

ЯДЕРНАЯ ИНДУСТРИЯ

Курс лекций

Лекция 4. РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ В РАЗНЫХ СТРАНАХ: США, Англия, Франция и Канада

Содержание

1. СОЕДИНЁННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ	2
2. ВЕЛИКОБРИТАНИЯ	9
3. ФРАНЦИЯ	13
4. КАНАДА	14
5. ШВЕЦИЯ	14

Исторически, развитие ядерной индустрии было направлено на создание ядерного оружия. Ядерное оружие возникло в результате сложного взаимодействия объективных и субъективных факторов глобального масштаба. Объективно к возможности его создания неотвратимо вел бурный научно-технический прогресс, начавшийся с фундаментальных открытий, ибо «ничто не может быть сильнее идей, время которых пришло» (В. Гюго). Мощнейшим фактором субъективного характера стала военно-политическая ситуация в 40-е годы, когда в странах антигитлеровской коалиции - США, СССР, Великобритании были предприняты решительные усилия по опережающему Германию созданию ядерного оружия. В результате последующего развития ядерное оружие превратилось в исторически беспрецедентный военно-политический и военно-стратегический феномен, обеспечивающий национальную безопасность страны-обладателя и способный обесценить возможности любых других систем оружия.

Разработка советского ядерного оружия - это единственный и уникальный пример в истории создания средств вооруженной борьбы, когда главной целью является достижение условий, делающих невозможным их применение. Об этом наглядно свидетельствует последовательность ввода в эксплуатацию важнейших систем оружия, составляющих основу современных ядерных вооружений РФ и США.

Практически в течение всей истории задачей советских (российских) разработчиков ядерного оружия являлось парирование различных вызовов США в попытках достижения превосходства над СССР. Для этого обеспечивалась симметрия в ядерных вооружениях, исключающая их использование без неотвратимого возмездия. Успехи в решении задачи создавали и продолжают создавать основу для эффективной военной политики - политики сдерживания.

Пока ни одно из ядерных государств не отказалось и, тем более, не ликвидировало свое ядерное оружие. США, Англия, Франция и Китай имеют достаточно емкие программы модернизации ядерно-оружейного комплекса в условиях действия Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. А Индия и Пакистан, проведя серию подземных испытаний в 1998 году, сегодня активно наращивают свой арсенал. Так закончилось XX столетие.

Ядерное оружие Российской Федерации не направлено против какого-либо государства или группы государств современного мира, оно предназначено для предотвращения военных угроз стране, а в случае возникновения внешней агрессии - для ее решительного пресечения и защиты национальной безопасности и государственного суверенитета России. Именно на этих принципах базируется позиция России в отношении роли и места ядерного оружия.

Первой страной, в которой началось развитие ядерной индустрии, была Франция. Почти одновременно на этот путь встали Германия и Великобритания (возможно и Япония). С

некоторым опозданием создание ядерной индустрии началось в Америке, которой тем не менее удалось обогнать другие страны в сфере создания атомного оружия. После войны ядерную индустрию стали интенсивно развивать СССР, Швеция, Канада, Бразилия, ЮАР, а так же Великобритания, Франция и Германия. В шестидесятых годах 20-го века в гонку ядерных вооружений включились Китай, Индия и Пакистан (возможно, Израиль, Япония, Северная Корея и Иран).

1. Соединённые Штаты Америки

Соединённые Штаты Америки оказались первой страной, которой удалось создать и испытать атомное оружие. США также единственная страна, которая применила атомные бомбы в условиях реальной войны.

Коротко остановимся на хронологии событий, связанных с созданием атомного оружия Америки.

26 января 1939 Сообщение Бора об открытии Гана и Штрассмана (деление урана тепловыми нейтронами) на конференции по теоретической физике в Вашингтоне

Март 1939 Л.Сциллард, Э.Ферми информируют Правительство США о возможном влиянии атомных исследований на технику ведения войны

2 августа 1939 Альберт Эйнштейн пишет Президенту Франклину Д. Рузвельту, обращая внимание Президента на важность исследования цепных реакций и на возможность того, что исследование может привести к созданию мощных бомб.

Из письма А.Эйнштейна Президенту США Ф.Рузвельту:

Сэр: Последняя работа Э.Ферми и Л.Сцилларда, результаты которой мне сообщили в докладе, привели меня к убеждению, что уран достаточно быстро может стать новым, важным источником энергии в самое ближайшее время... .. это новое явление может также привести к созданию бомбы ... Я знаю, что Германия прекратила продажу урана из шахт в Чехословакии.

Искренне Ваш, Альберт Эйнштейн, 2 августа 1939 г.

19 августа 1939 Рузвельт информирует Эйнштейна, что он основал комитет по изучению урана.

1 сентября 1939 Германия вторгается в Польшу.

11-12 октября 1939 Президенту США Ф.Рузвельту вручены письмо и меморандум, подготовленные А.Эйнштейном и группой выдающихся европейских физиков, эмигрировавших в США, о возможности создания ядерного оружия. Бизнесмен Александр Сакс обсуждает письмо Эйнштейна с Президентом Рузвельтом. Рузвельт решает действовать и назначает Лимана Бригса (Luman J. Briggs) главой Консультативного комитета по Урану.

21 октября 1939 Первое заседание Уранового Комитета.

1 ноября 1939 Урановый Комитет рекомендует правительству закупить графит и двуокись урана для исследования процессов деления.

Март 1940 А.Эйнштейн обращает внимание Президента США на то, что в Германии после начала Второй мировой войны заметно возрос интерес к урану.

Март 1940 Джон Р. Дюннинг (Dunning) демонстрируют, что деление намного активнее протекает в чистом изотопе урана -235, чем в уране -238.

Весна - лето 1940 Изучены методы разделения изотопов.

Июнь 1940 В. (Vannevar) Буш назначен главой Исследовательского комитета Национальной обороны. Урановый комитет становится научной подкомиссией организации Буша.

24 февраля 1941 Исследовательская группа Глена Сиборга открывает плутоний.

28 марта 1941 Группа Сиборга обнаруживает, что плутоний является делящимся нуклидом.

3 мая 1941 Сиборг публикует сообщение, что плутоний более склонен к делению, чем уран -235.

17 мая 1941 В отчёте Национальной Академии Наук (НАН) подчеркивается необходимость дальнейшего исследования.

22 июня 1941 Германия вторгается в Советский Союз.

28 июня 1941 В.Буш назначен начальником Управления Научных исследований и развития (ОСРД) (Office of Scientific Research and Development), в которое НДРК входит, как часть, Джеймс В. Конант (Conant) заменяет Буша в Комитете Исследования Национальной обороны.

2 июля 1941 Британский отчёт МОД (MAUD) утверждает, что атомная бомба реальна.

11 июля 1941 Второй отчёт Национальной Академии Наук подтверждает выводы первого.

14 июля 1941 Буш и Конант изучают отчёт МОД.

9 октября 1941 Буш докладывает Рузвельту и Вице-президенту Генри А. Уоллису о состоянии исследований по атомной бомбе. Рузвельт предлагает Бушу выяснить, можно ли изготовить бомбу и сколько это будет стоить. Буш принимает решение обсудить особенности конструкции бомбы с военными.

9 ноября 1941 Третий отчёт НАН соглашается с отчётом МОД о реальности атомной бомбы,

27 ноября 1941 Буш направляет третий отчёт НАН Президенту.

7 декабря 7, 1941 Япония атакует Пирл Харбор.

10 декабря 10, 1941 Германия и Италия объявляют войну США.

16 декабря 16, 1941 Высший политический комитет становится ответственным за принятие стратегических решений по проблеме урана.

18 декабря 1941 Администрацией США принято решение о выделении необходимых ресурсов на создание ядерного оружия. S-1 Исполнительный комитет (который представляет Урановый Комитет в Управлении научных исследований и развития) выделяет Лоуренсу \$ 400000 на продолжение электромагнитных исследований.

19 января 1942 Рузвельт реагирует на сообщение Буша от 27 ноября, и запрашивает детали производства атомной бомбы.

9 марта 1942 Буш выдаёт Рузвельту оптимистический прогноз относительно возможности создания бомбы.

23 мая 1942 S-1 Исполнительный комитет рекомендует двигать проект в сторону опытного производства и построить один - два реактора, для наработки плутония, а также электромагнитный, центрифужный, и газо-диффузионный заводы для производства урана -235.

Июнь 1942 Металлургическая Лаборатория Чикаго разрабатывает Конструкцию промышленного атомного реактора.

17 Июня 1943 Президент Рузвельт рекомендует передать строительство опытного завода под ответственность военных. Управление по Научным исследованиям и Разработкам продолжает управлять исследованиями в области ядерной физики, в то время как Армия даёт Инженерному корпусу на проектирование заводов.

Июль 1942 Кеннет Коль создает отдел охраны здоровья в Металлургической Лаборатории.

7 августа 1942 Американская кампания по захвату островов Тихого Океана начинается с высадки десанта в Гуадалканале (Guadalcanal).

13 августа 1942 Программе работ по созданию ядерного оружия присвоено условное наименование «Манхэттенский проект». Основание Манхэттенского Инженерного Округа (Нью-Йорк) под командованием полковника Джеймса М. Маршалла.

Август 1942 Сиборг получает микроскопический образец чистого плутония.

13 сентября 1942 S-1 Исполнительный комитет посещает лабораторию Лоуренса в Беркли и рекомендует строительство опытного электромагнитного завода, а затем и полномасштабного завода в Штате Теннесси.

17 сентября 1942 Полковник Лесли Р.Гровс назначен главой Манхэттенского Инженерного Округа. Через шесть дней он получает чин Бригадного генерала. Л.Гровс приглашает Р.Оппенгеймера для научного руководства Лабораторией по проблемам атомной бомбы.

19 сентября 1942 Гровс выбирает Окридж (Oak Ridge, Дубовое Ребро), Штат Теннесси для размещения опытного завода.

23 сентября 1942 Военный министр Генри Стимсон (Stimson) создает Комитет Военной политики для облегчения принятия решений по Манхэттенскому Проекту.

- 3 октября 1942** Компания Дюпон соглашается строить завод химического разделения в Окридже.
- 5 октября 1942** Комптон рекомендует строить промежуточный реактор в Аргонне.
- Ноябрь 1942** в районе г. Лос-Аламос, штат Нью-Мексико создан специальный Манхэттенский инженерный округ.
- Конец 1942** Роберт Оппенгеймер сообщил из Беркли, что возможно потребуется большее количество делящегося вещества, чем думали раньше.
- 19 октября 1942** Гровс решает создать отдельную научную лабораторию для проектирования атомной бомбы.
- 26 октября 1942** Конант рекомендует отказаться от центрифужного метода разделения изотопов.
- 22 ноября 1942** По рекомендации Гровса и Конанта, Комитет по Военной политике решает пропустить стадию строительства опытного завода по плутонию, электромагнитного, и газодиффузионного заводов и прямо перейти от исследовательской стадии к промышленному производству. Кроме того Комитет решает не строить центрифужный завод.
- 14 ноября 1942** S-1 Исполнительный комитет передает свои рекомендации комитету Военной политики.
- Ноябрь 1942** Союзники вторгаются в Северную Африку.
- 25 ноября 1942** Гровс выбирает ЛосАламос (Los Alamos), Нью-Мексико, для строительства лаборатории по созданию бомбы (кодовое обозначение: Проект Y). Начальником лаборатории назначен Оппенгеймер.
- 2 декабря 1942** Ученые во главе с Энрико Ферми впервые достигают самоподдерживающейся ядерной цепной реакции на графитовом реакторе, смонтированном на стадионе университета в Чикаго.
- 10 декабря 1942** Комитет Льюиса идет на компромисс по электромагнитному методу. Комитет Военной политики решает строить завод по производству плутония, но не в Окридже.
- 28 декабря 1942** Президент Рузвельт знакомится с деталями планов строительства заводов по производству компонентов и самого атомного оружия.
- 13-14 января 1943** Обсуждение планов по электромагнитному заводу Y-12. Гровс настаивает, чтобы первая очередь Y-12 была построена к 1 июля.
- 14-24 января 1943** На Конференции в Касабланке, Рузвельт и Британский Премьер-министр Черчилль согласуют условия капитуляции немецких войск.
- 16 января 1943** Гровс выбирает Хэнфорд, Вашингтон, для строительства завода по наработке плутония. В последствии там были построены три реактора (B, D и F).
- Январь 1943** Буш одобряет исследование процесса термодиффузии, проведенное Филиппом Абелсоном.
- 18 февраля 1943** В Окридже начинается строительство завода Y-12.
- Февраль 1943.** В Окридже начинается строительство опытного завода X-10 по производству плутония.
- Март 1943** В ЛосАламос начинают прибывать исследователи.
- Апрель 1943** В ЛосАламосе начинается проектирование А-бомбы.
- Июнь 1943** В Окридже подготавливается площадка для строительства газообразного диффузионного K-25 завода по разделению газообразных соединений изотопов урана.
- Июль 1943** Р.Оппенгеймер назначен директором Лос-Аламосской лаборатории.
- Лето 1943** Манхэттанский проект перемещает свой штаб в Окридж.
- Июль 1943** Из отчёта Оппенгеймера следует, что, возможно, потребуется в три раза больше делящегося вещества, чем ожидали девятью месяцами ранее.
- Август 1943** Ф.Рузвельт и У.Черчилль принимают решение об интенсификации всех работ по созданию ядерного оружия и о запрете на передачу информации о ядерном оружии третьим странам, кроме как по взаимному согласию
- 27 августа 1943** Закладка реактора 100-B для производства плутония в Хэнфорде.
- 8 сентября 1943** Италия сдается союзникам.

9 сентября 1943 Гровс решает удвоить размеры завода Y-12.

27 сентября 1943. В Окридже начинается строительство K-25.

Октябрь 1943 в США создано специальное разведывательное подразделение "Алсос" для сбора информации о состоянии работ по созданию ядерного оружия в Германии и других странах.

4 ноября 1943 Реактор X-10 достигает критичности, в конце ноября; наработка первой партии плутония.

Конец 1943 Джон фон Нейман посещает ЛосАламос для помощи в исследовании имплозии.

15 декабря 1943 Первый вариант Альфа-реактора остановлен из-за проблем эксплуатации.

Январь 1944 Построенный второй вариант А-реактора демонстрирует проблемы в эксплуатации, подобные тем, которые вывели из строя первый вариант.

Январь 1944 Лос-Аламос для участия в работах по созданию ядерного оружия в соответствии с решением Ф.Рузвельта и У.Черчилля от августа 1943г. прибыла из Великобритании группа из 28 ученых; несколько позже в Лос-Аламос прибыл Н.Бор

Январь 1944 Начинается сборка термодиффузионной установки Абелсона на Военно-морской верфи в Филадельфии.

Февраль 1944 Завод Y-12 передаёт 200 граммов урана ²³⁵ в ЛосАламос. Февраль 1944 действиями английских ВВС и норвежских подпольщиков уничтожены запасы тяжелой воды, что фактически вывело Германию из гонки за атомной бомбой

Март 1944 Закончено строительство Бета-реактора на комбинате Y-12.

Март 1944 Н.Бор в меморандуме на имя Президента США и премьер-министра Великобритании предлагает информировать СССР о реализации проекта создания ядерного оружия с тем, чтобы своевременно начать переговоры по послевоенному контролю и предотвратить гонку ядерных вооружений. Предложение не принято по инициативе У.Черчилля.

март 1944 в США начато планирование полномасштабных испытаний атомной бомбы под условным наименованием "Тринити"

Март 1944 В Лос-Аламосе испытаны модели бомбы.

Апрель 1944 Оппенгеймер информирует Гровса о результатах исследований, проведенных на термодиффузионной установке Абелсона в Филадельфии.

6 июня 1944 Союзники начинают высадку в Нормандии (Франция).

21 июня 1944 Гровс приказывает строить термодиффузионный завод S-50 в Окридже.

4 июля 1944 Принято решение создать ускоритель калютрон с 30-ти лучевым источником для завода Y-12.

17 июля 1944 Отказ от пушечной схемы плутониевой бомбы (кодовое название Тоший).

Июль 1944 Интенсивные исследования по оптимизации имплозии.

Июль 1944 Ученые Металлургической Лаборатории публикуют "Перспективы Ядерной физики" - предложения по международному управлению атомной энергией.

7 августа 1944 В.Буш посылает резюме генералу Джорджу К. Маршаллу, информируя его, что малые имплозивные бомбы могут быть готовы к середине -1945, а урановая бомба будет почти готова к 1 Августа 1945.

Сентябрь 1944 Специально сформированный 393-ий отряд бомбардировщиков (командир - полковник Пауль Тиббец) начинает испытательные бомбардировки макетами бомб, прозванных Тыквами (Pumpkins).

Сентябрь 1944 В.Буш и Д.Конант - члены Военно-политического комитета, курирующего от Правительства США Манхэттенский проект - в меморандуме на имя министра обороны Г.Стимсона предлагают включить СССР в систему контроля над ядерным оружием, который осуществлялся бы международным органом «во избежание нежелательного осложнения отношений». Предложение не принято

13 сентября 1944 Первый слэг помещен в реактор 100-B в Хэнфорде.

Сентябрь 1944 Рузвельт и Черчилль встречаются в Гайд-парке и подписывают «мемориал взаимодействия» закрепляющий продолжение двусторонних исследований по атомной технологии.

Лето 1944-весна 1945 Шансы на успех Манхэттенского Проекта переходят от неопределенных до вероятных, когда в Окридж и Хэнфорд начинают поставлять всё увеличивающиеся количество делящихся нуклидов вещества, а ЛосАламос делает успехи по химии, металлургии, и конструкции оружия.

27 сентября 1944 Реактор 100-B достигает критического режима и начинает работать.

30 сентября 1944 Буш и Коннант агитируют за международные соглашения по атомным исследованиям, предотвращающие гонку вооружений.

Декабрь 1944 В Хэнфорде построен завод по химическому разделению изотопов (Царица Мария).

2 февраля 1945 В ЛосАламос поступает первый плутоний.

4-11 февраля, 1945 Рузвельт, Черчилль и Сталин встречаются в Ялте.

Март 1945 Завод S-50 вступает в эксплуатацию в Окридже.

Март 1945 Токио - подвергается бомбардировке зажигательными бомбами, 100000 погибших.

12 марта 1945 В Окридже начинает функционировать K-25.

12 апреля 1945 Смерть президента Рузвельта.

Апрель 1945 генерал Л.Гровс направляет Председателю Объединенного Комитета Начальников Штабов Д.Маршаллу меморандум, в котором, суммируя информацию группы "Алсос", предлагает считать германский урановый проект «закрытым».

25 апреля 1945 Министр обороны США Г.Стимсон и помощник скончавшегося 12 апреля Ф.Рузвельта Д.Бирнс докладывают новому Президенту США Г.Трумэну об атомной бомбе: "...мы создаем оружие, способное уничтожить весь мир...", "...эта бомба позволит нам в конце войны диктовать свои условия";

Май 1945 Сталин сообщает Гарри Хопкинсу, что хочет встретиться с Трумэном в Берлине.

7 мая 1945 Немецкие вооруженные силы в Европе сдаются Союзникам.

23 мая 1945 Токио – снова забрасывается зажигалками, на сей раз 83000 погибших.

31 мая 31 - 1 июня, 1945 В Лос-Аламосе (США) работает назначенный Г.Трумэном Целевой комитет по практической реализации Манхэттенского проекта; тротильный эквивалент урановой бомбы оценен в 5-15 тысяч тонн, плутониевой - в 20 тысяч тонн; в качестве целей бомбардировки предварительно выбраны 4 больших города Японии - Киото, Хиросима, Кокура, Йокогама. Комитет вырабатывает рекомендации по использованию атомного оружия в военное время, по международному регулированию атомной информации, и по законодательству по управлению атомным предпринимательством в США (проект законодательства Комитета становится основой законопроекта Мая - Джонсона).

Май 1945 В Пентагоне заседает Внутренний комитет под руководством генерала Л.Гровса - обсуждает влияние ядерного оружия на послевоенное мироустройство; рекомендовано провести атомные бомбардировки городов Японии без предупреждения; обсуждено и не принято предложение Д.Маршалла о приглашении двух советских ученых на испытания "Тринити"; прогнозируется появление ядерного оружия в СССР через 10-15 лет

6 июня 1945 Стимсон объясняет Президенту Трумэну, что Целевой Комитет рекомендует сохранять тайну атомной бомбы и использовать её как можно скорее без предупреждения.

Июнь 1945 Ученые Металлургической Лаборатории выпускают Франк(Franck)-послание, отстаивающее международный контроль за атомными исследованиями; предложение продемонстрировать бомбу до её использования.

14 июня 1945 Гровс передаёт рекомендацию Группы выбора целей Маршаллу.

21 июня 1945 Комитет отвергает рекомендации Франк-послания, предлагавшего продемонстрировать бомбу до начала ее использования.

2-3 июля 1945 Стимсон передаёт Трумэну решения Комитета и основы мирных условий для Японии.

16 июля 1945 Ученые ЛосАламоса успешно испытывают плутониевую имплозивную бомбу Trinity (Троица) на полигоне Аламогоро (Alamogordo), Нью-Мексико. Мощность 21 кт тротила.

17 июля - 2 августа 1945 Трумэн, Черчилль и Сталин встречаются в Потсдаме. 24 июля 1945 Президент США Г.Трумэн в ходе Потсдамской конференции сообщает И.В.Сталину: "...мы получили новое оружие необыкновенной разрушительной силы..."; И.В.Сталин не проявил к этому сообщению видимого интереса.

21 июля 1945 Гровс посылает Стимсону сообщение о результатах Тритини-испытании.

24 июля 1945 Стимсон снова докладывает Трумэну о Манхэттенском Проекте и мирных условиях для Японии. Вечером Трумэн объявляет Сталину, что США испытали мощное новое оружие.

25 июля 1945 Создана 509-ая Группа для атаки Японии атомной бомбой "где-то после" 3 августа.

26 июля 1945 Трумэн, Китайский Президент Чай Кан Ши, и новый Британский Премьер-министр Клемент Атли выпускают Потсдамское Воззвание, предлагая Японии безоговорочно сдаться.

29 июля 1945 Япония отвергает Потсдамское Воззвание.

Июль 1945 Объединенный политический комитет на уровне руководителей США и Великобритании одобряет применение атомных бомб против Японии.

Июль 1945 в качестве объектов атомной бомбардировки определяются японские города Хиросима, Кокура, Нагасаки, Ниигата.

6 августа 1945 в 8 часов 16 мин. 2 сек. по местному времени Урановая бомба пушечной схемы («Малыш», мощность 15 тыс. тонн тротила), сброшена на высоте 570 м над Хиросимой - первое воздушное ядерное испытание со сбросом атомной бомбы с самолета. Трумэн обращается к Американской нации.

8 августа 1945 Россия объявляет войну Японии и вступает в Манчжурию.

9 августа 1945 в 11 часов 02 мин. по местному времени Плутониевая бомба имплозивной схемы («Толстяк», 21 тыс. тонн тротила) сброшена на высоте 500 м над г. Нагасаки.

12 августа 1945. Опубликована книга Смита, дающая некоторую техническую информацию о проекте бомбы.

14 август 1945 Капитуляция Японии.

2 сентября 1945 Японцы подписывают акт сдачи борту авианосца «Миссури».

9 сентября 1945 Завод S-50 остановлен.

Сентябрь 1945 Начало прекращения производства на комбинате Y-12 .

3 октября 1945 Трумэн агитирует за билль Май-Джонсона

20 декабря 20, 1945 Сенатор Бриен МакМагон вносит поправки в билль Май-Джонсона, после чего этот билль теряет поддержку, в том числе – со стороны Трумэна.

Январь 1946 Начало слушаний по законопроекту МакМагона.

14 июня 1946 Бернад Барух представляет Американский план по международному контролю за атомными исследованиями.

1 июля 1946 Начало операции Перекресток: плутониевую бомбу сбрасывают с бомбардировщика В-29 над Атоллам Бикини.

15 июля 1946 Операция Перекресток продолжается, плутониевую бомбу взрывают в подземных водах Атолла Бикини.

1 августа 1946 Президент Трумэн подписывает Акт Атомной Энергии 1946 - слегка отредактированную версию законопроекта МакМагона.

Декабрь 1946 - январь 1947 Советский Союз отвергает план Баруха, считая его бесполезным.

1 января 1947 В соответствии с Актом Атомной энергии 1946, все работы по атомной энергии переданы из Манхэттена Инженерного Округа в недавно созданную Комиссию по ядерной энергии США. Группа Высшей Политики и Комитет Военной политики расформированы.

15 августа 1947 Упразднение Манхэттена Инженерного Округа.

31 декабря 1947 Упразднение Комитета Исследования Национальной обороны и Управления Научных исследований и развития. Их функции переданы Отделу Министерства обороны.

Таким образом, в США усилиями международного сообщества выдающихся ученых, конструкторов, инженеров было впервые в мире создано ядерное оружие. Объединяющей идеей в работе этих специалистов являлось стремление упредить появление такого оружия в фашистской Германии.

Боевое применение первых же атомных бомб против Японии продемонстрировало смену приоритетов в политических и военно-стратегических концепциях западных партнеров СССР по антигитлеровской коалиции. Для обеспечения национальной безопасности СССР и стратегической стабильности в мире руководством страны были резко интенсифицированы работы по преодолению атомной монополии США.

К 1949 США провели 8 ядерных испытаний, список которых приведен ниже. В ядерных взрывах 1 и 3 использовалась плутониевая атомная бомба на принципе имплозии. В ядерном взрыве 2 использовалась урановая атомная бомба на базе пушечной схемы. Испытания 4 и 5 представляли собой первые войсковые учения с использованием ядерного взрыва, в которых участвовало 42000 человек (операция Crossword-Перекресток). В качестве ядерного заряда использовался тот же боеприпас, что и в испытаниях 1 и 3.

Таблица 1. Ядерные испытания США в 1945-1948 годах

	Дата	Место испытания	Тип испытания	Высота, м	Энерговыведение, кт
1	16.07.1945	Аламогордо (США)	Наземный башня	30,5	23
2	06.08.1945	Хиросима (Япония)	Воздушный авиабомба	580	15
3	09.08.1945	Нагасаки (Япония)	Воздушный авиабомба	503	21
4	30.06.1946	Бикини	Воздушный авиабомба	159	23
5	24.07.1946	Бикини	подводный	-27,5	23
6	14.04.1948	Эниветак	Наземный башня	61	37
7	30.04.1948	Эниветак	Наземный башня	61	49
8	14.05.1948	Эниветак	Наземный башня	61	18

В 1948 испытывались атомные бомбы следующего поколения на принципе имплозии плутония, но с улучшенной физической схемы. В 1949 в США начался перерыв в ядерных испытаниях, который продолжался до начала 1951.

29.11.51 Первое подземное ядерное испытание

28.02.54 Первое ядерное испытание мощного двухстадийного термоядерного заряда

04.11.62 Последнее атмосферное ядерное испытание

23.09.92 Последнее ядерное испытание

Всего США провели 1032 ядерных испытания.

Для оценки стратегической ситуации, сложившейся к 1949 (году создания первой советской атомной бомбы), представляют интерес данные о развитии ядерного производства и ядерного арсенала США. В 1949 в США работало 4 промышленных ядерных реактора по наработке оружейного плутония, причем два из них были пущены в конце 1944, а один - в начале 1945 года. К концу 1949 на этих реакторах было наработано 700 кг оружейного плутония, в том числе к концу 1945 - 120 кг. В **табл. 1.2** приведено количество природного урана, содержащегося в добытой и полученной из-за рубежа руде (концентрате) в США и СССР вплоть до 1949 года. К 1949 году ресурс добытого природного урана, которым располагал СССР, составлял около 25% от ресурса США. При этом 73% природного урана было получено СССР из-за рубежа, в основном из Германии и Чехословакии. Мощности советской уранодобывающей промышленности постепенно подтягивались к мощностям США. В 1949 году поступление природного урана в СССР составляло уже 86% от его поступления в этом году в США.

Таблица 2. Добытый и полученный уран (т)

Год	до 1945	1945	1946	1947	1948	1949	Всего
США	3140	320	2680	1080	1310	1470	10000
СССР	0	115	110	340	635	1270	2470

Ниже приведено количество ядерных боезарядов, произведенных в эти годы атомной промышленностью США, а также их интегральный мегатоннаж.

Таблица 3. Характеристики ядерного арсенала США в 1945-1949 годах

Год	Общее число ядерных зарядов	Общий мегатоннаж, Мт
1945	2	0,04
1946	9	0,18
1947	13	0,26
1948	50	1,25
1949	170	4,19

Таким образом, в 1949 США располагали значительным ядерным арсеналом из 170 ядерных зарядов общим энерговыделением в 4,2 Мт. Среднее энерговыделение одного ядерного заряда составило 25 кт. Весь боезапас США к 1949 году был основан на схеме имплозии плутониевого ядерного заряда. Стратегическая авиация рассматривалась в качестве средства доставки ядерного оружия на территорию СССР.

На **Рис.** представлена динамика развития ядерного арсенала США - количество ядерных зарядов, находящихся в эксплуатации, их суммарное энерговыделение мегатоннаж), в период с 1945 по 1988 год. В период 1990-19943 г.г. произошло сокращение ядерного арсенала США. При этом общий мегатоннаж ядерных зарядов, находящихся в эксплуатации, сократился с 4519 Мт в 1990 году до 2375 Мт в 1994 году.

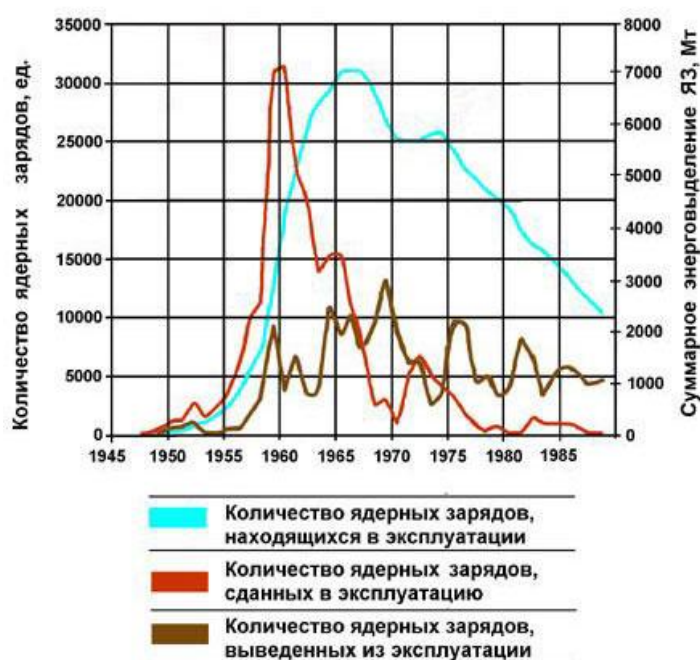


Рис.1. Ядерный арсенал США

Рис.2. Динамика развития ядерного арсенала США

2. ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Работы по развитию атомной индустрии в Великобритании, как и в Германии, начались ещё до начала военных действий во 2-ой Мировой войне. Прекрасная научная школа (пополнившаяся эмигрантами из стран Европы), хорошо развитая промышленность и раннее осознание перспектив ядерной взрывчатки, основанной на цепном процессе деления урана, казалось, гарантировало быстрое создание атомного оружия. Но военные действия и, в частности, интенсивные бомбардировки немцами английских городов, заставили свернуть практически все работы, и переместить их (и оборудование, и учёных в США). Поэтому, в отличие от немцев, в условиях непрекращающихся военных действий сумевших достаточно близко подойти к созданию атомного

реактора, англичанам ничего сделать не удалось – ядерная индустрия Великобритании начала развиваться уже после войны.

В Англии до начала войны работали многие выдающиеся учёные. Достаточно упомянуть нобелевских лауреатов Э. Резерфорда (За исследования по превращению элементов и по химии радиоактивных веществ, 1908), Ф. Содди (За вклад в химию радиоактивных веществ и за исследование явления изотопии, 1911), Ф. Астон (За открытие большого количества стабильных изотопов и изучение их свойств, 1922), Дж. Релей (За исследования плотностей наиболее важных газов и открытие в связи с этими исследованиями аргона, 1904), Дж. Дж. Томсон (За большие заслуги в теоретических и экспериментальных исследованиях электрической проводимости газов, 1906), В. Г. Брэгг и В. Л. Брэгг (За работы по анализу кристаллической структуры с помощью X-лучей, 1915), Ч. Баркла (За открытие характеристического рентгеновского излучения элементов, 1917), Ч. Вильсон (За открытие метода, делающего видимыми траектории заряженных частиц, с помощью конденсации пара, 1927), П. Дирак (За открытие новых плодотворных формулировок атомной теории, 1933), Дж. Чедвик (За открытие нейтрона, 1937), К. Дэвиссон и Дж. П. Томсон (За экспериментальное открытие дифракции электронов на кристаллах, 1935), Э. Эпплтон (За исследования физики верхней атмосферы, в особенности за открытие так называемого “слоя Эпплтона”, 1947), П. Блэккетт (За усовершенствование камеры Вильсона и открытия с её помощью в области ядерной физики и космических лучей, 1948), Дж. Кокрофт и Э. Уолтон (За их пионерскую работу по трансмутации атомных ядер с помощью искусственно ускоренных атомных частиц, 1951). В Англии успешно работало несколько школ мирового уровня по ядерной физике и радиохимии.

Перед началом Войны коллектив учёных, работающих в Англии, сильно пополнился. После прихода Гитлера к власти в Германии многие учёные Европы покинули свои страны и переехали в Англию. Среди них был венгр Л. Сциллард, который в Англии сумел получить секретный патент на взрывное устройство на базе цепной реакции с участием нейтронов (не связанной с делением урана), немцы Рудольф Пайерлс, Клаус Фукс, австриец Отто Фриш, внесшие существенный вклад в британскую ядерную программу.

Август 1939. Уинстон Черчилль, ссылаясь на появившиеся в печати сообщения о возможности создания нового «сверхоружия» на базе атомной энергии, пишет, что эти легенды подбрасываются в английскую прессу нацистской «пятой колонной» с целью деморализации нации.

Март 1940 Физики - эмигранты из Германии Отто Фриш (первый, строго обосновавший данные Гана и Штрассмана) и Рудольф Пайерлс (специалист по разделению изотопов) представляют Британскому правительству меморандум: «О создании «супербомбы», основанной на ядерной цепной реакции в уране» в котором утверждается реальная возможность создания «супербомбы». Авторы убедительно показали, что создание атомной бомбы практически возможно уже в ближайшее время. В меморандуме описан процесс работы завода по производству урана-235 методом газовой диффузии, дана оценка критической массы урана 235 необходимой для атомной бомбы и предложена конкретная программа научно-исследовательских работ по созданию бомбы.

Апрель 1940 - создан комитет по разработке урановой бомбы (комитет MOD). В двух докладах, подготовленных комитетом MOD под руководством министра авиационной промышленности Дж. Мур-Брабазона, утверждалось: «можно создать урановую бомбу, мощь которой будет эквивалентна взрыву 1800 т тринитротолуола. Урановая бомба будет поражать не только силой взрыва, но и радиоактивностью, которая сделает пространство вокруг места взрыва бомбы опасным для человеческой жизни на длительное время».

Май 1940 - Премьер-министр У. Черчилль поручил члену кабинета Дж. Андерсену возглавить работы по атомному проекту в Англии, который получил название "Tube Alloys". (Ящик Сплава?). К работе привлечены Дж. Чедвик (первооткрыватель нейтрона), австралийский физик М. Олифант (первооткрыватель трития и гелия-3), Дж. Д. Кокрофт (создатель первого ускорителя протонов и радара) и др.

Лето 1940 - Французская группа физиков (Г.Хальбан и Л.Коварски) передаёт результаты своих исследований, часть оборудования и 185 кг тяжелой воды.

Весь 1940 – интенсивный обмен научными материалами по Атомному проекту между учёными в Англии и США.

28 декабря 1940 Письмо Дж.Д.Кокрофта к астрофизику Р.Г.Фаулеру (в то время – английскому уполномоченному в Вашингтоне по научным связям обеих стран), в котором обращено внимание на целесообразность изучения плутония. Фаулер передаёт письмо Кокрофта Лоуренсу. (В дальнейшем англичане никогда не развивали идею военного применения плутония, так как понимали, что свои ограниченные людские резервы они должны концентрировать на U-235).

3 октября 1941 – передача Дж.Томсоном Конанту официального английского доклада Конанту. Отчётная британская документация «МОД КОММИТТИ», предполагала, что атомное оружие может быть изготовлено, причём требуется 22 фунта чистого ^{235}U . (В обзоре приведена важнейшая характеристика - эффективное сечение деления ^{235}U быстрыми нейтронами: 1,8 барн. По современным представлениям оно равно 1,25 барн. На основании этих данных значение критической массы ^{235}U оценено как 9 - 43 кг.) В обзоре подтверждается, что выделение ^{235}U путем диффузии осуществимо. (В Великобритании рассматривались способы разделения изотопов урана методами термодиффузии, центрифугирования и газовой диффузии. По результатам этого рассмотрения был сделан вывод о наибольшей перспективности метода газовой диффузии для разделения изотопов урана по сравнению с методами центрифугирования и термодиффузии. Англичане проделали большую работу над вопросами разделения газообразных соединений урана методом диффузии, создав общую теорию каскадов. Была спроектирована диффузионная установка для разделения изотопов урана). Как и немцы, англичане при выборе замедлителя нейтронов предпочли тяжёлую воду графиту. Было показано, что цепная реакция может происходить в сравнительно малых установках с **природным** ураном и тяжелой водой. (В Англии в то время оказалось 180 кг тяжелой воды, вывезенной из Норвегии, и составлявшей в то время почти весь мировой запас этого материала). Английские учёные знали, что в Норвегии производится каждые сутки несколько килограммов тяжелой воды и что германское правительство заказало большие количества парафина с тяжелым водородом; применение этого материала для чего-либо иного, кроме исследований урана, нельзя было себе представить. Англичане опасались, что если немцам удастся получить атомную бомбу раньше союзников, война может закончиться в несколько недель. Эта информация впоследствии стимулировала неоднократные попытки уничтожения норвежского завода по производству тяжелой воды.

Лето 1941 Заявление Чедвика: «Мы убеждены, что создание атомной бомбы реально и может сыграть решающую роль в войне».

Осень 1941 Командировка Юри и Пеграм в Англию для того, чтобы из первоисточника узнать, как там обстояло дело. Это был первый случай, когда кто-либо из американцев был в Англии специально в связи с проблемами урана. Доклад, представленный Юри и Пеграмом, подтверждал и расширял сведения, полученные раньше.

11 октября 1941 - Ф.Рузвельт обращается к У.Черчиллю с предложением делать атомную бомбу совместно.

1941-1942 - обмен информацией между учеными США, Англии и Канады по атомному проекту.

Январь 1942 Возвращение Юри и Пеграм в США. По их докладу В.Буш (начальник Управления Научно-Исследовательских работ) решает, что работу по вопросам урана необходимо продвинуть вперёд работы по вопросам урана более энергично.

Начало 1942 В связи с массовыми бомбардировками Германией городов Англии, Великобритания добровольно передала США свои разработки и ведущих ученых проекта, что позволило США занять ведущее положение в создании ядерного оружия.

Август 1943 - в Канаде Ф.Рузвельт и У.Черчилль подписали секретное соглашение (Квебекское соглашение) о сотрудничестве между двумя странами по созданию атомной бомбы и об использовании после войны атомной энергии в мирных целях.

Конец 1943 - несколько ведущих физиков - участников атомного проекта прибывают в США (Дж.Чедвик, Р.Пайерлс, М.Олифант, К.Фукс и др.).

4 июля 1945 - английское правительство даёт согласие на применение атомной бомбы против Японии.

1946 - после успешного завершения Манхэттенского проекта английские физики возвращаются в Англию.

Лето 1946 - Конгресс США принимает закон Макмагона, запрещающий передачу атомной информации кому бы то ни было, включая и Великобританию. Начало активности разведки Великобритании по похищению американских атомных секретов.

Январь 1947 - Английское правительство принимает окончательное решение о создании ядерного оружия. Организационная часть проекта поручена маршалу авиации лорду Порталу, научная часть - доктору Ульяму Пинни (Пинней, William Penney). Лорд Портал несёт полную ответственность за реализацию атомного проекта перед правительством. Английские ученые и специалисты начинают не с нуля. Многие из них работали в США и Канаде в рамках Манхэттенского проекта.

Август 1947 - Великобритания запускает свой первый атомный реактор.

1952 – создание британской атомной бомбы. Англичане просят разрешения на испытание атомную бомбу на американском полигоне, но им отказано. Оборудование собственного полигона на островах Монте-Белю вблизи Австралии.

1949 Начало строительства газодиффузионного обогатительного завода в Англии

Октябрь 1950 - физический пуск первого реактора по производству плутония в Виндскейле в Англии

3 октября 1952 в 9 часов 15 минут - взрыв первой английской плутониевой атомной бомбы. Мощность 25 кт ТНТ

1953 Август - начало строительства промышленно-энергетического реактора в Колдер Холле

1955 Февраль - английская программа строительства АЭС предусматривает ввод в действие: от 400 до 800 МВт в 1963 году, от 1400 до 1800 МВт- в 1965 году

27 августа 1956 - пуск первого блока АЭС в Колдер Холле (Англия)

11 октября 1956 Первое воздушное ядерное испытание со сбросом атомной бомбы с самолета

28.04.58 Первое ядерное испытание мощного двухстадийного термоядерного заряда

23.09.58 Последнее атмосферное ядерное испытание

21 октября 1960 - спуск на воду первой английской атомной подлодки с американским реактором на борту

1 марта 1962 Первое подземное ядерное испытание

14 октября 1962 - пуск быстрого реактора в Великобритании. Пуск первых британских АЭС: 12 июня и 2 ноября - Berkeley-1 и 2; 1 июля и 12 ноября - Bradwell-1 и 2.

18 февраля 1963 - пуск прототипа английского газографитового реактора AGR.

1964 Пуск завода по переработке отработанного ядерного топлива в Винд-скейле (Англия).

25 мая 1965 - Англия выбирает газографитовые реакторы AGR и отвергает BWR и PWR. Осенью Англия принимает программу: 8 ГВт ввести в действие до 1975 года

1970 Компания "Юренко" принимает решение построить в Англии обогатительный завод на принципе центрифуг.

26.11.91 Последнее ядерное испытание. Всего Великобритания провела 45 ядерных испытаний.

12 ноября 1993 - стороны, подписавшие Лондонское соглашение о затоплении ядерных отходов, решают окончательно прекратить сброс отходов в море

Создание атомной бомбы обошлось Англии в 150 млн. фунтов стерлингов. Кроме созданной в годы войны собственной научной и технологической базы, значимый опыт и знания английские специалисты приобрели в США и Канаде в рамках работы над Манхэттенским проектом.

3. ФРАНЦИЯ

1939-1940 Фредерик Жолио-Кюри вместе с Х.Хальбаном и Л.Коварски первыми в мире начинают работы по проектированию ядерного реактора на основе природного урана с тяжелой водой в качестве замедлителя. Жан Перрен первым правильно оценивает критическую массу урана-235.

1940 - в связи с оккупацией немцами Франции году Х.Хальбан и Л.Коварски вместе с оборудованием и запасами тяжелой воды (185 кг) переезжают в Англию. Там в конце 1940 они демонстрируют практическую возможность получения атомной энергии непосредственно из природного урана с использованием тяжелой воды.

18 октября 1945 - создан Комиссариат по атомной энергии (СЕА), руководителем которого был назначен Ф.Жолио-Кюри.

15 декабря 1948 под руководством Ф.Жолио-Кюри осуществлен физический пуск ЗОЕ первого тяжеловодного реактора нулевой мощности в Шатийоне.

1950 - руководителем СЕА назначен Франсуа Перрен.

Июль 1952 - французский парламент одобряет пятилетний план развития атомного сектора

Начало 1954 - Франция имеет два тяжеловодных реактора. Планы по строительству двух уран-графитовых реакторов.

Август 1955 - предложена программа строительства АЭС: один блок каждые 18 месяцев, итого: 800 МВт к 1965 году

28 сентября 1956 - пуск реактора G-1 в Маркуле: первый атомный кВт*ч во Франции.

Конец 1956 (после Суэцкого кризиса) - окончательное решение о создании ядерного оружия.

5 декабря 1956 - в составе Комиссариата по атомной энергии создан Комитет по разработке атомной бомбы.

19 декабря 1956 утверждена программа создания ядерных сил Франции.

Начало 1958 - с разрешения председателя Комиссии по атомной энергии США Л. Страуса группа французских специалистов посетила Невадский испытательный полигон и закупила оборудование, которое использовалось при проведении первых французских ядерных испытаний.

1958 Начало строительства обогатительного завода в Пьерлятте.

22 апреля 1959 - пуск промышленно-энергетической АЭС-2 в Маркуле.

13 февраля 1960 в районе Реггана в Алжире, в пустыне Сахара Франция провела первое ядерное испытание. Мощность 25 кт ТНТ.

4 апреля 1960 - пуск промышленно-энергетической АЭС Г-3 в Маркуле во Франции

7 ноября 1961 Первое подземное ядерное испытание

14 июня 1963 - пуск АЭС А-1 в Шиноне - первой французской АЭС EDF

19 июля 1966 Первое воздушное ядерное испытание со сбросом атомной бомбы с самолета

24 августа 1968 Первое ядерное испытание мощного двухстадийного термоядерного заряда

13 ноября 1969 - принято решение окончательно отказаться от газографитовых реакторов для АЭС и полностью перейти на американские PWR. В США заказано 4 блока АЭС мощностью 500-1100 МВт каждый.

Ноябрь 1970 - международный коллоквиум в Кадараше во Франции с участием советских специалистов, посвященный реакторам на быстрых нейтронах.

Конец 1971 - решение о строительстве европейского обогатительного завода.

1973 - создание фирмы "Евродиф" для строительства и эксплуатации европейского обогатительного диффузионного завода.

1974 Начало реализации первой масштабной программы строительства АЭС во Франции (13 блоков по 900 МВт за 1974-1975 годы). Франция продала два энергетических реактора Ирану.

Иран вступил в "Евродиф".

14 сентября 1974 Последнее атмосферное ядерное испытание

1975 Запуск АЭС "Суперфеникс" с реактором на быстрых нейтронах

1976 Создание фирмы SOGEMA.

- 30 декабря 1977** - пуск первой серийной АЭС с PWR мощностью 900 МВт в Фессенхайме
- 14 сентября 1978 - визитом Воронина, начальника главка Министерства энергетики СССР в Бюже (Франция), начался обмен делегациями между Францией и СССР в рамках работы сектора "Электричество" франко-русской комиссии
- 7 ноября 1979** - создание во Франции Государственного агентства по обращению с радиоактивными отходами.
- Сентябрь 1981** - Франция соглашается на контроль МАГАТЭ. Октябрь - парламентские дебаты по энергетике. Подтвержден курс на атомную энергетику.
- 7 сентября 1985** - первый физический пуск "Суперфеникса" во Франции.
- 14 января 1986** - энергетический пуск "Суперфеникса" во Франции.
- 26 мая 1987** - "Суперфеникс" временно остановлен. Французское государство приватизирует Framatome - фирму по строительству атомных станций, но оставляет за собой контрольный пакет акций. 3 июня - EDF подписывает соглашение с Минэнерго, часть которого касается сотрудничества в области АЭС.
- 24 января 1989** - вновь пущен "Суперфеникс" во Франции
- 30 декабря 1991** - французским законом устанавливается государственная комиссия по распоряжению ядерными отходами.
- 1992** 1315 тонн отработанного ядерного топлива привезено на переработку на французские заводы.
- 9 апреля 1995** - остановка французского быстрого реактора "Суперфеникс". Во Франции 76,1 процента электроэнергии производится пятьюдесятью шестью блоками АЭС, 54 из которых - PWR, два - на быстрых нейтронах.
- 27 января 1996** Последнее ядерное испытание. Всего Франция провела 210 ядерных испытания.
- Июнь 1997** - объявление об окончательной остановке "Суперфеникса" во Франции
- 9 декабря 1998** - французское правительство решает создать две подземные лаборатории для разработки технологии обращения с долгоживущими высокоактивными ядерными отходами.
- 1999** Семинар по истории французской и российской (советской) атомной энергетики.

4. КАНАДА

- Сентябрь 1945** - физический пуск атомного реактора в Канаде.
- 4 июня 1962** - пуск в Канаде прототипа атомной установки на тяжелой воде.
- 1965** Канада продала тяжеловодный реактор Пакистану.
- 1984** Начало строительства в Канаде АЭС с реактором типа CANDU.

5. ШВЕЦИЯ

В документах КГБ бывшего СССР есть данные о том, что шведское правительство располагало детальной информацией по атомной бомбе в 1945-1946, полученной из США. В частности, пять секретных обобщающих докладов о ходе работ над атомной бомбой были направлены из США одновременно в СССР и Швецию. Часть материалов шведам была передана Н.Бором после того как он покинул Лос-Аламос.

- 1945**-образовано Шведское Национальное Управление оборонных исследований
- 1947** - создано агентство ядерной энергии.
- 1952** - Управление оборонных исследований начало разработку атомного оружия, в частности, атомной бомбы имплозивного типа.
- 1954** - пущен первый ядерный реактор.
- Январь 1957** Швеция публично объявляет, что она имеет все ресурсы для производства атомной бомбы в течение 6-7 лет.
- 22 мая 1968** Швеция отказывается от программы создания ядерного оружия
- Август 1968** Швеция подписывает Договор о нераспространении ядерного оружия.