением" тяжелых атомных ядер нейтронами и при которой вновь рождающиеся нейтроны поддерживают рассматриваемый процесс "деления" [11, 13]. Сейчас дополнительно известно, что цепные ядерные реакции для тяжелых химических элементов сопровождаются выделением огромного количества энергии. А тогда человечество делало только первые шаги к освоению этой ядерной энергии и многое было неизвестным. Перед ним (Э. Ферми) сразу встали вопросы: Как можно эти качественные рассуждения перевести в реальные факты? Какими могут оказаться

технические последствия цепной реакции в уране? Во всех крупнейших физических лабораториях мира с начала 1939 года повторялись и совершенствовались фундаментальные эксперименты по "делению" урана. Вскоре физиками-ядерщиками были получены количественные данные по "вторичным" нейтронам, рождающимся в результате расщепления урана. Были открыты и "запаздывающие" нейтроны при "делении" урана. Согласно современным данным при каждом акте "деления", например, изотопа урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$ , сопровождающимся выделением в среднем энергии в 197 МэВ, высвобождается в среднем  $\nu=2,47$  "быстрых" нейтрона из-за относительного избытка нейтронов у тяжелых ядер по сравнению с ядрами со средними значениями массового числа  $A$  [9, 11]. Заметим, что в недалеком прошлом ХХ века долгие годы в период "холодной войны" и гонки ядерных вооружений численное значение числа  $\nu$  было строго закрытым во всех ядерных державах мира. В этом случае большинство нейтронов испускается практически мгновенно (за время менее  $10^{-14}$  с), а весьма малая часть нейтронов (примерно 0,75% от всех "вторичных" нейтронов) испускается с запаздыванием (с задержкой от 0,05 до 60 с) [9]. Именно эти-то нейтроны и получили название "запаздывающих" нейтронов. Дальнейшие ядерные исследования показали, что благодаря именно этим "запаздывающим" нейтронам цепная ядерная реакция "деления" изотопа урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$  может быть стать управляемой [9, 11].

С 1939 года в США для работ над цепной ядерной реакцией и выяснением количественной информации о "вторичных" нейтронах стали работать две основные группы ученых – группа Э. Ферми и группа Лео Сциларда (парадоксально, но факт, что оба они были иммигрантами: первый – из Италии, а второй – из Венгрии) [1]. Одной из основных причин, по которым на начальном этапе овладения в США ядерной энергией в работу оказались по преимуществу вовлеченными физики-иммигранты, было то, что главные американские менеджеры научных исследований оборонного значения мало верили в эту сложную затею "яйцеголовых" (так в

Америке в шутку называли ученых) и свое предпочтение они отдавали разработке отечественного радара (радиолокационной станции) [1]. Поэтому основная часть финансов и лучшие американские "мозги" направлялись в Линкольновскую лабораторию Массачусетского технологического института, где тогда велись работы над созданием радара [1]. По мнению Э. Ферми у них тогда было два пути практической военной реализации цепной ядерной реакции (получения нового взрывчатого вещества огромной разрушающей силы): *первый путь*, связанный с разделением изотопов урана  $^{238}_{92}\text{U}$  и  $^{235}_{92}\text{U}$  и накоплением таким физико-техническим приемом в достаточных количествах металлического изотопа урана  $^{235}_{92}\text{U}$ , делящегося под действием "медленных" нейтронов [1,9]; *второй путь*, связанный с осуществлением управляемой цепной ядерной реакции в природном уране  $^{238}_{92}\text{U}$ , делящегося под действием "быстрых" нейтронов и обеспечивающего получение в конце цепочки ядерных превращений нового радиоактивного стабильного изотопа плутоний  $^{239}_{94}\text{Pu}$  [1, 9]. Накопление таким вторым путем в требуемом количестве металлического изотопа плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$ , который может делиться под действием "медленных" нейтронов, означало бы получение ядерной взрывчатки и соответственно получение делящегося радиоактивного материала для ядерной бомбы [1, 9]. Э. Ферми был сторонником второго пути. В первый путь он тогда сам мало верил из-за технической сложности сепарации (от лат. *separatio* – разделение на составные части [13]) указанных выше изотопов урана, незначительно отличающихся по массовому числу  $A$  и соответственно по атомной массе [1]. К лету 1939 года в Колумбийском университете указанными группами физиков было установлено следующее [1]: а) В природном уране образуется больше "быстрых" нейтронов, чем поглощается (это является необходимым условием для цепной ядерной реакции); б) Резонансное поглощение этих нейтронов в уране оказывает сильное влияние на соотношение числа "быстрых" и "медленных" (тепловых) нейтронов; в) Для уменьшения в уране влияния резонансного поглощения "быстрых" нейтронов и снижения числа их потерь на это поглощение необходимо в замедлителе нейтронов использовать блочное расположение металлического урана; г) Поглощение тепловых ("медленных") нейтронов в водяном замедлителе нейтронов слишком велико и ее (воды) использование в качестве необходимой для обеспечения цепной реакции среды, замедляющей образующиеся в природном уране (в смеси изотопов  $^{238}_{92}\text{U}$  и  $^{235}_{92}\text{U}$ ) "быстрые" нейтроны до состояния "медленных" нейтронов, было практически невозможно. Несколько забега вперед и нарушая хронологию событий, отметим, что к лету 1940 года колумбийскими исследователями ядерных процессов (группами Э. Ферми и Л. Сциларда), вызванных

действием нейтронов, было установлено, что наиболее перспективным замедлителем "быстрых" нейтронов является относительно дешевый и сравнительно легко получаемый углерод в форме графита [1].

2 августа 1939 года великий физик А. Эйнштейн подписал подготовленное обеспокоенным Л. Сцилардом (последнего просто пугали последствия создания Германией первой нового вида оружия – ядерной бомбы) известное письмо на имя Президента США Франклина Рузвельта, в котором с учетом полученных научными группами Э. Ферми и Л. Сциларда результатов и проводимых в нацистской Германии аналогичных работ по урану предлагалось американскому правительству взять под особый контроль урановую проблему с целью достижения в ней в ближайшем будущем успехов и овладения США первыми в мире ядерной энергией. Обсуждение в Белом доме с участием Президента США Ф.Д. Рузвельта данной проблемы, состоявшееся лишь 11 октября 1939 года, привело к созданию в США Уранового комитета под эгидой правительственных учреждений [1]. Это привело к заметной активизации и интенсификации в США работ по дальнейшему изучению ядерных свойств урана, закупке металлического урана и замедлителя "быстрых" нейтронов – графита [1].

В начале 1941 года в США в радиационной лаборатории (г. Беркли), директором которой был упомянутый выше нами известный американский физик Э.О. Лоуренс, сотрудниками группы Э. Ферми были начаты работы по длительному облучению "быстрыми" нейтронами на имевшемся в ней 60-дюймовом (с диаметром полюсов электромагнита примерно в 1,5 м) циклотроне изотопа урана  $^{238}_{92}\text{U}$  и наработке таким путем металлического изотопа плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$  с последующими количественными опытными измерениями его свойств на "деление" тепловыми ("медленными") нейтронами [1]. После решения американскими учеными нелегкой задачи химического разделения образующихся при этом радиоактивных элементов изотопа нептуния  $^{239}_{93}\text{Np}$  и изотопа плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$  ими было однозначно установлено: изотоп плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$  действительно может служить эффективной ядерной взрывчатой [1, 11]. Теперь перед физиками США открывался более ли менее ясный путь для создания ядерной бомбы: получение в требуемом количестве изотопа плутония-239 с помощью управляемого ядерного устройства (реактора), но при наличии одного существенного условия: при возможной практической реализации такого дорогостоящего реактора промышленных масштабов. 6 декабря 1941 года (прямо накануне нападения японцев на основную часть Тихоокеанского американского флота в Пирл-Харборе и прямого вступления США во Вторую мировую войну) по решению Уранового комитета во главе всех научных исследований США, связанных с цепной ядерной реакцией и сооружением ядерного

реактора для этих целей, был поставлен американский физик Артур Комптон (лауреат Нобелевской премии по физике 1927 года [1]), профессор физики Чикагского университета [1]. В январе 1942 года им все исследователи, в том числе и указанные ранее научные группы из Колумбийского университета, были переведены в г. Чикаго во вновь созданную крупную организацию под названием Металлургическая лаборатория. США начали собирать свои интеллектуальные и производственные силы, а также технологические мощности в "кулак" перед активным научно-техническим штурмом урановой проблемы.

#### 5. ЧИКАГСКИЙ ПЕРИОД РАБОТЫ ФЕРМИ В АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Чикагская Металлургическая лаборатория стала заниматься не только работами над ядерным реактором на "медленных" нейтронах, но и радиационной химией, ядерной технологией, радиационной безопасностью и другими сложными вопросами атомной науки и техники [1]. Колумбийские группы Э. Ферми и Л. Сциларда в этой огромной закрытой фирме были лишь маленькими песчинками. В мае 1942 года Э. Ферми вместе со своей семьей поселился в г. Чикаго, считая, что этот переезд является делом временным (после окончания в сентябре 1945 года войны он так здесь и остался до конца своей жизни). Летом 1942 года Урановый проект (так в США был назван комплекс работ по созданию ядерной бомбы) был передан в ведение американской армии [1]. Сразу же был организован Манхэттенский инженерный округ, командующим которого был назначен бригадный генерал Лесли Гровс (перед своим назначением имел чин полковника и значительный строительный опыт). Дальнейшие события показали, что этот выбор командующего оказался правильным. Вот отзыв о нем Э. Сегре [1]: *"...Генерал Гровс не был интеллигентом, но был умным, энергичным, решительным и преданным своему делу человеком"*. А вот одно из высказываний административного руководителя Уранового проекта, взятое из его доклада и касающееся "военного" юмора генерала Л.Р. Гровса [1]: *"...Я раньше не имел опыта общения с учеными – этими дороговатыми чокнутыми котелками"*. Через несколько месяцев после назначения на свою ответственную должность он научился обращению и общению с этими учеными во имя достижения великой научной и военной цели. Перед всеми участниками Уранового проекта (в том числе и перед Э. Ферми) стояла срочная и колоссальная по своим масштабам задача: надо было воплотить положительные лабораторные результаты ядерных исследований на микроскопических количествах радиоактивных материалов в крупные промышленные установки и мощную взаимосвязанную технологическую цепочку десятков оборонных предприятий страны. Такая работа в нормальной обстановке, наверное, заняла бы не один десяток лет. Но шла Вторая мировая война и фашисты Германии всеми силами рвались к новому виду оружия

невероятной разрушительной силы – к "оружию возмездия". Поэтому в США строительство заводов по производству оружейного изотопа плутония-239 и изотопа урана-235 и необходимых для этого основных (сопутствующих) материалов, устройств и приспособлений было начато немедленно осенью 1942 года [1].

#### 4. Создание уран-графитового ядерного реактора.

Комплекс работ по созданию в США первого в мире ядерного реактора на природном уране, обеспечивающего протекание управляемой цепной ядерной реакции, является четвертым наиболее крупным вкладом Э. Ферми в атомную науку и технику. К октябрю 1942 года в США были успешно решены многие как производственные, так и технологические задачи, связанные с обеспечением физиков в требуемом объеме особо чистыми материалами: графитом, окисью урана и металлическим природным ураном [1]. Производственное помещение на Аргоннской площадке под ядерный реактор к этому времени готово еще не было. Тогда Э. Ферми предложил А.Х. Комптону монтировать этот опытный реактор под западной трибуной стадиона Чикагского университета, находящегося в самом центре большого города. Взвесив все аргументы "за" и "против", научный и административный руководители Уранового (Манхэттенского) проекта (А.Х. Комптон и Л.Р. Гровс) согласились с этим предложением Э. Ферми, отвечавшего за создание опытного уран-графитового ядерного реактора.

В ноябре 1942 года началось сооружение данного ядерного реактора. Огромную помощь Э. Ферми в его создании оказали работавшие с ним канадский физик Уолтер Зинн и американский физик Герберт Андерсон [1]. Работа по монтажу элементов реактора шла круглосуточно. В начале этот ядерный реактор (на англ. *"pile"*, а на русском – "котел") был запроектирован в виде начиненной блоками графита и природного урана ячеистой сферы радиусом 4 м с деревянной опорной конструкцией. В процессе сооружения реактора удалось уменьшить его размеры и первоначально задуманную геометрическую форму реактора свести к форме эллипсоида вращения (за счет опережающей поставки на монтажную площадку металлического урана), полярный по вертикали радиус которого был равен 3,09 м, а экваториальный по горизонтали – 3,88 м [1]. На сооружение данного чикагского уран-графитового ядерного реактора ушло [1]: около 46 тонн природного урана, в том числе 6 тонн металлического урана (основная часть урана была использована в виде блоков черного цвета из окиси урана  $UO_2$ , каждый из которых был примерно весом 2 кг); около 385 тонн графита особо высокой чистоты (как нам всем хорошо известно, тоже черного цвета). Причем, согласно данным вышеуказанного американского литературного источника максимальные линейные размеры отдельной ячейки уран-графитовой "решетки", предусмотренной для размещения в ней радиоактивного материала, составляли около 0,21 м. Металлический уран

располагали в этих ячейках как можно ближе к центру ядерного котла и физики тщательно следили за качеством укладки каждого радиального слоя ячеистой структуры реактора (они уже на основе своего колумбийского опыта четко знали, что от этого может существенно измениться один из важнейших параметров реактора, его коэффициент размножения нейтронов  $k_p$  – реактивность ядерного котла). Данный коэффициент  $k_p$  равен отношению количества нейтронов в одном последующем поколении к их количеству в предыдущем поколении [9]. Э. Ферми знал, что при  $k_p < 1$  цепная ядерная реакция в рассматриваемом котле будет затухать (гаснуть), при  $k_p = 1$  эта реакция будет идти стационарно (этот режим цепной реакции в ядерной физике называется критическим [9]), а при  $k_p > 1$  – лавинообразно взрывообразно развиваться (в последнем случае число новых последующих актов "деления" ядер радиоактивного материала будет значительно больше числа старых предыдущих актов их "деления"). Для исключения паразитного поглощения нейтронов в окружающем уран-графитовых блоках воздухе и уверенного достижения критичности реактора ( $k_p = 1$ ) последний был окружен огромной резиновой оболочкой, внутри которой, в случае необходимости, можно было создать вакуум. В конечном счете, при испытаниях созданного реактора оказалось, что в создании внутри его уран-графитовой "решетки" вакуума нет необходимости. Всего в чикагский ядерный реактор друг за другом было радиально уложено 57 слоев уран-графитовых блоков. Кроме того, для управления процессом "деления" ядер изотопа урана-235 в создаваемом атомном (ядерном) котле были предусмотрены управляющие кадмиевые стержни. Так как химический элемент кадмий  $^{112}_{48}Cd$  сильно поглощает нейтроны, то в реакторе (ядерном котле) Э. Ферми такие перемещающиеся от периферии к центру реактора стержни надежно выполняли роль "ловушек" нейтронов, уменьшая тем самым в нем значения указанного выше коэффициента размножения нейтронов  $k_p$ .

Ежедневно в период сборки чикагского реактора управляющие кадмиевые стержни на определенное ограниченное время выводили из ядерного котла и физики экспериментально определяли достигнутую им реактивность (численное значение коэффициента  $k_p$ ). 2 декабря 1942 года в 14 часов 20 минут по местному времени при очередном проведении под руководством Э. Ферми испытаний созданный в г. Чикаго ядерный реактор был доведен до критического состояния (коэффициент размножения в нем нейтронов оказался практически равным  $k_p = 1$  и цепная ядерная реакция в котле стала самоподдерживающейся) [1]. Первый цикл испытаний этого уран-графитового ядерного реактора согласно [1] продолжался лишь в течение 28 минут при его мощности всего в 0,5 ватта (для обеспечения

минимального радиоактивного излучения от реактора и соответственно минимального облучения участников его испытаний). Впоследствии данный реактор был демонтирован и перевезен в Аргоннскую лабораторию (вблизи г. Чикаго), где он долго использовался для научных целей (его мощность достигала 100 кВт при непрерывной работе не более двух часов) [10]. Создание в США этого уран-графитового ядерного реактора стало важной исторической вехой на магистральном пути промышленного производства человечеством в недалеком будущем ядерной энергии и становлении новой отрасли – ядерной энергетики. Успешный ядерный эксперимент 2 декабря 1942 года явился для американских физиков серьезным шагом вперед и в вопросе возможного создания ядерного оружия.

В начале 1943 года в США перед физиками-участниками и руководителями Уранового проекта на повестку дня стала новая важная стратегическая военная задача: как только возможно быстро первыми в мире создать оружие на основе использования ядерной энергии и как технически сделать эту ядерную бомбу при наличии потребного количества металлического изотопа плутония  $^{239}_{94}Pu$  или металлического изотопа урана  $^{235}_{92}U$ . Ясна была сначала лишь общая идея создания такой невиданной по своим боевым характеристикам бомбы [1]: требуется быстрое создание и дальнейшее удержание критической (сверхкритической) массы делящегося радиоактивного материала, что может привести к цепной ядерной реакции взрывного типа. Эта идея для нас требует своего пояснения. Начнем с того, что в ядерной физике среду, в которой происходит цепная ядерная реакция "деления", называют "активной зоной". В связи с конечным объемом этой зоны и возможностью "ухода" нейтронов "деления" за ее пределы и были введены новые понятия в ядерной физике: понятие "критической массы" и понятие "критического размера" делящегося материала и соответственно "активной зоны" [9]. Поэтому под критическим размером "активной зоны" понимается ее геометрический размер, при котором выполняется вышеуказанное условие критического режима протекания цепной ядерной реакции "деления" ( $k_p = 1$ ). Тогда соответственно под "критической массой" понимается масса "активной зоны", имеющая критические размеры. Согласно современным данным "критическая масса" зависит как от вида делящегося радиоактивного изотопа, так и от внешних окружающих этот изотоп условий [9]. Так, для самого изотопа урана  $^{235}_{92}U$  "критическая масса" равна 50 кг [9], а для "активной зоны" из этого изотопа, снабженной тонкими полиэтиленовыми прокладками и помещенной в отражающую оболочку из бериллия  $^9_4Be$ , "критическая масса" составляет всего 0,242 кг [9]. В 1943 году об этих ядерных подробностях (важных деталях) американские физики-ядерщики безусловно еще не знали и поэтому в вопросах путей сосредоточения и удержания такой "критической

массы" делящегося "медленными" нейтронами радиоактивного материала, а также в ряде других сложных технических вопросах у них тогда ясности еще не было. Для выяснения этих путей предстояла большая работа. В этот период в США для получения фундаментальных ядерных данных, необходимых для проектирования и монтажа атомной бомбы, в рамках организационной структуры Уранового проекта на высокогорном плато (на высоте примерно 2200 м) была создана знаменитая Лос-аламосская лаборатория (штат Нью-Мексико), руководителем которой генерал Л.Р. Гровс назначил американского физика Дж.Р. Оппенгеймера, профессора теоретической физики Калифорнийского университета (ему тогда было 39 лет).

#### 6. ЛОС–АЛАМОССКИЙ ПЕРИОД РАБОТЫ ФЕРМИ НАД УРАНОВЫМ ПРОЕКТОМ

В середине лета 1943 года Лос-аламосская лаборатория начала проводить совершенно неизведанные для физиков-ядерщиков реальные научные, технические и технологические работы, направленные на дальнейшее детальное изучение ядерных свойств изотопов плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$  и урана  $^{235}_{92}\text{U}$  и выработку предложений по конструированию неведомой доселе ядерной бомбы [1]. Э. Ферми в этой лаборатории возглавил отдел перспективных ядерных исследований (всего в лаборатории было семь научных отделов). Основная часть ученых Лос-аламосской лаборатории сосредоточила свои усилия на возможных методах собирания "критической массы" новой бомбы (в частности, на методе "выстреливания" одной части "критической массы" в другую и методе "имплозии" [1]). Э. Ферми был рад своей работе в этой лаборатории, которая могла приблизить победоносное завершение Второй мировой войны. Ему нравилось быть научным консультантом (чем-то вроде оракула) для всех отделов лаборатории. Летом 1944 года Дж.Р. Оппенгеймер назначил Э. Ферми своим заместителем и поручил ему и его новому отделу  $F$ , кроме работ по ядерной бомбе, еще и часть работ по проекту водородной бомбы. Работы по последнему проекту были в самом начале нелегкого пути и всем было очевидно, что для их успешного завершения потребуется не один год напряженных исследований. Секретные же на тогда работы в Лос-аламосской лаборатории по созданию атомной бомбы на базе использования в ее "активной зоне" изотопа плутония  $^{239}_{94}\text{Pu}$  и усовершенствованного метода "имплозии" подходили к своему логическому завершению. Реальное испытание созданной США бомбы должно было стать апогеем и одновременно апофеозом военных усилий этой лаборатории. Этому испытанию было присвоено кодовое наименование "Тринити" (троица) [1]. Для его осуществления была выбрана пустынная местность неподалеку от Аламогордо (в 300 км к югу от г. Лос-Аламоса) [1]. Э. Ферми принял непосредственное активное участие в этом ядерном испытании, занимаясь подготовкой и проведением

многочисленных измерений различных физических параметров, присущих взрыву ядерной бомбы (например, энергии светового потока, проникающей радиации от гамма-лучей, нейтронов, воздушной ударной волны и др.). Несмотря на то, что цель испытания "Тринити" была устрашающей (зловещей), этот ядерный эксперимент при его успешном завершении должен был стать одним из величайших физических экспериментов всех времен и народов. 16 июля 1945 года в 5 часов 30 минут утра первая на нашей планете американская атомная бомба, размещенная над землей на верхушке стальной башни, была успешно взорвана. Примерно через час после ядерного взрыва Э. Ферми, одев защитный костюм и захватив с собою радиометр, на танке со специальной защитой от проникающей радиации направился в эпицентр ядерного взрыва (эта зона его поразила характером расплавления песка, образовавшего на большой площади стекловидную массу) для сбора радиоактивных образцов с целью их анализа на продукты ядерного "деления". Позже стало известно, что время ее (бомбы) взрыва американцами было приурочено к началу в этот день в немецком г. Потсдаме послевоенной международной конференции с участием главы Советского государства И.В. Сталина (прибыл на переговоры с опозданием на один день), президента США Г. Трумэна и премьер-министра Великобритании У. Черчилля [16]. В это время в СССР под научным руководством профессора физики И.В. Курчатова (будущего академика и трижды Героя Труда) активно разворачивались работы по атомной проблеме, курировать которые поручили руководителю специальной силовой структуры Л.П. Берии. США и Великобритания таким приемом пытались добиться от СССР определенных уступок при делении «плодов» великой Победы в Европе и организации нового расклада политических сил в мире. Судя по имеющимся историческим данным, это сделанное 24 июля 1945 года устное сообщение президента США должного влияния на советскую делегацию на Потсдамских переговорах не произвело и союзники-соперники ничего существенного для себя от СССР не добились [16]. Они не знали, что в этот же вечер в г. Москву от И.В. Сталина ушла шифровка о "необходимости предельного ускорения работ по атомной проблеме" [16].

Успех испытания "Тринити" превзошел самые оптимистические ожидания физиков США (энергия взрыва оказалась вблизи максимальных предсказаний и оценок). Участников этих испытаний и авторов разработки плутониевой ядерной бомбы, понимающих, что произошло экстраординарное событие исторической важности, переполняло чувство удовлетворения от выполненного ими гражданского долга и гордости. Научный и трудовой подвиг ученых, впервые овладевших колоссальной ядерной энергией, навсегда останется в истории человечества одним из ярких свидетельств могущества Человека. Вместе с тем у участников создания первой ядерной бомбы возросла и озабоченность за последствия овладения атомной энергией. Для приближения конца войны ряд

ведущих физиков-ядерщиков США (в том числе, к сожалению, и Э. Ферми) рекомендовали американскому правительству в качестве меры устрашения применить против своего военного противника Японии атомное оружие. Но в действительности же не они предопределили трагическую судьбу японских городов Хиросимы и Нагасаки. По политическим соображениям сделано это было Пентагоном и правящими кругами США: они пытались показать СССР перед его вступлением 9 августа 1945 года в войну против Японии свои "козыри" и монопольное право на сверхоружие. К этому стоит добавить то, что на комплекс работ по созданию атомного оружия по состоянию на 9 августа 1945 года США затратили почти два миллиарда долларов [1]. Нужно было продемонстрировать и американскому народу то, куда пошли такие огромные денежные средства от налогоплательщиков.

Заканчивая этот интересный с научной и малоизвестный нам с исторической стороны раздел очерка, следует подчеркнуть одну существенную деталь в методологии проведения ученым-физиком Э. Ферми научно-исследовательских работ: там, где это возможно, разработчиком новой техники и технологии требуется защищать свои права на интеллектуальную собственность. Выполняя специальные работы в области ядерной физики, Э. Ферми и его коллеги умудрялись получать в Патентном ведомстве США открытые патенты на изобретения в области атомной техники, связанные, в основном, с ядерными реакторами [17-26]. Сложившаяся обстановка в США и местные американские юридические тонкости вынудили его и соавторов этих американских изобретений отказаться от денежной компенсации их патентных прав и безвозмездно передать права на эти патенты государству. В разделе 3 очерка мы уже раньше указывали об одном из важных изобретений Э. Ферми и его итальянских коллег, связанного с обеспечением эффективного протекания ядерных реакций в веществе за счет "медленных" нейтронов. Речь идет об итальянском патенте №324458 на "*Способ получения радиоактивных веществ путем их облучения нейтронами*", получившем в дальнейшем международное юридическое признание (в том числе, и в США). В связи с тем, что это изобретение было достаточно широко внедрено в действующих конструкциях ядерных реакторов США итальянскими соавторами этого патента был предъявлен иск правительству США на компенсацию их прав в 10 миллионов долларов. После многолетних судебных слушаний было достигнуто соглашение и США было вынуждено летом 1953 года выплатить авторам этого изобретения (Э. Ферми в том числе) денежную компенсацию в размере около 400 тысяч долларов (после уплаты налогов доля каждого изобретателя составила примерно 24 тысячи долларов США) [1].

## 7. НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ФЕРМИ ПОСЛЕ СОЗДАНИЯ США АТОМНОГО ОРУЖИЯ

После окончания Второй мировой войны в связи с нерешенностью в Лос-аламосской лаборатории вопроса об организации исследований по атомной энергии Э. Ферми для себя принял решение о собственной "демобилизации". Э. Ферми отказался от предложенного ему поста директора ядерного института, созданного осенью 1945 года на базе Чикагского университета. На этот пост он предложил своего коллегу по работам в г. Лос-Аламосе американского физика Самуэля Аллисона, ставшего, как показали дальнейшие события, великолепным руководителем. В шуточной форме, характеризуя свою работу, однажды новый директор заметил [1]: "*...Его задача опекать, лелеять и улаживать интеллектуалов*". Таким путем Э. Ферми освободил себя от административных забот. Он занял должность профессора в этом институте и одновременно в Чикагском университете с окладом 15 тысяч долларов в год. К 1951 году жалование Э. Ферми было постепенно увеличено до 20 тысяч долларов в год (на то время это были большие деньги). В этот период Э. Ферми принял активное участие в выработке закона США об атомной энергии. 1 августа 1946 года президент США Г. Трумэн подписал Акт об атомной энергии, который до сих пор является основным законом об атомной энергии в США [1]. В организованную согласно этому закону Комиссию по атомной энергии США был включен и Э. Ферми (как член ее Генерального консультативного комитета на срок с 1 января 1947 года по 1 августа 1950 года). Эта его основная тогда государственная служба и подготовка к заседаниям комитета (раз в два месяца в г. Вашингтоне), определяющего стратегию развития атомной промышленности, сооружения ускорителей элементарных частиц, создания новых и модернизации существующих ядерных вооружений и развития ядерной энергетики США, отбирали у Э. Ферми достаточно много времени. Работая параллельно в Чикагском университете, Э. Ферми после выполнения своих педагогических дел (он читал студентам термодинамику, ядерную физику, физику твердого тела и квантовую механику) в своих "свободных временных окнах" вновь мог использовать ядерные реакторы Аргоннской лаборатории для проведения экспериментов. В течение 1947-1948 годов он вместе с физиком Леоной Маршалл опубликовал серию статей по экспериментальному изучению когерентного и некогерентного рассеяния нейтронов: например, "*Фаза рассеяния нейтронов*"; "*Интерференционные явления при рассеянии медленных нейтронов*"; "*Фаза рассеяния тепловых нейтронов на алюминии и стронции*"; "*О взаимодействии между нейтронами и электронами*" и др. В этот период Э. Ферми вплотную занялся физикой элементарных частиц с высокими энергиями. Он исследовал, в основном, свойства мезонов (неустойчивых положительно или отрицательно заряженных частиц с массой, находящейся между массами электрона и протона) [1, 10]. Из наиболее известных работ Э. Ферми в эти

годы следует отметить разработанную им статистическую теорию ускорения частиц в космических лучах (1949 год), а также теорию множественного образования мезонов при соударении частиц, которые обладают очень высокими энергиями (1950 год) [10]. В 1953 году Э. Ферми совместно со своими коллегами по Чикагскому институту ядерных исследований были проведены фундаментальные экспериментальные исследования взаимодействия мезонов и нуклонов, а также по пион – нуклонному рассеянию [1, 10]. В 1954 году Э. Ферми неожиданно заболел (обследование установило наличие у него в желудке злокачественной опухоли). До последнего момента он сохранял невиданную смелость, силу духа и ясность мысли [1]. Умер Э. Ферми 29 ноября 1954 года и был похоронен в г. Чикаго.

\* \* \*

Энрико Ферми являлся ярким представителем физики XX столетия, удачно сочетавшим в себе глубокие теоретические знания с талантом первоклассного экспериментатора. Это был универсальный физик мирового масштаба: он внес крупный научный вклад в развитие теоретической и экспериментальной физики, астрономии, ядерной, технической и нейтронной физики, а также в становление ядерной энергетики мирного и военного назначения. Хорошо знавший Энрико Ферми, лауреат Нобелевской премии по физике 1959 года, известный итальянский физик-экспериментатор Э. Сегре, вспоминая о своем учителе, в конце прошлого века отметил [1]: "...Э. Ферми отдал науке все, что было в его силах, и с ним от нас ушел последний наш современник, который достиг высочайших вершин как в теории, так и в эксперименте и которому была подвластна вся физика".

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сегре Э. Энрико Ферми – физик / Пер. с англ. под ред. академика Б.М. Потекорво.- М.: Мир, 1973.- 324 с.
- [2] Кухлинг Х. Справочник по физике / Пер. с нем. под ред. Е.М. Лейкина.- М.: Мир, 1982.-520 с.
- [3] Fermi E. The Collected Papers.- Chicago, vol.1, 1962.- 414 p.
- [4] Ферми Э. Научные труды.- М.: т.1, 1971.- 415 с.
- [5] Schrödinger E. Quantisierung als Eigenwertproblem// Annalen der Physik.-1926.-№79.-S.489-527; 1926.-№79.-S.734-757; 1926.-№80.-S.437-491; 1926.-№81.-S. 109-140.
- [6] Fermi E. The Collected Papers. - Chicago, vol.2, 1965.- 355 p.
- [7] Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике.- М.: Наука, 1990.- 624 с.
- [8] Баранов М.И. Эрвин Шредингер и новые пути развития физической науки микромира // Электротехника і електромеханіка.-2006.- №4.- С. 5-15.
- [9] Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский.- Киев: Наукова думка, 1989.-864с.
- [10] Выдающиеся физики мира. Рекомендательный указатель.- М.: Типография б-ки им. В.И. Ленина, 1958.- 435 с.
- [11] Кудрявцев П.С. Курс истории физики.- М.: Просвещение, 1974.- 312 с.

- [12] Вигнер Е. Этюды о симметрии.- М.: Мир, 1971.- 199 с.
- [13] Большой иллюстрированный словарь иностранных слов. - М.: Русские словари, 2004. - 957 с.
- [14] Астафуров В.И., Бусев А.И. Стрoение вещества.- М.: Просвещение, 1977.- 160 с.
- [15] Frish O. Niels Bohr.-New York, S. Rozental, 1967.- p.137.
- [16] Волкогонов Д.А. Триумф и трагедия / Политический портрет И.В. Сталина.- М.: Новости (АПН), кн. 2, 1990.- 688 с.
- [17] Патент США №2708656. Нейтронный реактор / Ферми Э., Сцилард Л.
- [18] Патент США №2768134. Испытание материалов в нейтронном реакторе / Ферми Э., Андерсен Г.
- [19] Патент США №2780595. Экспоненциальный котел / Ферми Э.
- [20] Патент США №2807727. Защита нейтронного реактора/ Ферми Э., Зинн У.
- [21] Патент США №2837477. Система цепной реакции / Ферми Э., ЛEVERETT M.K.
- [22] Патент США №2836554. Нейтронный реактор, охлаждаемый воздухом/ Ферми Э., Сцилард Л.
- [23] Патент США №2813070. Метод испытания нейтронной системы на цепной реакции/ Ферми Э., ЛEVERETT M.K.
- [24] Патент США №2807581. Нейтронный реактор/ Ферми Э., Сцилард Л.
- [25] Патент США №2852461. Нейтронный реактор/ Ферми Э., Зинн У.
- [26] Патент США №2931762. Нейтронный реактор / Ферми Э.

Поступила 29.01.2007