

*Зиятдинов Ш.Г.,
кандидат физико-математических наук, доцент,
Бирский филиал Башкирского государственного университета,
г. Бирск, Башкортостан*

**СЛУЧАЙНОЕ ОТКРЫТИЕ С ПРОДОЛЖЕНИЕМ
(К 80-ЛЕТИЮ НАЧАЛА ГОНКИ ЗА АТОМНОЙ БОМБОЙ И
70-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНОГО ЩИТА СТРАНЫ)**

Аннотация: В работе рассматривается история становления ядерной физики, дается краткий обзор событий, связанных с гонкой за ядерным оружием.

Ключевые слова: ядерная физика, энергия связи, цепная реакция, «критическая масса», ядерный реактор и атомная бомба, ядерная энергетика.

*Ziyatdinov Sh.G.,
Ph.D. in Physics, associate professor,
Birsk Branch of Bashkir State University, Birsk*

**ACCIDENTAL DISCOVERY WITH A CONTINUATION (ON 80TH
ANNIVERSARY OF NUCLEAR RACE AND 70TH ANNIVERSARY OF
RUSSIAN NUCLEAR SHIELD)**

Abstract: We review the history of nuclear physics and provide a brief overview of nuclear race.

Keywords: nuclear physics, bond energy, chain reaction, critical mass, nuclear reactor, nuclear bomb, nuclear energy.

История цепи: открытие радиоактивности А.Беккерелем – расщепление ядра атома урана – создание первой атомной бомбы – военная ядерная гонка – попытки мирного использования энергии ядра – это и есть история создания современной физики, современной научной картины мира; она поучительна. В атомной, точнее ядерной физике, переплелись не только вопросы физики, но и нравственности, политики, патриотизма, интернационализма и др. Эта история подводит к глобальным вопросам, стоящим перед человечеством: каково место науки в современном мире? НТП - это благо или зло? Куда мы идем? Быть или не быть человечеству?

Следует отметить, что история создания атомной бомбы и дальнейшая гонка за ее получение, проблемы мирного атома вызывали, вызывают и еще долго будут вызывать живой интерес у всех людей. Случайно (или закономерно?), что время фундаментальных открытий в ядерной физике, прихода к власти Гитлера и начала 2-й мировой войны совпали? У кого в руках в первую очередь окажется новое оружие? Ответ на этот вопрос решал судьбу и ход развития всей человеческой цивилизации. Началась гонка за получением невиданного оружия. К гонке за ядерным оружием различные страны подключились в разное время (Франция и Германия практически одновременно (1939 г.), затем Англия (1940 г.), США (1941 г.) и в годы войны и СССР (1943 г.). В 1941 году приступила к работе по созданию атомной бомбы и Япония (!)). Но почему же именно США удалось прийти к финишу первыми? [5,9,11-12,14,17]

Невозможно обсуждать проблемы и перспективы ядерной энергетики, не вспомнив, не проанализировав некоторый объем фактического материала как из самой ядерной физики, так и из истории ее становления. С большой уверенностью можно отметить, что история ядерной физики с ее открытиями, трагедиями, множеством роковых стечений обстоятельств, засекреченностью (некоторые секреты только в последние годы стали доступны широкой публике: публикуются воспоминания участников многих важнейших событий, связанных с созданием атомного оружия, неизвестные ранее, важные секретные материалы;

стали гласными многие архивные материалы) является по остроте проблем самой привлекательной из всех историй частных наук.

На основе анализа литературных источников [1-17] в данной работе мы попытались выделить некоторые, на наш взгляд основные моменты этой истории [18-26]. Попробуем разобраться в физической природе поднятых проблем.

– **8 ноября 1895 г. В.Рентген (1845-1923)** вечером впервые обнаружил свечение флуоресцирующей солью бария полоски бумаги под действием открытых им лучей.

– **1897 год** – **Дж.Дж.Томсон (1856-1940)** открыл электрон.

– **23 ноября 1896 г. Анри Беккерель (1852-1908)** доложил о результатах своих исследований Французской Академии Наук. Из них следовало, что **уран испускает неизвестные ранее лучи, которые в 1898 году М. Кюри (1867-1934) назвала радиоактивностью.** Открытие Беккереля можно отнести к разряду **случайных.**

– **В 1898 году** открыты новые радиоактивные элементы полоний и радий (**М. и П.Кюри**).

– **В 1898-1900 г.г.** открыты α -, β -, γ - лучи.

– **В начале 1903 года Пьер Кюри (1859-1906) и Альбер Лаборд (1878-1968)** измерили количество теплоты выделяемой 1 г радия за 1 час – около 100 кал (по более поздним измерениям 135 кал или 582 Дж) (!)

– **В 1905 г. А.Эйнштейном (1879-1955)** установлена знаменитая формула $E=mc^2$.

–**7 марта 1911 г. Э.Резерфорд (1871-1937)** в философском обществе в Манчестере сделал доклад, где содержатся основные идеи об атомном ядре, т.е. открыто атомное ядро. [6,13,17].

– **1919 г.** – впервые **Э.Резерфорд** осуществил искусственное превращение элементов.

– **20-30-е годы XX-го века** – годы накопления опытных фактов о ядерных реакциях под действием природных α - и других частиц на атомное ядро.

– В 1932 г. Чэдвиг (1891-1974) открыл нейтрон (понял суть реакции.

${}_4\text{Be}^9 + \alpha \rightarrow {}_6\text{C}^{12} + {}_0\text{n}^1$). В том же году Д.Д.Иваненко (1904–1994) и В.Гейзенберг (1901-1976) обосновывают протонно-нейтронную модель ядра.

– Э.Ферми (1901-1954) был одним из первых, кто понял, что нейтрон - это идеальное средство для ядерных исследований (главное преимущество нейтрона – электронейтральность позволяет ему беспрепятственно проникать в ядра любых элементов) [15].

– Весной 1934 года группа Ферми начала свои исследования. 22 октября 1934 года группа обнаружила, что нейтроны в сотни раз эффективнее захватываются ядрами атомов, если их предварительно замедлить.

Первоначально для осуществления ядерных реакций исследователи использовали природные частицы (α - частицы, протоны, дейтроны, γ - и R-излучения). И вскоре ученые поняли, что природным заряженным частицам не хватает кинетической энергии для преодоления кулоновских сил отталкивания ядер, особенно тяжелых с большим числом Z. Таким образом, в 30-е годы пришло время ускорителей. Что касается нейтронов, то нужны были эффективные замедлители нейтронов. Полученные факты позволили ученым представить ядерные реакции таким образом: в результате бомбардировки ядер частицами образуется новое ядро, из которого после распада образуется новое ядро, сдвинутое от первоначального в таблице Менделеева на одну, максимум на две клетки (с испусканием нейтрона, протона, электрона, позитрона, α - частицы).

– И наконец, 6 января 1939 года немецкие ученые Отто Ган (1879-1968) и Фриц Штрассман (1902-1980) опубликовали статью (направили в печать 22 декабря 1938 г.), в которой сообщалось, что после бомбардировки нейтронами уран разваливается на осколки, одним из них оказался барий (?) – совершенно неожиданный результат! [14,16].

– Известный австрийский ученый Лизе Мейтнер (1878-1968) (эмигрировавшая в 1938 году из своей страны, спасаясь от преследований

нацистов) и гостивший у нее племянник, ученый **Отто Фриш (1904-1979)**, узнавшие от своих бывших коллег Гана и Штрассмана об их исследованиях, быстро поняли, что при таком развале ядра урана должна выделяться огромная энергия. Отметим вначале, что Мейтнер и Фриша по предложению биолога У.Арнольда ввели понятие деление ядра. Во-вторых, после работ Астона (создатель масс-спектрографа) ученым было известно, что энергия связи на один нуклон (удельная энергия связи) в ядре урана равна 7,6 МэВ, а для ядер элементов, находящихся в середине таблицы Менделеева (типа барий) – значительно больше – 8,5 МэВ. Чем больше энергия связи ядра, тем оно прочнее, и тем больше дефект его массы и соответственно большая энергия выделяется при образовании данного ядра. Поэтому при делении ядра урана с $A=235$ на осколки из середины таблицы Менделеева должна освобождаться энергия $\Delta E=(8,5-7,6)\cdot 235 \approx 200$ (МэВ)! Заметка Мейтнер и Фриш с интерпретацией явления деления ядра урана и с приведенными оценками увидела свет уже в феврале 1939 года [12,14,17].

– По возвращении в Копенгаген **О. Фриш** рассказал все эти новости **Н. Бору (1885-1962)** (Фриш работал именно у Н.Бора), который собрался в США на конференцию. Беседа состоялась в порту буквально перед отправкой. Как вспоминает О.Фриш, когда он рассказал Бору о делении ядер, о выделении энергии 200 МэВ, связанной с дефектом массы, великий ученый хлопнул себя по лбу и воскликнул: «О, ну какими же идиотами мы все были...Мы должны были заметить это раньше» [5,8,12].

– **26 января 1939 г. Н.Бор** выступил с сообщением о делении ядра на 5-й конференции American Physical Society в Вашингтонском университете. Вслед за Бором выступил Э.Ферми (специалист по нейтронам). Он высказал мысль о том, что при делении ядра урана следует ожидать выделения быстрых нейтронов, число которых может быть больше, чем число поглощенных, т.е. **в уране возможна цепная реакция с выделением огромной энергии. Тогда впервые ученые поняли, что физика находится на пороге великих свершений.**

До этого времени ядерная физика была «чистой» наукой, которая не могла

иметь практического значения. Даже Э.Резерфорд, один из создателей ядерной физики, в одном из писем в 1933 году писал «Превращения атомов представляют исключительный интерес для ученых, но мы не можем управлять атомной энергией в такой степени, чтобы это имело какую-нибудь коммерческую ценность. И я считаю, что вряд ли мы когда-нибудь будем способны это сделать»

Хотя заключение Ферми и было естественным, однако оно противоречило наблюдаемым фактам: никто не видел, чтобы кусок урана взрывался при облучении его нейтронами. Однако это не остановило Ферми.

– 16 марта 1939 года Ферми поехал в Нью-Йорк, чтобы доложить правительству США о готовности физиков заняться созданием атомного оружия, обладающего огромной разрушительной силой.

Размышляя над отмеченными выше противоречиями, Н.Бор вспомнил ставшие известными недавно факты, что природный уран на 99% состоит из изотопа U-238 и лишь около 1% изотопа U-235 (к сведению: более поздние измерения показали, что естественный уран состоит из изотопов U-238 (содержание 99,28% , период полураспада 4,5 млрд.лет), U-235 (0,714%, 0,713 млрд.лет) и U-234 (0,006% , 0,248 млрд.лет), т.о., в природном уране изотопа U-238 в 140 раз больше, чем U-235. Тогда Бор предположил (интуиция гениального ученого!), что медленными нейтронами делятся ядра изотопа U-235, а быстрые нейтроны, которые при этом испускаются, сразу же поглощаются ядрами U-238, поэтому в природном уране нейтронная вспышка гаснет. Т.о., ядерным горючим должен быть U-235, ибо он делится медленными нейтронами и при этом выделяется огромная энергия. В эту гипотезу Бора исследователи поверили сразу, хотя подтвердили экспериментально эту гипотезу только в апреле 1940 года.

Возникли три новых вопроса:

1) Сколько все же нейтронов и с какой энергией они выделяются из ядра изотопа U-235 при каждом делении?

2) Что происходит с ядрами U-238 после захвата нейтрона?

3) При каких условиях возможно осуществить незатухающую цепную

ядерную реакцию в уране?

Ответ на первый вопрос был получен уже к марту 1939 года сразу 4 группами исследователей: группой Фредерика Жолио-Кюри во Франции, Флерова и Русанова в России, группой Ферми и группой Сциларда в США. Оказалось, что при каждом акте деления U-235 после поглощения нейтрона испускаются примерно 2-3 вторичных нейтрона со средней энергией 1,3 МэВ.

К сведению: а) Более точные исследования показали, что число вылетевших нейтронов в каждом акте распада подчиняется законам случайных чисел. Вероятность возникновения K вторичных нейтронов при делении U-235 тепловыми нейтронами показано в таблице 1.

N	0	1	2	3	4	5	6	7
Вероятность k	0,0333	0,1745	0,3349	0,3028	0,1231	0,0281	0,0032	0,0001

Таким образом, среднее число вылетевших нейтронов при одном акте деления составляет $\nu = 2,42$.

б) 200 МэВ энергии, выделяемой при делении ядра урана (или плутония Ри-239) распределяется следующим образом – 166 МэВ на кинетические энергии 2-х осколков деления; приблизительно 5 МэВ - на кинетические энергии нейтронов (в среднем на один нейтрон 2 МэВ); 7 МэВ – на энергию γ - квантов (около 8-10 γ -квантов); 22 МэВ – на энергию α -распада осколков деления.

Условие, при котором возможна цепная реакция, может быть записано в виде [12]

$K_{\infty} = \eta \epsilon \rho \nu > 1$ (формула четырех сомножителей), где

– K_{∞} – число вторичных нейтронов, возникающих в реакторе бесконечно больших размеров на каждый первичный нейтрон деления (коэффициент размножения нейтронов бесконечно большого реактора);

– η – число вторичных нейтронов, которое отличается от среднего числа нейтронов деления чистого урана-235 (2,42). Для естественного урана это число составляет 1,34. Уменьшение числа вторичных нейтронов связано с тем, что

быстрые нейтроны захватываются ядрами U-238 и превращаются в Ne - это во-первых, и, во-вторых, оказалось, что только 84% ядер U-235 распадается на осколки с выделением 2-3 нейтронов, а остальные 16% из них испуская, γ -квант переходят в изотоп U-236;

– ϵ - учитывает то обстоятельство, что быстрые нейтроны с энергией выше 1 МэВ, способны делить также и ядра U-238. Такую энергию имеют примерно 60% нейтронов, появляющихся при делении. Однако только 1 из 5 нейтронов производит деление ядер U-238. Остальные 4 захватываются этим изотопом, не производя деления. В итоге – цепная реакция в природном уране невозможна!

– ϕ - определяет вероятность избежать захвата нейтронов атомами U-238 в процессе их замедления. Очевидно, если замедление нейтронов в реакторе идет без поглощения, то $\phi=1$. В гомогенных реакторах (замедлитель и ядерное горючее перемешиваются равномерно по всему объему реактора) с естественным ураном очевидно $\phi < 1$. Уже летом 1939 года советские ученые-теоретики Я.Б.Зельдович (1914-1987) и Ю.Б.Харитон (1904–1996) проделали первый расчет кинетики цепной реакции деления в гомогенном реакторе (замедлитель - вода) и получили неутешительный результат – такой реактор будет работать только в том случае, если концентрация изотопа U-235 превысит 2,5% вместо 0,71%, которая характерна для природного урана.

Так возникла первая проблема ядерной энергетики перед практиками: **разделение изотопов урана и обогащение урана**. Вначале эти вопросы считали настолько недоступными, что в течение некоторого времени о них практически и не думали. До лета 1940 года очевидные трудности разделения изотопов оставляли мало надежд на то, что атомную бомбу можно будет сделать в обозримом будущем (сам Бор говорил, что готов сформулировать 15 веских аргументов, доказывающих, что это невозможно). Следует отметить, что и в настоящее время немногие страны могут производить ядерное топливо с высоким процентом обогащения (до 90%).

Положение сильно изменилось после 15 июня 1940 года, когда стало

известно (работы Филиппа Абельсона и Эдвина Макмиллана и независимо от них немецкого ученого **К. Вайцеккера (1912-2007)**), что при облучении нейтронами изотопа U-238 образуется делящееся ядро изотопа, впоследствии названного американцами плутонием Pu-239 (данный материал после поглощения нейтрона ведет себя как и U-235). Поскольку плутоний можно «достаточно легко» отделить от урана химическими методами, то проблема разделения и обогащения изотопов тем самым снимается.

Способ повышения коэффициента k был придуман также летом 1939 года. Во Франции, в США и Германии возникла идея **гетерогенного реактора**. Суть идеи: блоки урана размещаются в пространстве на некотором расстоянии друг от друга, а остальное пространство заполняется замедлителем.

Коэффициент ν характеризует вероятность захвата нейтронов в замедлителях и всевозможных примесях. Выбор среди замедлителей оказался небогатым: обыкновенная вода является хорошим замедлителем, но достаточно сильно поглощает нейтроны; графит хороший замедлитель, но небольшая примесь, например бора, всего 3-4 атома на 1 миллион атомов углерода - делает графит «нечистым»; тяжелая вода обладает лучшими свойствами в качестве замедлителя. Однако, в 1939 году тяжелую воду добывали только в одном месте в мире - в Норвегии, на небольшом заводе в Веморке и то в небольших количествах.

Из двух возможностей французский ядерщик **Ф. Жолио-Кюри (1900-1958)** и немецкий ученый В.Гейзенберг независимо выбрали тяжелую воду (группа немецких ученых во главе с **В.Боте (1891-1957)** сделали ошибочный вывод о том, что графит непригоден в качестве замедлителя нейтронов; авторитет Боте никто не смел ставить под сомнение - преклонение перед авторитетами было «ахиллесовой пятой» немецких ученых), а Э.Ферми и **Л.Сцилард (1898-1964)** (венгр, эмигрировавший в США) и советский ученый **Курчатов И.В. (1903-1960)** решили попытать счастье с графитом. Над теорией цепной реакции Э.Ферми работал с 1939 года и к весне 1941 года он ее

разработал. Итог: цепная реакция для уран-графитового гетерогенного реактора больших размеров возможна и на естественном уране [1,3,6,12,17].

Ввиду того, что реальный реактор имеет конечные размеры, встал вопрос о его «критических размерах» или о «критической массе», при которых цепная реакция возможна. Таким образом, правильная оценка этих параметров реального реактора становится гарантом успеха в осуществлении цепной реакции. То, что немцы так и не сумели до конца войны точно оценить «критическую массу» установки для осуществления цепной реакции, явилось одной из основных причин их неудачи в создании атомной бомбы. (К сведению читателей: по современным оценкам «критическая масса» для чистого материала в виде шара из изотопа U-235 составляет 47,8 кг, для плутония Pu-239 - 9,65 кг. Малость «критической массы» для Pu-239 объясняется тем, что при распаде ядер плутония в среднем выделяется 3 нейтрона вместо 2,42 для U-235.)

Как разыгрались в дальнейшем события? Дадим краткий обзор событий, связанных с гонкой за атомным оружием.

Франция. Несмотря на выдающиеся успехи французских ученых Фредерика Жолио-Кюри и **Ирен Кюри (1897-1956)** в области ядерной физики Франция практически в скором времени выпала из гонки за новым смертоносным оружием. Германия уже к лету 1940 года оккупировала Францию, 14 июня 1940 года германские войска вошли в Париж. Все ученики Жолио-Кюри со всей документацией выехали в Англию, а материалы (запасы уранового концентрата и тяжелой воды) были вывезены заранее. Сам Жолио-Кюри остался во Франции. Он был одним из организаторов движения Сопротивления [11-12]. Франция возобновила ядерные исследования только после войны. Первая атомная бомба была взорвана на Юго-западе Сахары 13 февраля 1960 года.

Англия. В Англии работы над бомбой начались лишь ненамного позже, чем во Франции, и при правительственной поддержке. Как только **Дж.Томсон (1892-1975)** (сын Дж.Дж.Томсона, открывшего электрон) узнал в 1939 году о работах Жолио-Кюри и его коллег (работы еще не были засекреченными), он тут же сообщил об этом отделу научных исследований военного значения. В

Лондоне к этому отнеслись с достаточной серьезностью. Уже в апреле 1940 года был создан комитет по использованию атомной энергии в военных целях во главе с Дж.Томсоном. Комитету Томсона особенно помогли ученые-эмигранты, специалисты-ядерщики. Они были свободны, т.к. их к другим исследованиям не допускали (государственная тайна!?). Ученики Жолио-Кюри Халбан и Ковальский доставили весь мировой запас тяжелой воды (185 кг), заблаговременно закупленной до мая 1940 года у Норвегии до ее оккупации Германией. Они же помогли Чэдвигу в его работе над проблемой разделения изотопов. Немецкие ученые-эмигранты О.Фриш и Р.Пайерлс впервые оценили критическую массу для U-235 (оказалось, атомное оружие можно изготовить в виде обычной бомбы!). К 15 июля 1941 года (по докладу Томсона правительству) англичане уже знали о возможности накопления плутония в ядерном реакторе и проектировали опытное предприятие по разделению изотопов урана. 6 октября 1941 года в Англии учреждается государственная организация по созданию атомного оружия под кодовым названием «Тьюб эллойс». Англичане имели в своем распоряжении половину мирового запаса уранового концентрата, вывезенного из Бельгии до ее оккупации Германией в мае месяце 1940 года.

Однако в 1942 году стало ясно, что в условиях постоянных бомбежек на территории Англии не удастся создать английскую атомную бомбу. 20 июня 1942 года Черчилль и Рузвельт договорились о переносе английской программы в США и о создании совместной атомной бомбы. Таким образом, произошло поглощение английской программы американским «Манхэттенским проектом». После получения результатов исследований программы «Тьюб эллойс» дальнейшая работа английской группы для американцев не представляла интерес. Например, руководитель проекта «Тьюб эллойс» Дж.Томсон даже не знал, что 2 декабря 1942 года Э.Ферми осуществил цепную ядерную реакцию, открывшую путь к созданию атомной бомбы [11-12].

Германия. 26 сентября 1939 года в Берлине в управлении армейских вооружений было созвано совещание ведущих физиков Германии. В результате был основан «Урановый проект» с научным центром проекта - Физическим

институтом во главе со знаменитым В.Гейзенбергом [14,16]. Институт подчинялся управлению армейских вооружений, который курировал все исследования военного значения. Начальником этого отдела был Эрих Шуман (родственник великого композитора). Необходимый объем урановой руды Германия получила из Чехословакии (Яхимовский рудник), оккупированной еще 15 мая 1939 года и из Бельгии, оккупированной в мае 1940 года. Отметим, что в 1939 году Германия обладала мощным промышленным (2 место в мире после США) и химическим (1 место в мире) потенциалом. В течение 1941 года было получено 2,5 т металлического урана! Американцы добились этого лишь к концу 1942 года. В целом Германию в гонке за атомным оружием постигла неудача. В этом были свои роковые причины [14,16]:

1) Ошибочное мнение о замедлителе нейтронов - тяжелой воды вместо графита. Хотя Германия и оккупировала Норвегию с небольшим заводом по получению тяжелой воды в Веморке, немецкие ученые так и не получили желанного материала. Один раз завод взорвали подпольщики (февраль 1943 г.), а в следующий раз патриоты взорвали паром, на котором немцы перевозили всю продукцию завода-10 т тяжелой воды (февраль 1944 г.);

2) Немцы не сумели решить проблему разделения изотопов урана. Ученые не стали использовать хорошо известный метод «термодиффузии», открытый немецким ученым **Густавом Герцем (1887-1975)** (племянник знаменитого Генриха Герца). Именно этот метод в своих работах использовали англичане и американцы. Не привлечение Герца к «Урановому проекту» объясняется его «неарийским происхождением»;

3) Немцы неправильно оценили критическую массу ядерного топлива. По их оценкам для цепной реакции необходимо было немыслимое по тем временам количество чистого изотопа U-235 - около 2 т. Вследствие этого немцы занимались не созданием атомной бомбы, а созданием ядерного реактора – урановой машины-урановой печи, т.е. немецкие ученые не отличали реактор от бомбы. Понятие «атомная бомба» входит в оборот лишь после 1945 года;

4) Нацистская верхушка с самого начала проявила близорукость и легкомыслие в оценке трудностей проекта. Она надеялась создать атомное оружие малыми силами без должной научной, инженерной и финансовой базы. Достаточно сказать, что на немецкие атомные исследования было затрачено средств в 200 раз меньше чем в США (\$10 млн. против 2 млрд. в США), в них было занято в 1,5 тыс. раз меньше людей (менее 100 человек) чем в «Манхэттенском проекте» в США (150 тыс.);

5) Немецкая наука в 30-е годы была обезглавлена: многие видные ученые-ядерщики покинули страну;

б) Сказалась «мания величия» немецких ученых: им казалось, что если они не могут решить подобную задачу, то никому в мире она не по плечу. Гейзенберг и Вайцеккер и другие ядерщики считали, что только они и никто больше в мире способны решить урановую проблему – немецкие ученые арийского происхождения себя переоценили. Известие об атомной бомбардировке Хиросимы немецкие ученые восприняли как «очередная пропагандистская ложь».

США. 2 августа 1939 года Э.Ферми и Л.Сцилард, получив подпись самого А.Эйнштейна, направили знаменитое письмо президенту США Рузвельту, на котором последний написал «Это требует действий» [7,9-10,12,15]. Однако американцы приступили к реальной работе лишь после того, как они получили результаты английской программы «Тьюб эллойс» и когда убедились, что создание атомной бомбы практически осуществимо. 13 августа 1942 года администрация США приняла решение об образовании секретной организации под кодовым названием «Манхэттенский проект». Начальником был назначен бригадный генерал инженерных войск Лесли Гровс (отмечен выдающимся организаторским талантом и был знаменит тем, что построил здание Пентагона), а научным руководителем **Р.Оппенгеймер (1904-1967)**. Для осуществления проекта было выделено 2 миллиарда долларов — это крупнейшая сумма по тем временам (даже по нынешним). Все было поставлено на промышленную основу. К концу 1942 года Э.Ферми получил первые 6 т металлического (природного)

урана. 2 декабря 1942 года заработал первый в мире уран-графитовый ядерный реактор, работающий на природном уране. Цепная реакция возможна! Параллельно американцы занимались и обогащением урана и накоплением другого ядерного материала - плутония-239. К весне 1945 года огромные «ядерные котлы» давали почти по 1 кг плутония в день! Мобилизация огромных финансовых, промышленных ресурсов, но особенно «мозгов» практически всех главных специалистов мира в области ядерной физики привели к «успеху (?)» – к весне 1945 года были изготовлены три атомные бомбы: одна урановая и две плутониевые. Для эксперимента Гровс предложил использовать плутониевую бомбу (первый ядерный взрыв был осуществлен 16 июля 1945 года в пустыне близ городка Аламогордо (штат Нью-Мексико). Вторая мировая война близилась к завершению. Как быть с остальными бомбами? Физики-создатели атомного оружия пробовали воспрепятствовать военщине. Но, увы! Физики, создавшие бомбу для того, чтобы остановить войну, оказались невольными виновниками атомной трагедии. Пришло время генералов, политики, силы. Кульминацией ядерной гонки стали взрывы оставшихся атомных бомб — урановой бомбы «Литл-бой» – «Малыш» над японским городом Хиросима и плутониевой бомбы «Фэтмэн» – «Толстяк» - над Нагасаки. Великий старец (А.Эйнштейн) услышал о хиросимском взрыве по радио [7,10,12]. От ужаса у него так сдавило горло, что он мог только произнести: «О, горе!» Бомба нужна была новому президенту США Трумэну (**Ф.Рузвельта не стало 12 апреля 1945 г.**), чтобы возвестить об особой роли США в послевоенном мире.

Япония. Оказывается и японские милитаристы еще до начала войны на Тихом океане заинтересовались атомным оружием. Первым проявил инициативу руководитель научно-технического управления ВВС, затем начальник штаба ВВС выпускник Токийского университета генерал Такео Ясуда. Он следил за иностранной литературой, особенно за статьями о ядерных реакциях. Встречи Ясуды со своим учителем, профессором Риокити Сагане убедили его в возможности военного применения открытий в ядерной физике. После ознакомления с выводами Ясуды и Сагане премьер-министр Хидэки Тодзио

указал: «Пусть вопросом как следует займутся специалисты!» После этого Ясуда в мае 1941 года поручил институту физико-химических исследований заняться вопросом «о возможности разработки и создания урановой бомбы». Работу возглавил профессор Иосио Нисина, в молодости учившийся у Н.Бора. 5 мая 1943 года Нисина сделал доклад о том, что создание атомной бомбы возможно. Так был учрежден секретный проект «Ни» (начало фамилии Нисина). Однако Япония не смогла дойти до финиша. В чем причина? [9,11-12]

Во-первых, у Японии не было никаких шансов располагать нужным количеством урана для создания бомбы. В самой Японии и в ее колониях не оказалось перспективных месторождений урановой руды. Отправленная союзницей Германией подводная лодка с 1 тонной урановой руды до Японий не дошла - была затоплена американским ВМФ. Во второй раз Германия не сумела помочь - было уже некогда.

Во-вторых, необходимые для достижения цели промышленные мощности Японии были далеки от необходимых требований для работ такого уровня.

В-третьих, научные кадры Японии в этой области были малочисленны и японский проект «Ни» во много раз уступал масштабам даже немецкого «Уранового проекта».

СССР. Советская ядерная физика еще до войны располагала научными кадрами мирового уровня, в СССР были сделаны открытия всемирного значения. **Курчатов И.В.**, ссылаясь на теоретические работы Зельдовича Я.Г. и Харитона Ю.Б., считает, что наиболее реальный путь состоит в обогащении урана и берется за его решение. Однако вмешалась война. Ученые-ядерщики занялись другим. Одним из первых известный физик-ядерщик Флеров Г.Н.- военный летчик, случайно оказавшись в библиотеке, с удивлением обнаруживает, что с осени 1941 года в американских физических журналах не печатаются сообщения по проблемам деления урана и цепным реакциям. Неожиданная засекреченность публикаций, появлявшихся прежде в каждом номере, привела ученого к мысли, что Америка приступила к созданию атомной бомбы. Флеров пишет Курчатову, а в апреле 1942 года направляет письмо и И.Сталину. К концу 1942 года

Советское правительство располагало достоверной информацией о секретных работах ученых Германии и США по созданию сверхмощного оружия. 11 февраля 1943 года Курчатов И.В. назначается научным руководителем советской урановой программы. Куратором программы стал Л.Берия, что говорит о многом [1,3,4,9,11-12].

К началу 1945 года промышленность СССР начала выпускать графит требуемой чистоты и получать металлический уран в необходимом количестве. 25 декабря 1946 года впервые в СССР была осуществлена управляемая цепная реакция деления в уран-графитовом реакторе. 10 июня 1948 года был запущен ядерный котел для выработки ядерного горючего – плутония. Следует при этом заметить, что, как писали сами американцы, на получение чистого графита США потребовалось более 2 лет, а СССР эту задачи решили за 6 месяцев. На сооружение ядерного котла для получения плутония в СССР потрачено времени на 1 год меньше, чем в США.

Руководитель американского «Манхэттенского проекта» Л.Гровс в 1945 году заявил конгрессу США, что Советам для получения атомного оружия потребуется 15-20 лет, ученые Э.Ферми и Р.Опенгеймер давали 10 лет. Однако **29 августа 1949 года** взрывом первой советской плутониевой бомбы была похоронена монополия США на атомное оружие. Нехватка плутония главным образом и сдерживала рост арсенала атомного оружия: в 1950 году у СССР было всего 5 бомб и у США около 100.

Таким образом, монополия США над атомной бомбой сохранилась недолго. После СССР 30 октября 1952 г. взорвана была первая британская бомба. Франция испытала первую бомбу, как было сказано выше, 13 февраля 1960 года. 16 октября 1964 г. – испытана первая атомная бомба в Китае. 18 мая 1974 года – Индия взорвала свою первую бомбу. К ядерным державам присоединился Пакистан (28 мая 1998 г.) и КНДР (9 октября 2006 г.). Всего в мире за прошедшие годы взорвано около 2000 ядерных бомб. И все больше стран стремятся завладеть этим оружием.

История создания советского атомного оружия вызывает до сих пор много споров и суждений. Например, обвиняют наших ученых в том, что создание атомного оружия в Советском Союзе осуществлялось только благодаря деятельности разведчиков, в частности Клаусу Фуксу (марксист, установивший контакт с советскими агентами из идеологических побуждений, передал им информацию о Манхэттенском проекте), а советские ученые на это не были способны. Однако сведения, которые передал Фукс, носили очень общий характер. Они до сих пор хранятся в деле № 13676 в архиве бывшего КГБ. Академик В.И. Гольданский в газете «Совершенно секретно» (№7, 1994) выступил в защиту советских ученых. В самом деле, 1-я бомба была создана в СССР в 1949 г. по американскому образцу (об этом говорил в своих воспоминаниях и А.Д.Сахаров [2]), но уже в 1951 г. прошли первые испытания оригинальной отечественной конструкции, т.е. разведка сэкономила нашим ученым 2 года, но не 10-20 лет, как пытаются утверждать некоторые источники. Важно обратить внимание, в каких сложных условиях жили и работали ученые. Они работали под началом Берия. «Успех первого испытания означал не только положительный результат их труда, но и право на жизнь. К испытаниям 1-ой бомбы были заготовлены 2 проекта приказа. В случае удачи физиков ждали награды, а случае провала - смерть, лагеря. По этой причине, как утверждает академик Гольданский, ученые, желая 100% гарантии, пошли на американский вариант. Успешный взрыв в августе 1949 года спас советскую физику и физиков.» (АиФ, №№ 4-5, 1998).

Завершая работу, отметим, что научно-технический прогресс, о котором с гордостью говорили в последние годы, поставил перед человечеством много неожиданных вопросов. Человечество вступило в такую эпоху своего существования, когда потенциальная мощь создаваемых им средств становится опасной для него самого. Каждый шаг общественного прогресса дается все большей степенью истощения природных ресурсов (органических и минеральных) и более интенсивным загрязнением окружающей среды – среды обитания самого человека. Очень велика цена этого прогресса. Основные

вопросы, поставленные НТП перед всем человечеством, можно сформулировать таким образом: есть ли место самому Человеку в «создаваемом» им будущем мире? Что мы оставим потомкам? [19-26].

По всей видимости, самой деятельной в настоящее время части населения, воспитанной в духе «нечего ждать милостей от природы!», эти вопросы не решить. Решать эти вопросы придется новому поколению, причем эти решения во многом будут зависеть от правильной постановки экологического образования и воспитания подрастающего поколения - учащейся молодежи - уже в настоящее время [19,21-23,25].

Человек еще не научился, к сожалению, получать энергию безотходным способом, в процессе производства энергии наша планета ЗЕМЛЯ - Окружающая Среда (атмосфера, земля, реки, моря) превращается в экологически опасную свалку. Как известно, основные источники энергии сегодня – ископаемые виды топлива (уголь, нефть, газ), а самый крупный недостаток энергетических установок на ископаемом топливе – большой объем отходов (как твердых – шлак, зола, так и газовых). Выделяемые ими газы обуславливают усиление парникового эффекта и выпадение кислотных дождей. Поскольку в электроэнергетических ресурсах многих стран (в том числе и России) основную роль играют ТЭС (до 70-80%), экологические неприятности, связанные с сжиганием ископаемого топлива, с одной стороны, постепенно нарастают, а с другой – грозят исчерпанием его запасов.

Наиболее реальный выход из создавшегося положения — поиск альтернативных органическому топливу источников энергии, причем главные требования к новым источникам – это их экологическая чистота, значительная общая мощность и относительная дешевизна. В последние годы специалистами проработаны различные варианты развития энергетики. Несмотря на различные подходы, вывод в большинстве случаев состоит в том, что альтернативой органическому топливу может быть только ядерная энергетика [20,23-25]. Однако, как только начинается разговор о ядерной энергетике, то сразу встает тень Чернобыля [26]. Следует сказать, что после Чернобыльской катастрофы

перспективы развития атомной энергетики, ее экологические, моральные последствия были пересмотрены и глубоко осмыслены; результатом острых научных споров и дискуссий стало не отрицание ядерной энергетики, а убеждение в необходимости и возможности сделать ее практически безопасной. Основной путь в этом направлении – создание реакторов с «внутренней», обусловленной физическими принципами действия, безопасностью.

Главная роль в энергетической программе человечества ближайших лет – будет отводиться, хотим мы этого или не хотим, ядерной энергетике: использование ядерного топлива – альтернативного ископаемым источникам – может обеспечить человечество необходимой энергией и сохранить достаточно чистой биосферу [19,21,25]. При этом, как выразился Ханс Бликс, генеральный директор МАГАТЭ, «...вопрос о риске, связанном с использованием ядерной энергии не следует рассматривать изолированно, что необходимо учитывать и тот риск, который несут в себе альтернативные источники. Это о выбросах в окружающую среду». А Европейское ядерное общество так трактует мнение авторитетнейшего общества экспертов, известного как Римский клуб, о будущем энергетики: «Нефть – слишком дорого, уголь – слишком опасно для природы, вклад возобновляемых источников слишком незначителен, единственный шанс – придерживаться ядерного варианта».

В 1945 году, когда первые атомные бомбы были уже взорваны, крупнейшим американским ученым-специалистам был задан вопрос: «Когда удастся использовать атомную энергию в мирных целях?». Почти все ученые назвали одну цифру - через 50 лет. Но, как известно, первая в мире АЭС в Обнинске (СССР) дала ток уже 27 июня 1954 года, появились атомные подводные лодки, ледоколы. Неужели так грубо просчитались специалисты?! Оказывается, американские специалисты исходили при оценке из соображений не столько технических, сколько экономических. АЭС, рассуждали они, значительно дороже ГЭС или ТЭС. А следовательно, у нее нет шансов. А вот лет через 50, когда запасы нефти начнут истощаться... А что теперь? Прошло более 50 лет. Многого изменилось в мире за эти годы: перед Человечеством вместо

проблем «двух Э» встала проблема «трех Э» - к проблемам Энергетики и Экономики присоединилась, вставшая во вес рост, проблема Экологии. Однако Чернобыльская авария, Фукусимские события и другие ЧП в ядерных объектах вызвали и общественное движение против строительства АЭС, обогатительных комбинатов, объектов утилизации РАО [26].

Все это понимают в промышленно развитых странах, где доля АЭС существенна в общем балансе энергетики (к 2019 г. в 32 странах мира эксплуатируется 193 атомных электростанции с 453 энергоблоками общей электрической мощностью около 399 360 МВт. 54 энергоблока находятся в стадии строительства. Вклад АЭС в общую выработку электроэнергии 10,9% (к 2017 г.): причем в Бельгии вклад составил 51,7% (7 энергоблоков), во Франции - 72,3% (58), в ФРГ – 13,1 (8), Швеции - 40,0% (10), Япония – 2,2% (34, после катастрофы на АЭС Fukushima правительство Японии остановило работу большинства АЭС, <https://regnum.ru/news/2514268.html>), США - 19,7 % (100), Россия – 17,1 % (36) и т.д.). Эти страны реализуют долгосрочные программы развития ядерной энергетики и уделяют вопросам их реализации самое серьезное внимание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Академик Игорь Васильевич Курчатов // Сбор.статей. М.: Знание, 1981. – 64 с.
2. Горелик Г. Андрей Сахаров: Наука и Свобода. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2000. – 512 с.
3. Карцев В.П. Всегда молодая физика. М.: Сов.Россия, 1983. – 368 с.
4. Кикоин И.К. Об отпусках не думали // Поиск, 2009. – №5.– С. 22.
5. Кляус Е.М., Франкфурт У.И., Френк А.М. Нильс Бор. М.: Наука, 1977. – 284 с.
6. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. М.: Просвещение, 1982. – 448 с.
7. Кузнецов Б.Г. Эйнштейн. М.: Наука, 1967. – 431 с.
8. Мур Р. Нильс Бор-человек и ученый. М.: Изд-во «Мир», 1969. – 470 с.

9. Овчинников В.В. Горячий пепел. М.:Правда,1987. – 496 с.
- 10.Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989. – 568 с.
11. Пестов С.В. Бомба. Тайна и страсти атомной преисподней. С-Пб.: Изд-во «Шанс», 1995. – 432 с.
12. Пономарев Л.И. Под знаком кванта. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
13. Резерфорд – ученый и учитель. М.: Наука, 1973. – 215 с.
14. Рихард фон Ширах. Ночь физиков. Гейзенберг, Ган, Вайцеккер и немецкая бомба. М.: Издательство «Логос», 2014. – 224 с.
- 15.Сегре Э. Энрико Ферми – физик (перевод с английского). М.: Изд-во «Мир», 1973. – 327 с.
16. Силки Б. Немецкая атомная бомба. Не хотели или не смогли? // Знание – сила. №8. 1993. – с. 130-144.
- 17.Храмов Ю.А. Физики: Биографический справочник. М.: Наука, 1983. – 400 с.
18. Зиятдинов Ш.Г. Случайное открытие с продолжением (к столетию начала ядерных исследований) // История и методология науки: Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 6. Перм: Перм. ун-т, 1999. – С.164-176.
19. Зиятдинов Ш.Г., Наумова Л.Г. Вклад физики в школьное экологическое образование: Учебно-методическое пособие. Уфа: Гилем, 2004. – 184 с.
20. Зиятдинов Ш.Г., Миркин Б.М. Энергетика РБ сегодня и завтра: взгляд экологов // Управление и экономика, № 5, 2004. – С. 68 - 72.
- 21.Зиятдинов Ш.Г. Экологическое образование учащихся в процессе обучения физике. Учебное пособие. – Москва-Бирск, БГСПА, 2005. – 210 с.
- 22.Зиятдинов Ш.Г. От экологического образования к образованию для устойчивого развития. Уфа: «Гилем», 2006. – 320 с.
- 23.Зиятдинов Ш.Г. Экологическое образование и образование для устойчивого развития. Монография. Москва-Бирск: МПГУ, 2007. – 196 с.
- 24.Зиятдинов Ш.Г., Лыгин С.А. Радиационная безопасность // Химия в школе. – 2007. – № 6. – С. 45-53.

25.Зиятдинов Ш.Г. Физическая экология. Учебно-методическое пособие к элективному курсу. Москва: «Лидер-М», 2009. – 212 с.

26.Зиятдинов Ш.Г. К вопросу об экологических последствиях Чернобыльской катастрофы (к 30-летию трагедии) // Проблемы учебного физического эксперимента. Сборник научных трудов. Выпуск 26. – М.:ИСРО РАО, 2016. – С.10-12.