

К 70-ЛЕТИЮ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ



ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ К АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ





Г.Д. Смит

«АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ВОЕННЫХ ЦЕЛЕЙ»



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЧЕТ О РАЗРАБОТКЕ АТОМНОЙ БОМБЫ ПОД НАБЛЮДЕНИЕМ ПРАВИТЕЛЬСТВА США

Август 1945 года

«Стоимость проекта, включающая возведение целых городов и невиданных доселе заводов, растянувшихся на многие мили, небывалая по объему экспериментальная работа – все это, как в фокусе, сконцентрировано в опытной бомбе.

Никакая другая страна в мире не была бы способна на подобную
затрату мозговой энергии и технических усилий».



ТЕМПЫ ОСВОЕНИЯ ЭНЕРГИИ АТОМНОГО ЯДРА



Декабрь 1938 г. - открытие деления ядра

США	СССР
Различия в стартовых условиях	
Ноябрь 1939 г. - письмо Эйнштейна Рузвельту	Сентябрь 1942 г. - решение ГКО о начале работы по урану
Декабрь 1942 г. - пуск реактора	Декабрь 1946 г. - пуск реактора
Июль 1945 г. - взрыв атомной бомбы	Август 1949 г. - взрыв атомной бомбы
Научно-технический паритет	
Ноябрь 1952 г. - взрыв термоядерного устройства (60 т.) с жидким дейтерием	Август 1953 г. - взрыв термоядерной бомбы (Li_6D)

Роль разведки



ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНОМАСШТАБНОГО АТОМНОГО ПРОЕКТА



- Историческое значение.
- Современная роль:
 - технологический прорыв,
 - переход с сырьевой траектории на инновационную,
 - создание современных конкурентных отраслей (Медведев: к 2025 г. - третий мировой центр авиастроения).
- Учет новых экономических реалий.



СЛАГАЕМЫЕ УСПЕХА



- осознание смертельной опасности для страны в связи с монопольным обладанием ядерным оружием США и необходимость как можно скорей ее ликвидировать,
- выбор руководством страны государственных приоритетов и четкая постановка главных задач и проблем, требующих безотлагательного решения,
- создание государственных организационных структур для управления атомной программой (Спецкомитет, ПГУ, Техсовет),
- назначение высших руководителей и исполнителей этих направлений и наделение их необходимыми полномочиями,
- эффективная поддержка руководством страны важнейших программ,
- концентрация на них интеллектуальных, материальных и финансовых ресурсов с приоритетным их выделением,
- поддержка фундаментальной и прикладной науки как проявление государственной политики; формирование научных школ по важнейшим направлениям,



СЛАГАЕМЫЕ УСПЕХА



- единство цикла «исследования - разработки - производство»,
- уникальное построение атомной отрасли - от добычи руды до конечной продукции (ЯО, АЭС) - минимизация ведомственных барьеров,
- наличие промышленной базы, способной решать сложные технические вопросы, четкая организация работ, нацеленность на конечный результат,
- единство административного и научного руководства,
- повышение роли НТС в научно-технической политике, опора на авторитетное мнение ученых, свободное и критическое обсуждение научно-технических проблем,
- отбор и привлечение лучших, талантливых кадров,
- материальные стимулы, создание условий для успешной работы,
- высочайшая ответственность, энтузиазм людей,
- нравственный облик ведущих научных руководителей,
- получение ценных материалов, добытых разведкой на этапе становления отрасли.



- Созданы институты:

- **1918 г.** - Государственный рентгенологический и радиологический,
- **1922 г.** - Радиевый институт,
- **1923 г.** - ЛФТИ,
- **1928 г.** - ХФТИ,
- **1931 г.** - ИХФ и Гиредмет,
- **1932 г.** - ФИАН,
- **1934 г.** - Институт физпроблем.

Создана сеть НИИ - фундамент будущего Атомного проекта

- **Декабрь 1932 г.** - Иоффе - создана группа по атомному ядру (с участием Курчатова).
- **За 7 лет с 1933 г. по 1940 г.** - пять Всесоюзных конференций по физике атомного ядра.
- Научные школы: Иоффе, Вернадский, Хлопин, Вавилов, Семенов.
- 1938 г. - Комиссия по атомному ядру (Вавилов).
- 1940 г. - Комиссия по проблеме урана (Хлопин).



УРОВЕНЬ ИССЛЕДОВАНИЙ В СССР В ДОВОЕННЫЕ ГОДЫ



- **1932 г.** - Иваненко - гипотеза о протон-нейтронном строении ядра,
- **1936 г.** - Курчатов, Мысовский, Русинов - открытие ядерной изомерии,
- **1937 г.** - Тамм, Франк, Черенков - открытие Черенковского излучения (Нобелевская премия),
- **1939 г.** - Френкель - капельная модель ядра,
- **1939 г.** - Харитон, Зельдович - теория цепных процессов ядра,
- **1940 г.** - Петржак, Флеров - открыто спонтанное деление урана,
- Хлопин - достижения в области радиохимии.

- Курчатов, Ванников и др. (**декабрь 1945 г.**):

«Русские ученые... уже в 1940 г. показали ясное понимание основных проблем, являющихся научной базой этой [атомной] области».



ПРОБЛЕМЫ И ТРУДНОСТИ ДОВОЕННОГО ПЕРИОДА



- Из доклада Курчатова на Всесоюзном совещании по физике атомного ядра (**ноябрь 1940 г.**) «Деление тяжелых ядер»:

подчеркивал, что «хотя принципиально вопрос об осуществлении ядерного распада и решен в положительном смысле, однако на пути практической реализации в исследованных сейчас системах возникают громаднейшие трудности».

Система	Материал	Необходимое кол-во (т)	Запасы в лабораториях мира (т)	Отношение
Обогащенный уран и водород ${}_1^1\text{H}$	Уран с повышенным содержанием изотопа ${}^{235}\text{U}$	0,5	2×10^{-12}	$2,5 \times 10^{11}$
Обычный уран и ${}^2_1\text{H}$	Тяжелая вода	15	0,5	30

- В СССР (**1940 г.**) запас урановых соединений - 300 кг, тяжелой воды 2 кг, радия несколько грамм. Отсутствовали мощные циклотроны.

- **Недостаточный объем экспериментальных данных. В итоге:**
 - утвердилось мнение, что возможность осуществления котла, работающего на смеси неразделенного уран-графита, является крайне сомнительной;
 - без разделения изотопов урана невозможно осуществить ядерное горение смеси с тяжелой водой;
 - метод диффузии практически не приемлем для разделения изотопов тяжелых элементов;
 - работы по эка-рению-235 (нептуний) и эка-осмию-239 (плутоний) в СССР не проводились из-за отсутствия технической базы.

Заключение Радиевого института: *«Практическое использование внутриатомной энергии ... является более или менее отдаленной целью, к которой мы должны стремиться, а не вопросом сегодняшнего дня».*

Предложения о начале работ над созданием атомного оружия также не были поддержаны ведущими учеными и военными.



О ВОЗОБНОВЛЕНИИ РАБОТ В СССР ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ



- С началом войны (**1941 г.**) работы по урану прекращены.
- Александров, Курчатов - противоминная защита кораблей.
- Харитон, Зельдович - обычные взрывчатые вещества.
- Флеров и другие - армия.

ЗАПИСКА

начальника 4-го спецотдела НКВД СССР наркомму Л.П.Берия

2) «Создать при ГКО СССР специальную комиссию из числа крупных ученых СССР, работающих в области расщепления атомного ядра, которой поручить представить соображения о возможности проведения в СССР работ по использованию атомной энергии для военных целей...»

Решения не последовало

В.Кравченко

10.10.41 г.

- **10 марта 1942 г.** было подготовлено для ГКО специальное письмо, адресованное Сталину.

В нем сказано:

«Исходя из важности и актуальности проблем практического применения ядерной энергии для военных целей, было бы целесообразно:

1) проработать вопрос о создании научно-совещательного органа при Государственном комитете обороны СССР из авторитетных лиц для координирования, изучения и направления работ всех ученых, научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами ядерной энергии».

Берия не подписано и Сталину не отправлено (в исторической литературе - письмо отправлено)

Товарищу СТАЛИНУ И.В.

Вношу на Ваше утверждение проект распоряжения Государственного Комитета Оборона "Об организации работ по урану", внесенный Академией Наук СССР (т.Иоффе) и Комитетом по Делаам Высшей Школы при Совнаркомме СССР (т.Кафтановым).

В проекте распоряжения предусматривается возобновление работ по исследованию использования атомной энергии путем расщепления ядра урана.

Академия Наук, которой эта работа поручается, обязана к 1 апреля 1943 г. представить в Государственный Комитет Оборона доклад о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива.

Второй проект т.т. Иоффе и Кафтанова (о добыче урана) требует дальнейшей проверки и будет внесен на утверждение только после.

*27/12
1943*

М. Молотов.



ВЕДУЩАЯ РОЛЬ РАЗВЕДКИ В ВОЗОБНОВЛЕНИИ РАБОТ ПО УРАНУ В СССР.

ВЕРСИЯ





РОСАТОМ

**РАСПОРЯЖЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА ОБОРОНЫ**

Сов. Секретно

№ 2352 сс

28 сентября 1942 г.

Москва, Кремль

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО УРАНУ

Обязать Академию наук СССР (акад. Иоффе) возобновить работы по исследованию осуществимости использования атомной энергии путем расщепления ядра урана и представить Государственному комитету обороны к 1 апреля 1943 года доклад о возможности создания урановой бомбы или уранового топлива.

Для этой цели:

Подпись Сталина на списке вопросов, находящихся на утверждении в ЦК ВКП(б).

**Рассылка - Молотову, Кафтанову, Иоффе, Комарову, Чадаеву.
*Нет Берия.***

Другим - выписки.



РОСАТОМ

ли-4



СССР

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ
ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

6 октября 1942 г.

№ 17905

г. Москва

СВР, выделено А/С
Вит. Берия
29
СОВ. СЕКРЕТНО
акт. 1

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ОБОРОНЫ
СОВЕТА С С Р



ТОВАРИЩУ СТАЛИНУ

С целью получения нового источника энергии в ряде капиталистических стран в связи с проводимыми работами по расщеплению атомного ядра, было начато изучение вопроса использования атомной энергии урана для военных целей.

В 1939 году во Франции, Англии, США и Германии развернулась интенсивная научно-исследовательская работа по разработке метода применения урана для новых взрывчатых веществ. Эти работы ведутся в условиях большой секретности.

Из прилагаемых совершенно секретных материалов, полученных НКВД СССР из Англии, агентурным путем, следует, что английский Военный Кабинет, учитывая возможность успешного разрешения этой задачи Германией, уделяет большое внимание проблеме использования энергии урана для военных целей.

В силу этого, при Военном Кабинете создан комитет по изучению проблемы урана, возглавляемый известным английским физиком Г.П.ТОМСОНОМ. Комитет

координирует работу английских ученых, занимающихся вопросами использования атомной энергии урана как в отношении теоретической, экспериментальной разработки, так и чисто прикладной, т.е. изготовления урановых бомб, обладающих большой разрушительной силой.

Исходя из важности и актуальности проблемы практического применения атомной энергии урана -235, для военных целей Советского Союза было бы целесообразно:

1. Проработать вопрос о создании Научно-Советательного органа при Государственном Комитете Обороны СССР, из авторитетных лиц для координирования, изучения и направления работ всех ученых, научно-исследовательских организаций СССР, занимающихся вопросом атомной энергии урана.

2. Обеспечить секретное ознакомление с материалами НКВД СССР по урану видных специалистов с целью дачи оценки и соответствующего использования этих материалов.

Примечание: Вопросами расщепления атомного ядра в СССР занимались академик КАПЦИЯ - в Академии Наук СССР, академик СКОБЕЛЬЦИН - в Ленинградском Физическом Институте, профессор СЛУЦКИЙ - в Харьковском Физико-Техническом Институте и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ: Справка и материал.

НАРОДНЫЙ КОМИССАР ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
СОВЕТА С С Р

Разослано:
т. Сталину
т. Молотову

Л. Берия
/Л. БЕРИЯ/



ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА И.В.КУРЧАТОВА



РОСАТОМ

1/12
М. Сиданину
Плану ознакомления
с Запиской Курчатова
В. Молотову 28/XI

ПРЕДСЕДИТЕЛЮ ПРЕСЕЛАТЕЛЯ
КОМИССАРОВ СОЮЗА
СОВЕТСКИХ РЕСПУБЛИК
ТА НАРОДНЫХ
ДЕПУТАТОВ

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА.

По Вашему поручению я ознакомился с материалами по работам за рубежом над цепной реакцией в уране.

§ 1. Содержание материала.

Из материала выяснилось, что еще в мае 1939 года в Англии началась в секретном порядке систематическая, порционированная и руководимая специальным правительственным Комитетом работа по определению возможности получения сверхкритических веществ путем использования ядерной энергии атомов урана искусственно.

К исследованиям были привлечены все, о ком я знаю, ученые, известные мне, крупные работники по физике атомного ядра, среди которых есть: первоклассные ученые с мировым именем — той или иной степени лауреаты. Рассматриваемой проблемой занимаются в высшей степени в Англии Чедвик, Дирак, Фаулер, Кокрофт, Фредерик Уоллис, Мотт, Олфанг, Пейерлс, Фезер, Фриш (эмигрировавшие в Америку); Халдбан и Коварский, эмигрировавшие из Франции, и другие.

Рассмотренный материал ограничивается данными 1941 года. За истекший 1942 год, несомненно, работа по урану пошла дальше и весьма широко развилась, но уже и в имеющемся материале содержатся новые для ученых Союза и весьма важные материалы.

1. Помимо Халдбана и Коварского, определенность установлена возможность использования урана (обедненного U-235) в смеси с тяжелой водой в качестве источника энергии. (Уникальный опыт, поставленный Халдбаном и Коварским мог быть осуществлен только потому, что в их распоряжении оказались 180 кг. тяжелой воды, вывезенной из Норвегии и содержащей почти весь мировой (двоевальный) запас этого вещества.

2. Проф. Фриш в Лигерпуле получил чрезвычайно интересные (на мой взгляд, не вполне еще достоверные) данные для величин поперечного сечения деления урана U-235 быстрыми нейтронами. По его измерениям поперечное сечение деления урана U-235 равно от 1.1 до 1.2 см² для нейтронов с энергией от 0.1 до 1.0 МэВ.

1/12
М. Сиданину
Плану ознакомления
с Запиской Курчатова
В. Молотову 28/XI

ПРЕДСЕДИТЕЛЮ ПРЕСЕЛАТЕЛЯ
КОМИССАРОВ СОЮЗА ССР
ТА НАРОДНЫХ
ДЕПУТАТОВ
ТОВ. В. М. МОЛОВОУ

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА.



ИЗ ДОКЛАДНОЙ И.В.КУРЧАТОВА В.М.МОЛОТОВУ (27 ноября 1942 г.)



Заключение

1. В исследованиях проблемы урана советская наука значительно отстала от науки Англии и Америки и располагает в данное время несравненно меньшей материальной базой для производства экспериментальных работ.
4. Имеющиеся в распоряжении материалы недостаточны для того, чтобы можно было считать практически осуществимой или неосуществимой задачу производства урановых бомб, хотя почти и не остается сомнений, что совершенно определенный вывод в этом направлении сделан за рубежом.
5. Ввиду того, однако, что получение определенных сведений об этом выводе связано с громадными, а, может быть, и не преодолимыми затруднениями; и ввиду того, что возможность введения в войну такого страшного оружия как урановая бомба, не исключена, представляется необходимым широко развернуть в СССР работы по проблеме урана и привлечь к ее решению наиболее квалифицированные научные и научно-технические силы Советского Союза.
6. Для руководства этой сложной и громадной трудностью задачей представляется необходимым учредить при ГКО Союза ССР под Вашим председательством специальный комитет, представителями науки в котором могли бы быть акад. Иоффе А.Ф., акад. Капица П.Л. и акад. Семенов Н.Н.

Проф. И.Курчатов

т. Сталину

Прошу ознакомиться с запиской Курчатова.

В Молотов. 28/XI



И.В.КУРЧАТОВ - ПО МАТЕРИАЛАМ РАЗВЕДКИ



- **7 марта 1943 г.** - «Предпочтение метода диффузии методу центрифугирования для наших физиков и химиков явилось неожиданным». «Для советских физиков такое утверждение [о возможности осуществления ядерного горения в смеси обычной окиси урана (или металлического урана) с тяжелой водой] также явилось неожиданным и противоречащим установившейся точке зрения».
- **22 марта 1943 г.** - «В материалах ... содержатся отрывочные сведения о возможности использовать в урановом котле не только уран-235, но и уран-238» [для получения эка-осмия-239]. «Перспективы этого направления необычайно увлекательны».
- **29 апреля 1943 г.** - «... утвердилось мнение, что возможность осуществления котла, работающего на смеси “неразделенный уран-графит”, является крайне сомнительной. В противоположность этому в рассматриваемом материале содержится утверждение о возможности технической реализации этой системы. Этот вывод имеет громадное значение ...».



КУРЧАТОВ И.В. - ПЕРВУХИНУ М.Г. (11 июля 1944 г.)
(по материалам ГРУ Генштаба)

«Материал представляет собой результат работы большого коллектива специалистов исключительно высокой квалификации, успешно разрабатывающих уран-графитовые котлы.

Материал для нас исключительно ценен, потому что наряду с результатами теорет[ических] расчетов, он содержит:

- 1) схемы и описания опытов,
- 2) протоколы наблюдений и испытаний,
- 3) точные чертежи разного вида устройств,
- 4) конкретные данные по аппаратуре с указанием производящих ее фирм.

Материал принесет громадную пользу работам наших научно-исследовательских институтов, занимающихся аналогичной проблемой...»

[Этот материал содержал 986 фотоклише и 19 листов печатного текста - научно-техническая документация Metallургической и Клинтонской лабораторий, фирмы Дюпон и др.].



ИНФОРМАЦИЯ ПО АТОМНОЙ БОМБЕ



- экспериментальное исследование взрыва внутрь (имплозия),
- конструкция полых, предварительно собранной (составной - из урана и плутония) и стандартной сплошной атомных бомб,
- устройство линз, инициаторов,
- методы расчета критических масс,
- ядерные константы,
- расчеты эффективности,
- физические и газодинамические процессы при взрыве внутрь,
- уравнения состояния различных материалов,
- свойства плутония и т.д.



**ВАННИКОВ Б.Л. - ХАРИТОНУ Ю.Б.
(17 июля 1948 г.)**

«17 июня 1947 г. Вами предложены концепции на допустимые примеси в металлическом Z [плутоний - примеч. автора]. Они послужили основой для разработки процесса аффинажа Z в отделе академика Бочвара (НИИ-9). По разработанному в НИИ-9 процессу ведется проектирование промышленных предприятий...

Сейчас Вами изменяется допустимое содержание в металлическом Z по углероду, кислороду, магнию... Прошу Вас сообщить, действительно ли Вы вносите эти изменения и чем они вызваны, а также представить все расчеты, на основании которых установлены кондиции на металлический Z». [8]

**ВАННИКОВУ Б.Л. - БОЧВАР А.А., ХАРИТОН Ю.Б.
(05 августа 1948 г.)**

«...В соответствии с решением совещания, состоявшегося 5 августа у т. Курчатова, допускаемое количество нейтронов принято равным [...] на 1 кг Z...

В качестве исходных данных о количестве нейтронов, испускаемых различными примесями, приняты данные Б2.

Результаты подсчетов, приведенные в прилагаемой таблице, показывают, что запроектированная технология может обеспечить требуемую чистоту Z с некоторым резервом (если правильны данные Б2)». [8]

Б2 – разведка.



**ВАННИКОВУ Б.Л., КУРЧАТОВУ И.В. -
ЗЕЛЬДОВИЧ Я.Б., ХАРИТОН Ю.Б.
(03 марта 1949 г.)**

О РАСЧЕТАХ НЕПОЛНОГО ВЗРЫВА

**В письме идет объяснение причин расхождения в
оценке неполного взрыва РДС-1, выполненного в
КБ-11, с данными, полученными от разведки.**



РОСАТОМ

«Как показали специальные расчеты, весьма близкая цифра (к данным разведки - примеч. автора)... действительно может быть получена, если произвести ряд упрощений, по нашему мнению недопустимых:

- пренебречь запаздывающими нейтронами...
- пренебречь влиянием сжатия алюминиевой оболочки...
- пренебречь нейтронным фоном инициатора...

Сама наша теория в ее окончательном виде более точна, т.к. вопрос рассматривается с учетом пространственного распределения нейтронов. Все расчеты, в которых вероятность НВ дается в зависимости от содержания Z-240 [^{240}Pu - примеч. авт.], основаны на важнейших исходных величинах: вероятности спонтанного деления Z-240 и числе образующихся при этом нейтронов; эти величины даются в материале Бюро 2.

Прямого экспериментального их подтверждения мы не имеем. Однако косвенным подтверждением их является хорошее согласование между собой различных материалов Бюро 2...» [9]

Поручения.

«Только лично - тов. Харитону

Направляю Вам прилагаемую деталь, прошу Вас срочно в особо секретном порядке всесторонне ее изучить и сообщить свое заключение. Деталь хранить особо секретно.

Ванников

*Всего только в архиве Росатома 13,5 тыс. листов
разведывательной информации и более 1200 чертежей*



НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ СВЕДЕНИЯ



В целом, исходя из отзывов Курчатова И.В., к наиболее важным сведениям, сообщенным разведкой, следует отнести:

- **инициирование начала работ над атомными и водородными бомбами,**
- **конструирование реактора на графите на основе гетерогенной схемы,**
- **возможность использования в реакторе урана-238, продукты сгорания которого могут быть использованы вместо урана-235 в качестве материала для бомбы (плутоний),**
- **реализацию диффузии как основного метода разделения изотопов урана,**
- **возможность ядерного горения в смеси урана с тяжелой водой;**
- **идею имплозии (взрыва внутрь),**
- **передачу материалов по конструкции атомной бомбы.**



УЧАСТИЕ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ В АМЕРИКАНСКОМ АТОМНОМ ПРОЕКТЕ



- **СМИТ**: «Конец 1944 г. застал необычную плеяду светил ученого мира, собранных на плато в Нью-Мексико» (Лос-Аламосская лаборатория).
- «**Дж. ЧЭДВИК** (Англия) и **Н.БОР** (Дания) провели много времени в Лос-Аламосе и оказали неоценимую помощь. Чэдвик возглавил английскую делегацию, которая существенно способствовала успеху лаборатории» [~ 30 человек].
- **ФЕРМИ** (итальянец), **СЦИЛАРД** (венгр):
 - использование графита в качестве замедлителя,
 - гетерогенная схема построения реактора,
 - запуск первого в мире ядерного реактора - декабрь 1942 г.
- **ВИГНЕР** (венгр) - под его руководством теоретическая группа разработала промышленный реактор с водяным охлаждением.
- **БЕТЕ** (немец) - возглавил отдел теоретической физики в Лос-Аламосе, там же работали эмигранты немцы Пайерлс, Фукс и австриец Фишер.
- **ТЕЛЛЕР** (венгр) - автор водородной бомбы.
- **Джеймс ТАК** и **Дж. ТЕЙЛОР** (англичане) - решение проблем имплозии и симметрии атомной бомбы.



ПЕРВЫЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСТАНОВЛЕНИЯ 1942 г. -



ДОКЛАДНАЯ КАФТАНОВА И ИОФФЕ МОЛОТОВУ (январь 1943 г.)

1. В РИАН'е получены первые порции UF_6 , ведется исследование свойств.
2. Выполнен расчет термодиффузионной колонки для получения в день 100 мг обогащенного урана.
3. Изготавливается первый опытный образец центрифуги.
4. Ведется подготовительная работа по добыче урана и изготовлению металлического урана.

За I-е полугодие 1943 г. выпущена серия отчетов по проблеме урана (Зельдович, Харитон, Петржак, Померанчук, Ландау и др.).

Проблемой урана в СССР занято около 50, а в Америке около 700 научных сотрудников.



ОСНОВНЫЕ ИТОГИ 1943 г.



- 1.** Рассмотрены различные схемы развития реакции для котлов и бомбы, уточнены константы, не исключается возможность создания котла на металлическом уране.
- 2.** Начата работа по созданию уран-графитового котла, выданы требования на чистый графит.
- 3.** Подготовлен и передан в НКХП СССР проект ректификационной колонны для получения 100 г/сутки воды, содержащей 50% дейтерия.
- 4.** Идет изготовление и монтаж узлов циклотрона.
- 5.** Подготовлены технические условия на разработку проекта диффузионной установки.
- 6.** В Гиредмете и НИИ-42 получены 300 г металлического урана и 40 г UF_6 .

24 ноября 1944 г. Курчатов обращается к Берия с просьбой о привлечении к работе Капицы, Иоффе, Ландау, Синельникова, Вальтера, Арцимовича, Стириковича и др.



СОСТОЯНИЕ НА 01 ЯНВАРЯ 1946 г.



1. В 1944 г. пущен циклотрон в лаборатории 2 (22 тонны).
2. Строят на 70 и 330 тонн.
3. Разработан эскизный проект котла «Уран-графит».
4. Изготовлена малая опытная установка для диффузионного метода разделения урана (три ступени).
5. Выпущена первая партия (100) т графита необходимых кондиций.
6. Пущен первый цех получения тяжелой воды электролитическим методом, произведено 94 кг тяжелой воды (2%).
7. Производство UF_6 - вводится в I квартале 1946 г. на 30-35 т/год.
8. Пущен опытный завод по производству металлического урана мощностью 2 тонны/месяц. Изготовлено 137 кг металлического урана.

На конец 1945 г. в лаборатории 2 насчитывается 180 научных и инженерно-технических работников.

Привлечено к работам по проблеме более 20 научно-исследовательских и других ведущих организаций.



- I этап - кураторы проекта: Молотов, Первухин.
- ГКО от 3 декабря 1944 г.
«п.7. Обязать народных комиссаров... лично принимать меры, обеспечивающие срочную поставку...оборудования, приборов,... материалов, и о выполнении поставки докладывать ГОКО (т. Берия) 2 раза в месяц».
«п.10. Возложить на тов. Берия Л.П. наблюдение за развитием работ по урану».
- Кардинальные изменения в организации работ - август 1945 г. Придан наивысший приоритет работам по урану после взрыва атомных бомб в Хиросиме и Нагасаки.
Созданы Спецкомитет, ПГУ, Техсовет.
- С августа 1945 г. по май 1953 г.- 142 заседания Спецкомитета, Правительством принято свыше 1000 постановлений и распоряжений по атомному проекту.



СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РУКОВОДСТВА РАБОТАМИ (1946 г.)





ЛИЧНОЕ РАССМОТРЕНИЕ СТАЛИНЫМ ДОКУМЕНТОВ ПО АТОМНОМУ ПРОЕКТУ



- Перечень вопросов, вынесенных Берия на утверждение Сталина 8 апреля 1946 г.:
 - об увеличении добычи производства урана,
 - о сроках ввода заводов по производству плутония и обогащению урана,
 - о порядке материально-технического обеспечения работ по использованию внутриатомной энергии,
 - об организации при лаборатории №2 АН СССР конструкторского бюро по разработке конструкции и изготовлению опытных атомных бомб и др.

Подпись «За. И.Сталин»

- Докладная академика Алиханова с предложениями о развитии исследований в области физики космических лучей - Сталин «Согласен».
- Докладная Арцимовича Л.А., Ефремова Д.В., Курчатова И.В. от 31 декабря 1946 г. Сталину «О состоянии работ по электромагнитному разделению изотопов урана». На докладной: «Справка. Докладывалось тов. Берия тов. Сталину лично».

СТИЛЬ РАБОТЫ:

- **01 ноября 1949 г.** - Завенягин - Берия. Об отказе Туполева и Архангельского утеплять бомболуки для РДС-1: «перегружены работами особой важности и, вообще эта работа к самолетостроению никакого отношения не имеет»
- **02 ноября 1949 г.** - Берия - Завенягину:
«Вместе с Хруничевым и Туполевым немедля принять необходимые меры. Результаты доложить».
- **05 ноября 1949 г.** - Совещание у Министра Хруничева «...работу по утеплению... возложить на главного конструктора Туполева ... О принятых мерах доложить товарищу Берия».



1946-1953 г.г. СОЗДАНИЕ ОСНОВ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АТОМНОЙ БОМБЫ



1. Добыча урана

Октябрь 1945 г. - Антропов П.Я.

Ученные запасы всех категорий урана составляют 471 т, запасы могут быть доведены до 1850 т и подтверждены при проведении геолого-разведочных работ в 1946-1947 гг.

По состоянию на 1 января 1950 г. отечественная сырьевая база урана по сравнению с началом 1945 г. была увеличена почти в 16 раз.

1945 г.	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
Добыча в СССР (т)					
14,6	50	129	182	278	416
Поставка урановой продукции в СССР из Восточной Европы (т)					
	60,3	209	451	988	1640

Численность	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
В уранодобывающей промышленности соц. стран (тыс. чел.)	4,2	25	76	158	224
В атомной промышленности СССР (тыс. чел.)	21,2	34,2	49	82	107

2. Ввод промышленных уран-графитовых и тяжеловодных реакторов

Предприятие	Тип реактора	Мощность (МВт)	Год ввода
«Маяк»	Уран-графитовые:		
	А	100	июнь 1948 г.
	АВ-1	300	апрель 1950 г.
	АВ-2	300	март 1951 г.
	АИ	40	ноябрь 1951 г.
	АВ-3	300	октябрь 1952 г.
	Тяжеловодный ОК-180	180	октябрь 1951 г.
Тяжеловодный ОК-190	250	1955 г.	
Сибхимкомбинат	Уран-графитовый		
	И-1	300	ноябрь 1955 г.
	ЭИ-2	350	февраль 1958 г.
Горнохимический комбинат	Уранграфитовый АД	500	август 1958 г.
Лаборатория 3 (Алиханов)	Тяжеловодный исследовательский		1949 г.
ФЗИ	БР-5 на натрии	5,0 Мвт	1958 г.

За 10 лет - 10 промышленных реакторов для наработки плутония и трития.



Трудности эксплуатации первого промышленного реактора:

- набухание урана и графита под действием нейтронов,
- коррозия алюминиевых каналов,
- массовая течь каналов.

С **20 января 1949 г.** - капитальный ремонт.

Извлечено 33 тыс. урановых блоков для повторной загрузки.

Средняя доза в 1949 г. - 93,6 бэра.

В последующие годы за счет технических усовершенствований проектные мощности реакторов были увеличены до 5 раз.

3. Создание первой радиохимической технологии выделения плутония из облученного урана

- **1945 г.** - Б.В.Курчатов получил 10^{12} атомов плутония.
- Задание РИ на разработку технологии - **декабрь 1945 г.**
- **Конец 1948 г.** - на установке У-5 в НИИ-9 получено 300 мг плутония.
- Получен первый плутоний на заводе «Б» комбината «Маяк» - **февраль 1949 г.** (около трех лет).

Всего за 1949 г. - 19 кг. плутония.



УСПЕХ ОБЕСПЕЧЕН:

- наличием первоклассной школы радиохимиков в СССР,
- развитой научной базой в смежных организациях, в том числе:
 - ГИПХ - технологическая часть проекта,
 - ГСПИ - проект завода «Б»,
 - ИФХАН - коррозия и действия радиации на технологические процессы,
 - ИРЕА - чистые реагенты,
 - ГЕОХИ - аналитическое обеспечение,
 - ИОНХ - химия осколочных элементов,
 - ФТИ - облучение урана на циклотроне,
 - лаборатория 2 - облучение на реакторе Ф-1 (конец 1946 г.),
- самоотверженной работой создателей завода - ученых, инженеров, технологов, монтажников.



4. Диффузионный метод

В США на освоение газодиффузионного метода потребовалось 5 лет. Как писал Смит, «В течение этого периода были периоды малодушия и пессимизма, преодолена масса трудностей». Не удалось их избежать и нам.

Ведь применялся весьма агрессивный газ UF_6 ; его пропускали через миллионы отверстий (пор) диаметром 0,01 мкм (микрометра).

Для защиты всех внутренних поверхностей машин, контактирующих с гексофторидом урана, а их площадь составляла многие гектары, были построены крупные цеха, где на них наносили гальваническую защиту.

После этого никелированные поверхности подвергали тщательной ручной шлифовке, обеспечивая чистоту поверхности не менее 11 класса.

Летом 1947 г. получен первый продукт 75% обогащения на комбинате 813, в 1950 г. - 90% обогащения.

Годы создания первой советской атомной бомбы и ее испытания *29 августа 1949 г.* так отразил в своих воспоминаниях Ю.Б.Харитон: «Этот период [1945-1949 г.г.] по напряжению, по героизму, творческому взлету, самоотдаче не поддается описанию».



США - ИСТОЧНИК ТЕРМОЯДЕРНОЙ УГРОЗЫ



- В ответ на взрыв атомной бомбы в СССР **29 августа 1949 г.** США решили форсировать ядерную гонку.
- **31 января 1950 г.** Трумэн: «... я дал указание Комиссии по атомной энергии продолжать работу над всеми видами атомного оружия, включая так называемую водородную или сверхбомбу».
- СССР - **26 февраля 1950 г.** - постановление Правительства о создании отечественной водородной бомбы.
- **1950 г.** - в арсенале США - свыше 300 бомб, СССР - 12.



НАРАЩИВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ СИЛ США



Годы		1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
Кол-во стратегических бомбардировщиков США		125	270	473	447	462	569	660	720	1035	1260 СССР- начало 1955 г. ТУ-95 -3 (15000 км) М4-8 (9600 км) ТУ4-42 (6500 км) ТУ16 - 88 (5600 км) <hr/> Всего - 141
Кол-во ядерных зарядов	США	9	13	50	170-200	300-400	440-569	660-830	873-1160	1418	1575
	СССР	-	-	-	3	12	38	78	141	270	399



ФИНАНСИРОВАНИЕ АТОМНОГО ПРОЕКТА



Год	Госбюджет (млрд. руб.)	Расходы Минобороны (млрд. руб.)	Удельный вес (%)	Атомный проект (млрд. руб.)	Удельный вес (%)
1950	413,2	82,8	20	8,61	2,0
1952	473,9	112,6	23,7	13,06	2,7
1953	398	124,2	31,2	13,92	3,5
1954	443	100,3	22,6	13,64	3,0
1955	539,5	107,4	19,9	12,29	2,3

С **1945 по 1952 г.** кап. вложения 23,9 млрд. руб.

План кап. вложений на **1953 г.** - 6 млрд.руб.

За рубежом - соответственно 2,7 млрд. руб. и 0, 45 млрд. руб.



ЯДЕРНЫЙ АРСЕНАЛ



Год	США	СССР
1970	26600	12700
1971	26500	14500
1972	27000	16600
1973	28400	18800
1974	29100	21100
1975	28100	23500
1976	26700	25800
1977	25800	28400

Достигнут паритет. Договоры об ограничении вооружений.



ЭПОХА СЛАВСКОГО Е.П. (1957-1986 г.г.)



Середина- конец 80-х годов - пик в развитии атомной отрасли.

- ядерный арсенал достиг 40 тысяч ЯБП,
- объем промышленной продукции за 30 лет вырос в 36,5 раза и составлял 16,6 млрд.рублей, в т.ч. 5,5 млрд. рублей - гражданская продукция,
- строительно-монтажные работы - в 5 раз (до 2,7 млрд. руб./год),
- обогатительные мощности превысили 40% от мирового уровня (центрифуги - на 10 лет опередили западные страны), только за 76 - 85 г.г. производительность обогатительных предприятий за счет модернизации увеличилась в 2,6 раза, экономия почти 800 тыс. кВт энерго мощностей,
- производство плутония превышало 4 т./год, ВОУ- 80 т/год, рост по плутонию к 1953 г. в 12,6 раза, по урану-235 - 127 раз, по добыче урана на отечественных месторождениях в 13 раз,



- добыча урана на отечественных месторождениях составляла 16,5 тыс. т/год, за рубежом - 7,7 тыс. т/год,
- за три десятилетия построено 246 АПЛ и 441 реакторная установка для флота общей мощностью 90 ГВт (т),
- в космосе за эти годы работало более 30 ядерно-энергетических установок,
- в год проводили более 20 ядерных испытаний,
- численность в отрасли превышала 1 млн. 100 тыс. человек, в том числе в промышленности - 721 тыс., в строительстве - 243 тыс.,
- введены крупные ускорительные и термоядерные установки,
- мощность АЭС достигла в СССР 37 ГВт (за 81-90 г. ввод 23 ГВт), более 215 млрд кВт/час,
- производство особо чистого золота (пробы 99,99) составляло 50 т.год,
- 78% работников отрасли имели отдельные квартиры.



ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ - УЧАСТНИКИ АТОМНОГО ПРОЕКТА



Курчатов
Александров
Алиханов
Арцимович
Блохинцев
Боголюбов
Бочвар
Вавилов
Виноградов
Владимиров
Гинзбург
Гуревич
Доллежалъ
Духов
Ершова
Забабахин
Завойский
Зельдович
Иоффе
Канторович

Капица
Келдыш
Кикоин
Колмогоров
Константинов
Корнфельд
Лаврентьев
Ландау
Лейпунский
Леонтович
Мещеряков
Мигдал
Миллионщиков
Никольский
Петровский
Померанчук
Садовский
Сажин
Самарский
Сахаров

Седов
Семендяев
Семенов
Соболев
Спицын
Тамм
Тихонов
Флеров
Фок
Фрадкин
Франк-Каменецкий
Франк
Фрумкин
Халатников
Харитон
Хлопин
Христианович
Черняев
Ширков
Щелкин



КУРЧАТОВ И.В. - НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ



- атомного проекта с 1943 года,
- создания реактора Ф-1,
- сооружения промышленного реактора и комбината 817 («Маяк») в целом,
- испытания первой атомной бомбы и усовершенствованных вариантов бомб (плутониевой и уран-плутониевой),
- первых термоядерных бомб РДС-6с (1953 г.) и РДС37 (1955 г.).

Потом Курчатов говорил: «Еще одно такое испытание, как в 1953 и 1955 году, и я уже пойду на пенсию».

Александрову - «Это было такое чудовищное зрелище! Нельзя допустить, чтобы это оружие начали применять».



ОПЫТ МСМ



- **отрасль технологического прорыва и структурно-технологической перестройки экономики страны,**
- **единство фундаментальных, прикладных исследований и производственно-технологических решений,**
- **управление крупным научно-техническим проектом,**
- **комплексное решение важнейших для страны общегосударственных задач в обороне и народно-хозяйственной сфере,**
- **единство административного и научно-технического руководства; опора на науку,**
- **выбор основных направлений и концентрация на них ресурсов,**
- **единство отрасли и всей технологической цепочки; приоритет общеотраслевых (государственных) интересов,**
- **динамизм в развитии, передовой научно-технический уровень,**
- **чувство высокой ответственности и дисциплины, дух творчества,**
- **система отбора и воспитания кадров; забота о людях; атмосфера доверия и уважения.**