

К 80-летию ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ**КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ****Роль Академии наук в Атомном проекте***

А.К. Чернышев

Обзор представляет собой расширенную версию доклада на сессии Отделения физических наук РАН, посвящённой 80-летию Победы в Великой Отечественной войне и 80-летию Атомной отрасли. Автор надеется, что статья будет полезна широкому кругу читателей, особенно молодому поколению: как в сложнейших политических и экономических условиях полной изоляции от внешнего мира и без какой-либо помощи наша страна смогла в удивительно короткие сроки, потеряв 27 млн своих граждан в Великой Отечественной войне, понеся огромные потери, решить задачи модернизации и выйти в лидеры мирового развития. В 1957 году наша страна запустила спутник, а в 1961 г. — в космос полетел Ю.А. Гагарин... Достижения нашего Атомного проекта тех лет являются наглядным примером того, какие научно-технические высоты могут быть достигнуты в России при сочетании трёх главных условий: судьбоносной сверхзадачи, творческой работы специалистов различных профессий, объединённой в конечном уникальном продукте и, наконец, мощной государственной поддержки. Это были крупнейшие достижения в области высоких технологий — технологий, основанных на совершенно новых научных знаниях. Руководители страны и руководители Атомного проекта сумели организовать работу, создав мультидисциплинарные группы специалистов, тесно увязав решение научных, инженерно-конструкторских, экспериментальных и технологических работ в единую систему, нацеленную на создание атомной бомбы за 2–3 года. Быстрое внедрение достижений фундаментальной науки за счёт правильного выбора приоритетов и концентрации на них ресурсов, подбор и воспитание талантливых кадров, высочайшая ответственность и энтузиазм всех ядерно-оружейных специалистов позволяло и позволяет в течение многих десятков лет, при существенно меньших финансово-экономических ресурсах нашей страны по сравнению с США, эффективно поддерживать стратегическое равновесие в мире и тем самым обеспечивать мир.

Ключевые слова: Атомный проект СССР, роль Академии наук, разработка первых ядерных и термоядерных зарядов

PACS numbers: 01.65. + g, 28.70. + y, 89.20.Dd

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2025.05.039982>**Содержание**

1. **Величие Духа России (1290).**
 - 1.1. Ответственность учёных в ядерный век. 1.2. На грани ядерной войны.
2. **Начало работ. Судьба Атомного проекта решалась вместе с судьбой Сталинграда (1291).**
 - 2.1. Довоенные основы Атомного проекта СССР. 2.2. Основатели и лидеры Атомного проекта СССР. 2.3. Роль разведки.
3. **Создание первой атомной бомбы РДС-1 развеяло миф о технологической отсталости России (1292).**
 - 3.1. Стратегическое решение по реализации Атомного проекта. 3.2. Образование. 3.3. Создание первой отечественной атомной бомбы РДС-1. 3.4. Новый стиль научно-технических работ. 3.5. Учёные Академии наук на ключевых позициях Атомного

- проекта. 3.6. Получение уранового сырья — ключевой вопрос в создании атомной бомбы. 3.7. Первый ядерный реактор Ф-1. Год 1946. 3.8. Создание инфраструктуры производства оружейного плутония — главный технологический этап реализации ядерной оружейной программы СССР. 3.9. РФЯЦ–ВНИИЭФ — достояние и гордость России. 3.10. Основные итоги создания РДС-1. Начало модернизации страны.
 4. **Разработка первых отечественных термоядерных зарядов — решающий шаг к миру (1300).**
 - 4.1. Угроза термоядерной монополии США. 4.2. Начало термоядерной программы СССР. 4.3. Разработка первых термоядерных зарядов. 4.4. Итоги исследований при испытании РДС-6с. 4.5. Они определили величие нашей страны. 4.6. Разработка термоядерного заряда РДС-37 на принципе радиационной имплозии легла в основу ядерного арсенала нашей страны. 4.7. Решающий шаг к миру.
 5. **Мир в XXI веке. Борьба за ресурсы — источник мировых конфликтов. Ядерное оружие России — основа стабильности в мире (1310).**
- Список литературы (1311).

А.К. Чернышев

Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, просп. Мира 37, 607188 Саров, Нижегородская обл., Российская Федерация
E-mail: AKChernyshev@vniief.ru

Статья поступила 14 августа 2025 г.

* Обзор написан на основе доклада, представленного на Научной сессии Отделения физических наук Российской академии наук (ОФН РАН) "К 80-летию Великой Победы: вклад отечественных физиков" 14 мая 2025 г. (см. УФН 195 (12) ii (2025)).

Великие дела — великие люди
Я.Б. Зельдович

1. Величие Духа России

XX век вошёл в историю развития цивилизации как век освоения ядерной энергии. Это золотой век физики. И, как всегда, *мир* и *война* соперничали между собой за право первыми использовать результаты научно-технического прогресса.

Такой истории, таких бедствий, таких потерь, какие выпали на долю России, мировая цивилизация последних веков не знала.

Потеряв во время Великой Отечественной войны 27 млн человек, наш народ в конце 1940-х — начале 1950-х гг. совершил прорыв в область новых знаний, технологий, образования, создал новые отрасли промышленности, восстановил страну...

Атомный проект — яркий пример прорыва страны к новым горизонтам, который сделал её одной из самых развитых стран мира всего за десять лет — эра спутника, эра Гагарина. Эра спутника открыла всему миру доказательство, с одной стороны, торжества социалистической системы, а с другой — безграничных возможностей применения современной науки.

Создание термоядерного оружия в СССР в начале 1950-х гг. явилось переломным моментом, который сделал третью мировую войну невозможной и превратил нашу страну в ведущую мировую державу.

Осознание огромных возможностей использования ядерной энергии в XX–XXI вв. привело к значительному числу публикаций как на тему роли и значения ядерного оружия (ЯО), так и конкретных воспоминаний реальных разработчиков ЯО. Настоящий прорыв в данной области был сделан коллективом Минатома (Росатома) под руководством и редакцией Л.Д. Рябева. В период с 1998 по 2010 гг. было рассекречено и опубликовано огромное количество архивных документов, обобщённых в уникальном труде "Атомный проект СССР (1930–1955 гг.)" в трёх томах и 12 книгах. Ничего подобного не сделала ни одна ядерная страна. Из знакомства с этими материалами явственно виден подвиг нашего народа, его освобождённая творческая энергия, благодаря которым наша страна стала великой мировой державой.

1.1. Ответственность учёных в ядерный век

Ситуация с рождением ядерного оружия неповторима в том смысле, что ничего похожего в мировой политике

не возникало и, по-видимому, не возникнет в будущем. Она так и останется в мировой истории островком необычного влияния учёных непосредственно на политику, причём непосредственно на принятие политических решений руководителями разных государств.

Из-за специфики ядерного оружия, его огромной разрушающей силы все политические следствия из факта его существования становились понятными учёным раньше, чем политикам. Основные идеи и общественные импульсы, с этим связанные, исходили сначала от учёных, а потом уже осмысливались политиками (Письмо А. Эйнштейна 02.08.1939 г. президенту США Ф. Рузвельту — начало Атомного проекта США).

Нам всегда надо помнить, что основной материальной составляющей обеспечения стратегической стабильности в мире в прошлом и в обозримом будущем являлась и будет являться система ядерных вооружений России, которая определяет реальную, а не провозглашённую доктрину.

Обеспечение национальной безопасности состоит в том, чтобы не было разрыва между реальным состоянием дел в ядерном оружии и провозглашённой доктриной — в этом состояла и состоит миссия и ответственность специалистов ядерно-оружейного комплекса и Академии наук России.

1.2. На грани ядерной войны

В 1949 г., ещё до испытания первой советской атомной бомбы, в США работало 4 промышленных ядерных реактора по наработке оружейного плутония, причём два из них были пущены в конце 1944 г., а один — в начале 1945 г. К концу 1949 г. на этих реакторах было наработано около 950 кг оружейного плутония [1].

СССР к концу 1949 г. располагал 19 кг плутония [5].

В 1949 г. ядерный арсенал США состоял из 235 ядерных зарядов с общим энерговыделением в 4,2 Мт [2].

Количество ядерных боезарядов США

Год	Общее число зарядов	Общее энерговыделение, Мт тротилового эквивалента
1945	6	0,12
1946	11	0,22
1947	32	0,64
1948	110	3,6
1949	235	4,2



Город Хиросима после атомной бомбардировки, 6 августа 1945 г.

Осенью 1945 г. США имели план ядерной бомбардировки 20 городов нашей страны, так что холодная война началась задолго до фултонской речи У. Черчилля в 1946 г.

Эти факты с очевидностью указывают на жизненную необходимость работ по ликвидации атомной монополии США.

Пусть ядерные взрывы США служат напоминанием человечеству о последствиях ядерной войны, когда "одномоментно" двумя взрывами атомных бомб мощностью 15 и 21 кт тротилового эквивалента (ТЭ) США уничтожили в городах Хиросиме и Нагасаки ~ 200000 человек, в основном мирных граждан(!). Точное число погибших до сих пор не известно. Отметим, что от долговременного воздействия радиации погибло ~ 250000–400000 человек на 2014 г. (<https://news.un.org>).

2. Начало работ. Судьба Атомного проекта решалась вместе с судьбой Сталинграда

2.1. Довоенные основы Атомного проекта СССР

Академик А.П. Александров о том времени писал: "Научный уровень проводившихся у нас работ был примерно такой же, как в передовых лабораториях Запада".

В период с 1922 по 1934 гг., всего за 12 лет, в нашей стране было создано более шести институтов по проблемам современной физики, и здесь особая роль принадлежит академику А.Ф. Иоффе и его школе — школе Ленинградского физико-технического института (ФТИ) АН СССР.

В 1940 г. при Президиуме АН СССР была образована Комиссия по проблемам урана, в состав которой вошли Н.Н. Семёнов, И.В. Курчатов и Ю.Б. Харитон.

29 августа 1940 г. И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, Л.И. Русинов, Г.Н. Флёров представили предложения "Об использовании урана в цепной реакции" для обсуждения в Президиум АН СССР [3].

О высоком уровне советских исследований свидетельствуют реальные результаты работ мирового уровня:

- развитие теории атомного ядра (Я.И. Френкель, Д.Д. Иваненко и др.);

- открытие ядерных изомеров и спонтанного деления урана в 1935–1940 гг. (ФТИ, Радиевый институт АН СССР (РИАН)), И.В. Курчатов, Г.Н. Флёров, К.А. Петряк, Г.Н. Петров;

- создание первого в Европе циклотрона на 4 МэВ (РИАН, 1939 г.), Л.В. Мысовский, И.В. Курчатов;

- проведение 5 Всесоюзных и международных конференций по ядерной физике;

- развитие физики процессов детонации взрывчатых веществ;

- расчёт цепной реакции деления (1939 г.), Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович (Институт химической физики (ИХФ) АН СССР);

- проект атомной бомбы (1940 г., ХТФ), Ф.Ф. Ланге;

- запуск первого в Европе реактора Ф-1 25 декабря 1946 г., И.В. Курчатов (Лаборатория № 2).

В 1939 г. Зельдовичем и Харитоном был выполнен ряд трудных и важных теоретических расчётов по цепной ядерной реакции, явившихся первыми в мировой науке серьёзными попытками анализа явлений в замедляющих средах и проблем регулирования.

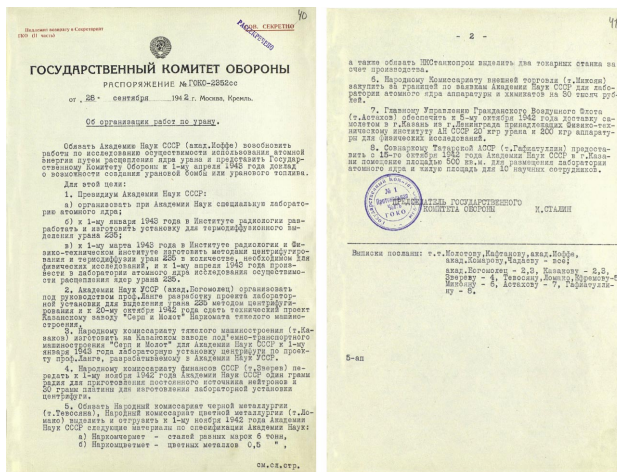


Один из организаторов физических исследований в СССР А.Ф. Иоффе со своими учениками А.И. Алихановым и И.В. Курчатовым в лаборатории ЛФТИ (1935 г.).

2.2. Основатели и лидеры Атомного проекта СССР

Абрам Фёдорович Иоффе — создатель и директор ЛФТИ, ставшего базовой организацией развёртывания работ в различных областях физики (ИХФ, Харьковский физико-технический институт), академик с 1920 года, активный участник первых стадий Атомного проекта, член технического совета Спецкомитета, Герой Социалистического Труда. К его школе принадлежат ряд выдающихся научно-технических руководителей Атомного проекта: И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, Н.Н. Семёнов, И.К. Кикоин, А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, А.И. Лейпунский.

В записке в Президиум АН СССР от 24 августа 1940 г. А.Ф. Иоффе отметил, что "возможность технического использования энергии урана нельзя считать исключённой при настоящем состоянии наших знаний... основными специалистами, к которым, прежде всего, следует обратиться, являются: И.В. Курчатов (ЛФТИ) и его сотрудники Г.Н. Флёров и К.А. Петряк, Я.Б. Зельдович и Ю.Б. Харитон (ЛИХФ)... Общее руководство всей проблемы в целом следовало бы поручить И.В. Курчатову как лучшему знатоку вопроса, показавшему на строительстве циклотрона выдающиеся организационные способности".



Первый официальный документ на государственном уровне, предписывающий "возобновить" работы по урану (28.09.1942 г.)

Судьба Атомного проекта решалась вместе с судьбой Сталинграда. Когда немцы стояли под Сталинградом и ещё не ясен был исход Великой Отечественной войны, 28 сентября 1942 года появилось распоряжение Государственного Комитета Обороны (ГКО) № 2352 "Об организации работ по урану", подписанное И.В. Сталиным.

2.3. Роль разведки

Выдающуюся роль в создании научной и технической базы разработки ядерного оружия СССР сыграла деятельность советской разведки, которой удалось получить и передать разнообразную ценную информацию как в отношении принципиальных идей, так и конкретных данных по атомному проекту.

В разведывательных материалах, полученных из Великобритании, и докладе Л.П. Берии отмечается, что с 1939 г. в условиях секретности во Франции, Англии США и Германии ведётся работа по использованию урана для военных целей. Технический анализ данных разведки для целей Атомного проекта приведён в [27].

В период с 1941 по 1945 гг. роль разведывательной информации в развитии советского Атомного проекта была первостепенной, а в 1946–1949 гг. главное значение имели собственные усилия и собственные достижения. Границей этих двух периодов является 1945 г., что определяется победой СССР в Великой Отечественной войне и возможностью сосредоточения усилий государства над практическим решением атомной проблемы.

Вместе с тем и на первом этапе необходимо отметить выдающуюся роль наших специалистов, прежде всего И.В. Курчатова, по анализу разведывательных данных, их сопоставлению с нашими данными, их проверке и оценке, определению основных идейных направлений нашего атомного проекта.

С другой стороны, если бы принципиальные государственные решения по форсированию работ по атомной проблеме были приняты ранее августа 1945 г., это вряд ли существенно сократило бы сроки создания атомной бомбы. Дело в том, что в СССР в то время просто не было базового сырья — природного урана.

Очень правильными являются слова Курчатова, написанные им в 1943 г. заместителю председателя Совета Народных Комиссаров (СНК) М.Г. Первухину: "...материалы разведки имеют громадное, неоценимое значение для нашего Государства и науки".

В статье В.П. Визгина "У истоков атомного проекта: роль разведки 1941–1946 гг. (по материалам архива внешней разведки России)" в журнале *ВИЕТ* (№ 3) 1992 г., по-видимому, впервые опубликован в открытом виде ряд материалов разведки, включая материалы нашего разведчика, Героя России Анатолия Антоновича Яцкого. В книге полковника ГРУ В.И. Лота представлена работа разведки изнутри. Во многом благодаря исследованиям и инициативе Владимира Ивановича четырёх нелегалов, поставлявшим нам информацию об Атомном проекте США, в начале XXI века было присвоено звание Героя России. Мы надеемся, что придёт время, и такого же высокого звания будет удостоен выдающийся физик-антифашист Клаус Фукс, который поставлял информацию об Атомных проектах Германии, Англии, США с 1941 г.

3. Создание первой атомной бомбы РДС-1 "развевало миф о технологической отсталости России"

3.1. Стратегическое решение по реализации Атомного проекта

Вы должны работать с русским размахом
И.В. Сталин

Ещё в 1942 г. Игорь Васильевич Курчатов предложил для руководства такой "сложной и громадной задачей" образовывать под председательством В.М. Молотова специальный комитет, а от науки в нём могли бы работать академик Иоффе, академик П.Л. Капица, академик Н.Н. Семёнов".

20 августа 1945 г. (через две недели после атомной бомбардировки Хиросимы) решением ГКО СССР создан Специальный комитет для руководства всеми работами по атомной энергии во главе с Л.П. Берией.

30 августа 1945 г. Постановлением СНК СССР создано Первое главное управление (ПГУ) для оперативного и повседневного руководства работами по Атомному проекту во главе с Б.Л. Ванниковым.

Для нашего времени поучительно, что решения Спецкомитета, по существу, не имели юридической силы, но в его состав входили высшие партийные, государственные деятели и выдающиеся учёные, т.е. данный орган без юридических проволочек готовил решение Совета Министров СССР, которое как председатель СМ утверждал И.В. Сталин, а уже через неделю оно поступало для исполнения в министерства СССР и на предприятия — и это всё происходило в режиме полной секретности.

В рамках Спецкомитета были образованы специальные технические (научно-технические, инженерно-технические) советы из ведущих специалистов по различным аспектам атомной проблемы.

27 ноября 1942 г. Государственный Комитет Обороны принял Постановление "О добыче урана".

12 апреля 1943 г. была создана возглавляемая И.В. Курчатовым Лаборатория № 2 АН СССР.

Эти постановления явились первым примером комплексного подхода, направленного на реализацию советского Атомного проекта.

3.2. Образование

Подготовка специалистов для атомной отрасли считалась важнейшей и первоочередной государственной задачей.

В конце 1945 г. в основных физических институтах страны работало немногим более 340 физиков, а вопросами ядерной физики занималось около 140 физиков. Эти физики работали в шести исследовательских институтах, не имеющих необходимой научно-технической базы для постановки работ по практическому использованию ядерной энергии.

В области радиохимии на конец 1945 г. в четырёх институтах, связанных с изучением радиоактивных материалов, работало немногим более 100 человек [5]. В США, когда решалась атомная проблема, были стянуты специалисты со всего мира (1200 специалистов).

Среди физиков, участвовавших в работах США по Атомному проекту, были выдающиеся учёные со всего мира: Эйнштейн, Ферми, Теллер, Сцилард, Нейман, Чэдвик, Коккрофт, Олифант, Нильс Бор, Бёте, Пайерлс, Вигнер, Фриш, Кистяковский, Рихтмайер...

Не может быть никакого сомнения, что имена Курчатова и Харитона стоят в одном ряду с именами Чайковского, Циолковского и Толстого, которые принадлежат России — нации, порождающей гениев.
(А. Крамиш, Т. Рид — участники Манхэттенского проекта США.)



Игорь Васильевич Курчатов (1903–1960).

Выдающийся физик и организатор науки, академик (1943 г.); научный руководитель Атомного проекта; трижды Герой Социалистического Труда (1949, 1951, 1954 гг.); лауреат четырёх Сталинских премий (1942, 1949, 1951, 1953 гг.); лауреат Ленинской премии (1956 г.); начальник Лаборатории №2 АН СССР (1943–1960 гг.) — Институт атомной энергии — ныне Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"; участник и руководитель ядерных испытаний первых образцов ядерного и термоядерного оружия. В руководящих документах нашей страны в период 1940–1954 гг. имя И.В. Курчатова упоминается более 2000 раз.



Юлий Борисович Харитон (1904–1996).

Выдающийся деятель Атомного проекта СССР, выдающийся исследователь физики процесса взрыва, автор совместных с Я.Б. Зельдовичем пионерских работ по ядерным цепным реакциям, академик (1953 г.); трижды Герой Социалистического Труда (1949, 1951, 1954 гг.); лауреат трёх Сталинских премий (1949, 1951, 1953 гг.); лауреат Ленинской премии (1956 г.); участник и руководитель более 100 ядерных испытаний; главный конструктор КБ-11 (1946–1952 гг.); главный конструктор и научный руководитель (1952–1959 гг.); научный руководитель ВНИИЭФ (1959–1992 гг.); почётный научный руководитель РФЯЦ–ВНИИЭФ (1992–1996 гг.). В руководящих документах нашей страны в период 1943–1954 гг. имя Ю.Б. Харитона упоминается более 1100 раз.

В декабре 1945 г. по инициативе учёных АН СССР (И.В. Курчатов, А.И. Алиханов, П.Л. Капица) выходит ряд постановлений СНК по подготовке специалистов по "физике атомного ядра".

В ведущих ВУЗах и университетах были созданы специальные факультеты, из которых быстро сформировались новые институты (МИФИ, МФТИ и др.).

Уже в 1949 г. выпускалось 760 специалистов для Первого главного управления, а в 1950 г. — 1200.

Выходит знаменитое Постановление Совета Министров (СМ) СССР 21.03.1946 г. "О премиях за научные открытия и технические достижения в области использования атомной энергии и за работы в области космического излучения, способствующие решению этой проблемы", за подписью И.В. Сталина [3].

Чётко были прописаны достижения, за которые полагались награды. Например: "За разработку проверенного и принятого к промышленному производству метода получения плутония руководитель удостоивается Сталинской премии первой степени; получает денежную премию в один миллион рублей; представляется к званию Героя Социалистического Труда; получает звание

"лауреата Сталинской премии" первой степени". Кроме того, получает значительные права для родных и близких... В 1949–1953 гг. всё так и было!

Отметим, что книга Г.Д. Смита "Атомная энергия для военных целей" была издана массовым тиражом 30000 (!) по цене 5 р. (1946 г.).

О трудностях при подготовке студентов подробно рассказано в статье Г.В. Киселёва в УФН [22].

3.3. Создание первой отечественной атомной бомбы РДС-1

Основные элементы Атомного проекта:

- решение сложнейших научно-технических задач по разработке РДС-1, создание технологий получения ключевых ядерных материалов;
- создание новой атомной промышленности;
- создание ядерного оружейного центра;
- создание полигона для ядерных испытаний;
- создание системы кооперации предприятий, организаций, институтов Академии наук, направленной на достижение общей цели — реализации Атомного проекта;

- развитие фундаментальных и прикладных исследований в новых областях;

- форсированная подготовка специалистов нового поколения в ВУЗах, развитие научных школ.

Принципиальными особенностями Атомного проекта СССР являлись исследования в области совершенно новых знаний и технологий, таких как:

- ядерная физика;
- физика взрыва и гидродинамика высоких плотностей энергии;
- радиохимия;
- специальное материаловедение;
- новые технологии;
- ядерный реактор;
- выделение плутония из облучённого ядерного топлива;
- газодиффузионное и электромагнитное разделение изотопов;
- новые производства:
 - предприятия по добыче и переработке урана;
 - комбинат по производству плутония;
 - комбинаты по производству высокообогащённого урана.

Атомный проект включает в себя десятки важнейших достижений СССР довоенного периода, которые были сведены воедино в успешные испытания первой атомной бомбы РДС-1 (29.08.1949) и первых образцов термоядерного оружия РДС-6 (12.08.1953) и РДС-37 (22.11.1955); сотни организаций и производств работали на Атомный проект...

3.4. Новый стиль научно-технических работ

Уникальная организация работ в Атомном проекте, где помимо выдающихся учёных были собраны выдающиеся конструкторы, инженеры, технологи, организаторы производства, прошедшие школу индустриализации и Великой Отечественной войны, быстро привела к созданию не просто образцов ядерных зарядов, а оружия серийного производства.

Достижения нашего Атомного проекта тех лет являются наглядным примером того, какие научно-технические высоты могут быть достигнуты в России при сочетании трёх главных условий: судьбоносной сверхзадачи, творческой работы специалистов различных профессий, объединённых в конечном уникальном продукте, и, наконец, мощной государственной поддержки.

Это были крупнейшие достижения в области высоких технологий — технологий, основанных на совершенно новых научных знаниях.

Руководители страны и руководители Атомного проекта сумели организовать работу, создав мультидисциплинарные группы специалистов, тесно увязав решение научных, инженерно-конструкторских, экспериментальных и технологических работ в единую систему работ, нацеленную на создание атомной бомбы за 2–3 года.

Безусловно, основой проекта были выдающиеся учёные XX века: Н.Н. Боголюбов, И.М. Гельфанд, В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, Л.В. Канторович, М.В. Келдыш, И.В. Курчатов, Л.Д. Ландау, С.А. Лебедев, А.Д. Сахаров, А.Н. Самарский, Н.Н. Семёнов, И.Е. Тамм, А.Н. Тихонов, Г.Н. Флёрер, И.М. Франк, Д.А. Франк-Каменецкий, Ю.Б. Харитон и сотни других специалистов по различным направлениям: технологии, медицине, геологии и др. — работы которых в рамках

единого подхода и привели нашу страну к выдающимся результатам.

Учёным необходимо было изменить свой традиционный методологический научный подход "познания" к созданию в заданное время надёжного в военном смысле "изделия".

Одновременно с созданием бомбы создавалась новая экспериментальная ядерная физика, вычислительная математика, приборостроение и точное машиностроение.

Впечатляет масштаб перехода от результатов фундаментальных исследований на "микроуровне" к проектированию и строительству новых гигантских заводов. Например, масштабы лабораторных (циклотронных) исследований плутония отличались от масштаба комбината "Маяк" в 10^{10} раз.

Для нынешнего времени стиль работы был удивительным (особенно в период работы над первыми образцами термоядерного оружия): большинство персонала институтов составляли молодые люди 25–35 лет.

Слав молодых специалистов с учёными мирового класса, ясное понимание целей проекта, умение администрации сконцентрировать ресурсы на нужных направлениях, отказаться от второстепенных проектов или проектов, которые не могли быть выполненными в срок 1–5 лет, и привели к таким выдающимся результатам за столь короткое время.

Отметим также тесное сотрудничество учёных и руководителей в работе над атомной бомбой. Именно учёные формировали программы, планы, сроки.

Выделение значительных ресурсов во многих случаях позволяло методом проб и ошибок компенсировать неполноту знаний о явлениях и процессах.

3.5. Учёные Академии наук на ключевых позициях Атомного проекта

В 1945–1946 гг. соответствующими постановлениями СМ СССР были привлечены:

1. Лаборатория № 2 (директор — академик И.В. Курчатов).
2. Физико-технический институт Академии наук СССР (директор — академик А.Ф. Иоффе) — А.П. Александров.
3. Физический институт Академии наук СССР (директор — академик С.И. Вавилов) — Г.М. Франк, Е.Л. Фейнберг, Л.В. Грошев, Д.В. Скобельцын, В.И. Векслер и др.
4. Радиевый институт Академии наук СССР (директор — академик В.Г. Хлопин) — Б.А. Никитин, А.П. Ратнер, К.А. Петржак, М.П. Мещеряков и др.
5. Институт физической химии Академии наук СССР (директор — академик Л.Н. Фрумкин) — С.З. Рогинский.
6. Институт неорганической химии Академии наук СССР (директор — академик И.И. Черняев).
7. Институт химической физики Академии наук СССР (директор — академик Н.Н. Семёнов).
8. Уральский филиал Академии наук СССР (директор филиала — академик И.П. Бардин) — Ф.Ф. Ланге и др.
9. Институт геохимии и аналитической химии Академии наук СССР (директор — академик А.П. Виноградов).
10. Физический институт Украинской академии наук (руководитель — действительный член Украинской академии наук А.И. Лейпунский).



Борис Львович Ванников (1897–1962).

Трижды Герой Социалистического Труда (1942, 1949, 1954 гг.), Сталинская премия (1951, 1953 гг.). Выдающийся организатор оборонной промышленности СССР, нарком вооружений (1939–1941 гг.), нарком боеприпасов (1942–1946 гг.), начальник ПГУ при СНК СССР (1946–1953 гг.), первый замминистра Министерства среднего машиностроения (1953–1958 гг.).

11. Физико-технический институт Украинской академии наук (директор — профессор К.Д. Синельников) — А.К. Вальтер, М.И. Корсунский и др.

Как принимались решения

Обязательными были взаимные экспертизы. Широко практиковались:

— назначения учёных на руководящие должности предприятий (в пусковой период) — например, И.В. Курчатов был научным руководителем комбината № 817 и провёл полгода на Урале;

— совместительство (Л.Д. Ландау работал в Лаборатории № 3, ИФП, МГУ и т.д.).

Важную роль играли Научно-технические советы (НТС). 19 июня 1947 г. постановлением СМ создаётся НТС при Лаборатории № 2: И.В. Курчатов — председатель, Ю.Б. Харитон — заместитель. Члены совета: Н.Н. Семёнов, К.И. Щелкин, А.С. Александров, П.М. Зернов. Эксперты совета: А.П. Александров, И.К. Кикоин, Я.Б. Зельдович, А.А. Бочвар, А.С. Займовский, Б.А. Никитин, К.В. Селихов.

Уже через неделю (!) после решения Спецкомитета (вневедомственного органа) принимались постановления СМ СССР, подписанные председателем СМ СССР И.В. Сталиным, которые переводили решения Спецкомитета в юридическую форму.

Особо следует отметить, что серийные заводы во многих случаях начинали строиться раньше получения надёжных данных на экспериментальных установках. Серийный завод в Сарове, комбинат № 816 в Томске-7, первый реактор Ф-1 и промышленный реактор "Аннушка" на комбинате № 817 в 1945 г. в г. Челябинск-40 (ныне г. Озёрск).

3.6. Получение уранового сырья — ключевой вопрос в создании атомной бомбы

Игорь Васильевич Курчатов в своём докладе И.В. Сталину 12 февраля 1946 г. отмечает, что "1946 г. является переломным в ходе работ по урану: от теоретических расчётов мы перешли к практическому строительству атомных установок". К исследованиям в области атомной энергии специальный комитет к началу 1946 г. привлёк 20 НИИ Академии наук и наркоматов.

В 1951 г. в Атомном проекте работало 63208 человек (5863 — с высшим образованием). Число привлечённых НИИ возросло более чем в 5 раз (112 НИИ и 200 научных работников).

В США до осени 1942 г. не удавалось получить металлический уран. В декабре 1942 г. Ферми запустил первый реактор, используя 6 т чистого урана и 40 т — в виде двуокиси и закиси урана.

В 1944 г. в нашей стране в концентратах было добыто всего 2 т урана в руде, а в 1945 — 7 т. Поэтому в стране были организованы широкомасштабные работы по поиску урановых месторождений.

К 1949 г. ресурс добытого природного урана, которым располагал СССР, составлял 25 % от ресурса США. При этом около 73 % природного урана было получено СССР из-за рубежа (Германии и Чехословакии). В 1949 г. поступление природного урана в СССР составляло уже 86 % от его поступления в том же году в США [5].

В СССР и странах Восточной Европы было открыто, разведано и передано в эксплуатацию более 50 месторождений урана с общими запасами 84000 т. Устойчивая база для развития Атомного проекта была успешно создана. В первые годы для поиска урановых месторождений привлекались даже альпинисты (!).

Существенное значение имело получение 100 т урана из Восточной Германии в мае 1945 г. (Ю.Б. Харитон), что позволило "на несколько лет сократить сроки запуска реактора" (эти слова были сказаны И.В. Курчатовым Ю.Б. Харитону) [6]. Всего из Германии было вывезено 35 т металлического урана и 300 т его соединений, из которых можно было выделить 150–200 т металлического урана.

Требовалось создать технологию получения чистого металлического урана. В решение этой задачи внёс выдающийся вклад немецкий учёный российского происхождения Н. Риль. Технология была освоена и существенно усовершенствована в промышленном масштабе на заводе № 12 (г. Электросталь) в 1945–1946 г. В Атомном проекте СССР участвовало 250 немецких специалистов.

Вторая сложнейшая технологическая задача в создании реактора была связана с получением больших масс графита сверхвысокой чистоты (500 т). И.В. Курчатовым в Лаборатории № 2 были развёрнуты исследования. Производство было освоено на заводе "Нефтегаз" (по ТУ содержание бора в массе 500 т не должно превышать 5×10^{-6} , по созданной технологии оно составило $(1,2–1,7) \times 10^{-6}$).

Решение о сооружении газодиффузионного завода № 813 было принято 1 декабря 1945 г. В 1942 г. основным материалом для изготовления атомной бомбы в США считался уран-235 (70–90 % обогащения), и для его обогащения (в природном уране уран-235 составлял всего 0,71 %) предполагалось использовать несколько методов: газодиффузионный, электромагнитный, центрифужный, термодиффузный. Эти методы были основными в США.

В 1943 г. в Лаборатории № 2 начались работы по исследованию возможности разделения изотопов урана в газовой фазе. В 1944 г. в этой же лаборатории приступили к изучению электромагнитного метода разделения изотопов урана. В том же году к разработке методов разделения урана привлекается лаборатория электрических явлений (руководитель И.К. Кикоин, Институт физики металлов АН СССР).

Игорь Васильевич Курчатов прекрасно осознавал трудности перехода от лабораторных исследований (микрограммы) к килограммовым количествам.

Поэтому в 1943 г., после получения информации о пуске первого американского реактора Ферми (в конце 1942 г.), Курчатов принимает решение сосредоточиться на использовании плутония, хотя такое решение было в высшей степени рискованным. В США работы продолжались одновременно по пути получения обогащённого урана тремя методами.

Игорь Васильевич поручил разработку газодиффузионной технологии своему выдающемуся сподвижнику И.К. Кикоину, а электромагнитной технологии — выдающемуся учёному А.А. Арцимовичу. Расчётно-теоретическое обоснование газодиффузионного метода обеспечивал академик С.Л. Соболев.

Технологические трудности были огромными, и создать реальные технологии обогащения урана по этим методам удалось только в 1949 г. — электромагнитным способом, а в 1950 г. — газодиффузионным способом.

Разработчиками технологии первого диффузионного завода были сотрудники Лаборатории № 2 и немецкие учёные, работавшие в Сухумском физико-техническом институте. В 1946 г. началось строительство серийного завода, а в мае 1948 г. было принято постановление Правительства, разрешающее пуск первой очереди Комбината № 813 — диффузионного завода Д-1.

В ноябре 1949 г. завод Д-1 выдал первую готовую продукцию в виде UF_6 , содержащего 75 % изотопа U-235. После проведения ряда мероприятий, завершившихся к 1950 г., диффузионная технология была полностью освоена, она обеспечивала возможность получения десятка килограммов U-235 90%-ного обогащения.

И.В. Курчатов выбрал газодиффузионную технологию обогащения урана в качестве основного метода получения высокообогащённого урана-235. Л.П. Берия 8 октября 1946 г. направил И.В. Сталину письмо о проектировании завода по электромагнитному разделению урана. В письме отмечалось, что Лабораторией № 2 (руководитель работ — Л.А. Арцимович) совместно с ОКБ завода "Электросила" и Центральной вакуумной лабораторией создана опытная установка с магнитом весом в 60 т для электромагнитного разделения изотопов урана. Её производительность составляла от 4 до 5 мкг урана-235 в час с уровнем чистоты не менее 80 %. На основе этих достижений Спецкомитет считал необходимым приступить к строительству промышленного завода мощностью в 150 г урана-235 в сутки.

6 июня 1947 г. постановление Правительства определило создание первой очереди завода по электромагнитному разделению изотопов урана (сейчас — комбинат "ЭХП", г. Лесной Свердловской обл.), который был введён в строй в конце 1950 г.

Первый заряд РДС-3 с использованием обогащённого урана был испытан в 1951 г. Это выдающееся достижение позволило в несколько раз увеличить в те годы ядерный арсенал нашей страны, а в 1953 г. испытать первый термоядерный заряд РДС-6с с использованием в качестве запала урана-235.

В отличие от США, наши специалисты продолжали сложные технологические работы по созданию центрифужной технологии, и она была запущена в 1958 г., что позволило нашей стране энергично развивать атомную энергетику и занять лидирующие позиции в мире по продаже обогащённого урана (его себестоимость в несколько раз меньше, чем в газодиффузионном методе, а затраты электроэнергии в 10–20 раз меньше).

Интересные факты об "уральском следе" при создании газодиффузионной технологии под руководством И.К. Кикоина приведены в *УФН* в обзоре С.А. Гудина [23].

3.7. Первый ядерный реактор Ф-1. Год 1946

В 1944 г. в Лаборатории № 2 была разработана теория переноса нейтронов в гетерогенной среде из урана и замедлителя (И.И. Гуревич, И.Я. Померанчук, Я.Б. Зельдович), выводы которой подтверждались модельными экспериментами (Г.Н. Флёрв, В.А. Давиденко) в среде из блоков вольфрама с парафином и нейтронными источниками.

Запуск реактора — выдающееся достижение, которое стало "краеугольным камнем" для решения задачи создания атомной бомбы и в дальнейшем — ядерной энергетики.

В реакторе Ф-1 содержалось 34800 кг металлического урана, 12900 кг двуокиси урана и 420 т чистого графита. Пиковая мощность реактора составляла 3,9 МВт.

Отсутствие в реакторе специального теплоотвода определило "квазиимпульсный" характер его работы, средняя мощность в импульсе за 30 мин составила 1 МВт.

Пуск первого ядерного реактора Ф-1 25 декабря 1946 г. значительно расширил возможности получения образцов плутония для ядерно-физических и химических исследований и, конечно, подтвердил правильность выбора Курчатовым использования плутония для первой отечественной атомной бомбы, основанной на имплозии.

3.8. Создание инфраструктуры производства оружейного плутония — главный технологический этап реализации ядерной оружейной программы СССР

1 декабря 1945 г. выходит Постановление СНК СССР о создании на Урале Комбината № 817 (ПО "Маяк", Челябинск-40, ныне г. Озёрск); научный руководитель создания реактора "А" — И.В. Курчатов, главный конструктор — Н.А. Доллежал. Решение о строительстве было принято раньше запуска реактора РДС-1.

9 января 1947 г. И.В. Сталин принял в Кремле членов Специального комитета и ведущих учёных Атомного проекта и заслушал состояние работ (хотя первоначальный план 1945 г. предполагал испытание первой атомной бомбы в 1947 г., но сроки пришлось корректировать. Суровых наказаний не последовало...).

В конце ноября 1947 г. И.В. Курчатов был назначен заместителем директора комбината № 817 с сохранением за ним функций научного руководителя работ по созданию промышленного реактора. На строительстве комбината "Маяк" работало 45 тыс. человек и использовалось минимальное количество техники, при этом он был возведён за то же время, что и в США.

Под руководством И.В. Курчатова 19 июня 1948 г. был начат запуск реактора "А", и 22 июня он достиг проектной мощности 100 МВт. Реактор содержал 150 т урана и более 1000 т высокочистого графита. 22 декабря 1948 г. состоялся пуск завода "Б" для радиохимического выделения плутония. Радиохимические процессы для завода "Б" были разработаны в Радиовом институте под руководством В.Г. Хлопина. В августе 1949 г. на заводе "Б" были изготовлены полусферы из металлического плутония для РДС-1. Технология получения чистого металлического плутония была разработана в НИИ-9 под руководством А.А. Бочвара, научного руководителя завода "Б".

Первая партия облучённых урановых блочков 22 декабря 1948 г. была передана на радиохимический завод "Б" (научный руководитель — В.Г. Хлопин), входивший в состав комбината. Первая продукция была передана на металлургический завод "В" в феврале 1949 г. (научный руководитель — А.А. Бочвар). В 2003 г. на эту тему вышла замечательная книга работников завода "Б" "Плутоний в девичьих руках" [7].

Нам надо особо помнить, что получение плутония досталось нам очень дорогой ценой. Сотни людей получили высокие дозы облучения (~ 1000 Р). А половина из них были девушки и молодые женщины.

3.9. РФЯЦ – ВНИИЭФ — достоинство и гордость России

Работа специалистов КБ-11, Российского федерального ядерного центра – ВНИИЭФ, сыграла решающую роль в

создании первых образцов ядерного и термоядерного оружия и обеспечении стратегического равновесия с США.

Уникальная организация работ в КБ-11, где, помимо выдающихся учёных, были собраны выдающиеся конструкторы, инженеры, технологи, организаторы производства, прошедшие школу индустриализации и Великой Отечественной войны, быстро привела к созданию не просто образцов ядерных зарядов, а оружия серийного производства.

Важно отметить, что концентрация в рамках одного КБ-11 выдающихся личностей поколения Победителей привела к созданию особой атмосферы интеллектуальной свободы, а работа над "бомбой" и внешнеполитическая обстановка порождали особое чувство ответственности. Участие в ядерных испытаниях завершало формирование мировоззрения: если человечество хочет выжить, то необходим новый уровень мышления.

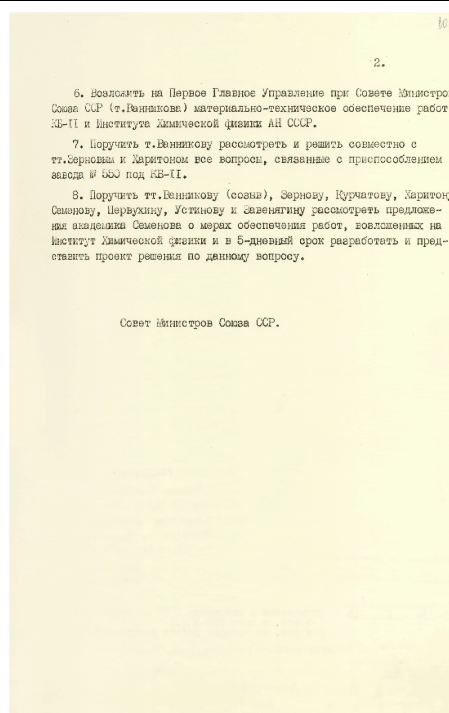
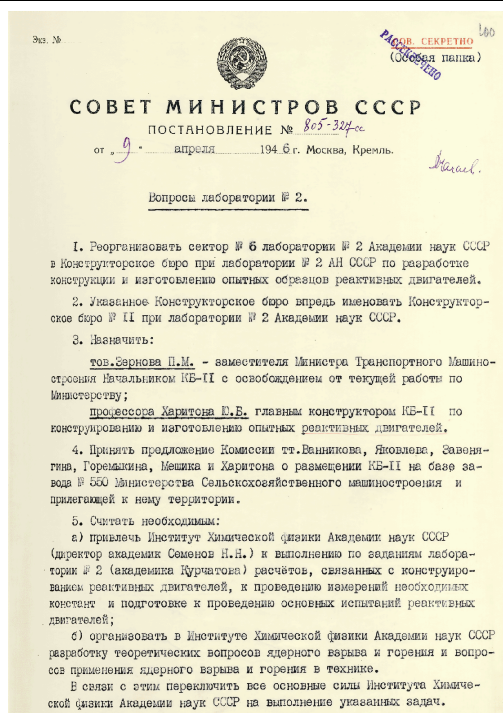
На эти обстоятельства накладывалась особенная миссия Российского государства и духа русского народа, которые сформировались за более чем тысячелетнюю историю; сложился особый тип цивилизации со своей культурой. Ядерное оружие и ядерное сдерживание для России означает не способ воевать, а способ строить и защищать то, что построено.

13 ноября 1945 г. выходит постановление "Об организации исследовательских работ по использованию атомной энергии в мирных целях" (Вавилов, Семёнов, Франк). Возглавить эти работы поручалось Академии наук (Вавилов).

В 1945–1948 гг. начинаются исследования по созданию водородной бомбы (Зельдович, Ландау, Тамм, Сахаров, Блохинцев, Романов и др.).

В эти же годы по инициативе Семёнова широко разворачиваются работы по противоатомной защите, которые дали толчок к развитию ускорительной техники.

По предложению Н.Н. Семёнова в 1947 г. было организовано строительство Семипалатинского полигона.



Постановление Совета Министров СССР № 805-327сс от 9 апреля 1946 г. о создании Конструкторского бюро № 11 при Лаборатории № 2 Академии наук СССР.



Тактико-техническое задание (ТТЗ), подготовленное Ю.Б. Харитоновым, на первую отечественную Атомную бомбу, 1946 г.

Он был создан всего за два года. По существу, для обеспечения измерений в стенах ИХФ в тот период и родилось ядерное приборостроение [26].

Уже в 1948 г. дополнительно к первой атомной бомбе РДС-1 КБ-11 должно было начаться конструирование четырёх новых бомб с различными физическими схемами, включая водородную бомбу. Сейчас нам трудно даже представить то напряжение и степень ответственности, которые легли на плечи участников Атомного проекта. В КБ-11 в 1947 г. работало всего 36 научных сотрудников, 86 ИТР; численность КБ-11 составляла 1285 человек (!).

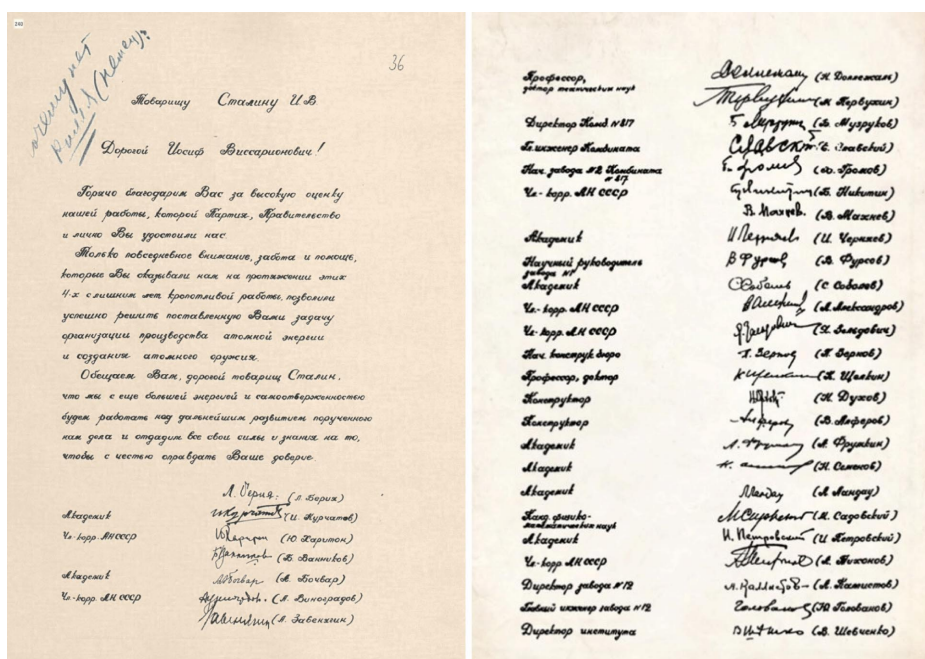
Главным конструктором Ю.Б. Харитоновым 1 июля 1946 г. было подписано "Тактико-техническое задание на атомную бомбу" в весьма общем виде.

Юлий Борисович Харитон объединил расчётно-теоретические исследования, проектно-конструкторские и экспериментальные работы в масштабах всей страны.

Ключевые направления разработки РДС-1:

- вопросы детонации взрывчатых веществ;
- передача процессов детонации в гетерогенных средах;
- теория сходящейся детонационной волны;

Первая отечественная атомная бомба есть — "Когда Россия сделает атомную бомбу?.. Никогда!"
Президент США Г. Трумэн, лето 1949 г.



Письмо И.В. Сталину о создании первой атомной бомбы.

- сжимаемость металлов при больших давлениях;
- лабораторные методы исследования газодинамических процессов;
- прикладные газодинамические эксперименты на моделях и натурных макетах РДС-1 по воспроизводству всех этапов работы заряда: от работы систем инициирования взрывчатых веществ (ВВ) и процесса возбуждения детонации до регистрации сжатия имитатора активного вещества;
- определение критической массы;
- создание теории энерговыделения атомной бомбы;
- исследования вопросов нейтронного инициирования ядерного взрыва;
- создание нейтронного "инициатора".

В процессе отработки РДС-1 на площадках КБ-11 было взорвано более 100 т ВВ (десятки опытов с 1 т ВВ, сотни масштабируемых опытов) совместно с ИХФ была создана новая приборная база [6].

Более 3500 человек были удостоены правительственных наград за разработку и испытание РДС-1. 36 специалистов были удостоены звания Героя Социалистического Труда (из них 7 специалистов КБ-11).

Б.Л. Ванников, Н.Л. Духов, Б.Г. Музруков стали первыми в нашей стране дважды Героями Социалистического Труда.

3.10. Основные итоги создания РДС-1.

Начало модернизации страны

Взрыв 1949 года поднял в воздух иллюзии о технологической отсталости России. Мы всё знали в 1945 г., а сделали в 1952 г.

Г. Тизард — руководитель Атомного проекта Великобритании

Влияние на научно-технический прогресс:

- создание технологий точного машиностроения;
- развитие вычислительной математики;
- создание базы для развития атомной энергетики и ядерных силовых установок;
- создание основ физики высоких плотностей энергии, включая средства диагностики взрывных процессов;
- развитие ускорительной техники и физики атомного ядра;
- развитие радиохимии и физико-химии получения высокочистых и специальных материалов;
- создание радиационной биологии;
- создание новой приборостроительной базы;
- создание РДС-1 являлось не только демонстрацией выдающихся возможностей советской науки, техники и промышленности, но и явилось точкой отсчёта для промышленного производства ядерного оружия.

3 марта 1949 г., т.е. до испытания РДС-1, Постановлением СМ СССР предписывалось, чтобы сборочный завод, основанный в КБ-11, выпускал 20 бомб типа РДС-1 в год.

Быстрое внедрение достижений фундаментальной науки за счёт правильного выбора приоритетов и концентрации на них ресурсов, подбор и воспитание талантливых кадров, высочайшая ответственность и энтузиазм всех ядерно-оружейных специалистов позволяло и позволяет в течение многих десятков лет, при существенно меньших финансово-экономических ресурсах нашей страны по сравнению с США, эффективно поддерживать стратегическое равновесие в мире и тем самым обеспечивать мир.

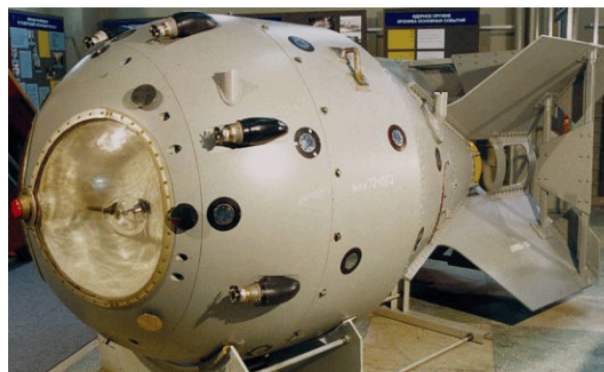
В создании первых образцов ядерных и термоядерных зарядов участвовали лучшие интеллектуальные силы страны. Ю.Б. Харитон привлёк к работам над атомным оружием замечательных специалистов, которые вместе со своими учениками основали целый ряд научных школ, определяющих и сегодня облик научно-технических работ в РФЯЦ – ВНИИЭФ. Сочетание свободного научно-технического творчества с безусловным выполнением планов на самом высоком уровне, мощная организационная поддержка новых идей и крупных проектов, осознанный риск в "новациях" — все эти основные принципы работы поддерживались высшим руководством страны и в РФЯЦ – ВНИИЭФ, были заложены, развивались и энергично поддерживались Юлием Борисовичем Харитоном.

Принцип Ю.Б. Харитона: "Мы должны знать в десять раз больше того, чем нам требуется сегодня" — хотя и требовал больших ресурсов, но обеспечивал при этом свободу творчества и, как показало время, большую надёжность конечной продукции.

В начале 1950-х гг. КБ-11 стало, без всяких натяжек, интеллектуальным центром России. В тот период в КБ-11 сформировались научные школы, ученики которых и сегодня занимают ведущие позиции в нашей науке. Руководители научных школ КБ-11 (ВНИИЭФ) начала 1950-х гг.: Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, И.Е. Тамм, А.Д. Сахаров, Н.Н. Боголюбов, М.А. Лаврентьев, Г.Н. Флёрер, Д.А. Франк-Каменецкий.

Эти выдающиеся учёные в масштабах страны были интеграторами целых научных направлений.

Вехи практической реализации фундаментальных исследований РФЯЦ – ВНИИЭФ



Первая атомная бомба — РДС-1. Испытана 29.08.1949 г., мощность 22 кт ТЭ [8] (Семипалатинский полигон).



Первая водородная бомба — РДС-бс. Испытана 12.08.1953 г., мощность 400 кт ТЭ [8] (Семипалатинский полигон).



Первая термоядерная бомба — РДС-37, основанная на принципе радиационной имплозии. Испытана 22.11.1955 г., мощность 1,6 Мт ТЭ [8] (Семипалатинский полигон).

"Проект 49", заложивший основы современного ядерного арсенала. Заряд испытан 23.02.1958 г. (полигон Новая Земля).

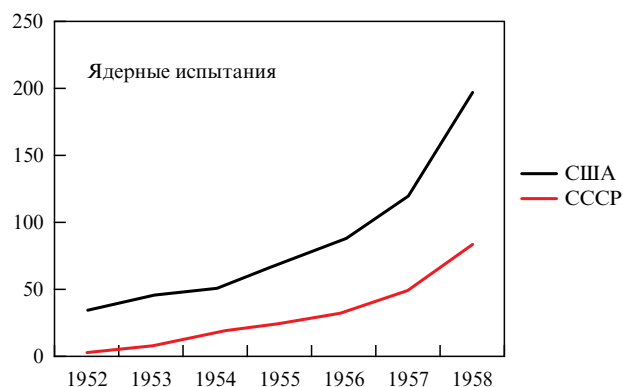
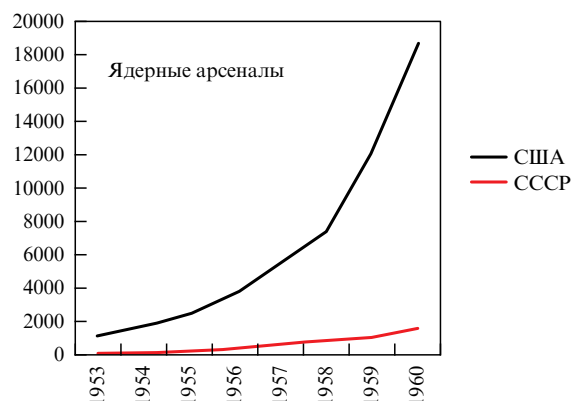


Самая мощная в мире водородная бомба. Мощность 100 Мт, испытана 30.10.1961 г. на половинную мощность 50 Мт [8] (Полигон Новая Земля).

4. Разработка первых отечественных термоядерных зарядов — решающий шаг к миру

4.1. Угроза термоядерной монополии США

В середине 1950-х гг. ядерный арсенал США приобрёл качество "тотального уничтожения". Общий мегатоннаж ядерных боеприпасов США в 1956 г. достиг ~ 9 Мт (!). Во время Второй мировой войны было израсходовано 4,5 Мт боеприпасов. Ничего подобного у СССР в то время не



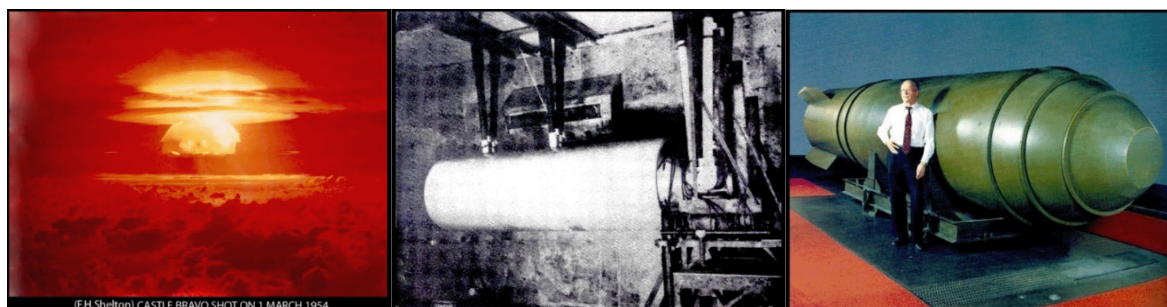
Ядерные арсеналы США и СССР в послевоенные годы.

было. По существу, наша страна ещё не имела термоядерных зарядов, а самое главное — она не имела носителей для этих зарядов [2], которые могли достичь территории США.

4.2. Начало термоядерной программы СССР

Работы по созданию термоядерного оружия были начаты в 1945 г. и инициированы были данными разведки. И.И. Гуревич, Я.Б. Зельдович, И.Я. Померанчук и Ю.Б. Харитон подготовили материал "Использование ядерной энергии лёгких элементов", который был заслушан на заседании Технического совета Спецкомитета 17 декабря 1945 г. Это было первое предложение наших учёных по термоядерной проблеме [24].

С июня 1946 г. теоретические исследования возможности использования ядерной энергии лёгких элементов начали проводиться в Москве в Институте химической физики группой в составе С.П. Дьякова и А.С. Компа-



Мощные термоядерные заряды США: термоядерный заряд США для испытаний "Браво", мощность 15 Мт, масса бомбы ~ 19 т, длина 7,5 м, диаметр 1,6 м. Принят на вооружение (Mark-17) в 1954 г. (01.03.1954) [9].

нейца под руководством Я.Б. Зельдовича и в Институте физических проблем (с 1948 г.) группой Л.Д. Ландау.

Термоядерный проект возник с самого начала как проект сверхбомбы, т.е. бомбы, обладающей многомегатонным энерговыделением. Таким был исходный проект, основанный на детонации жидкого дейтерия — "Super" в США. Таким же был и исходный вариант "большой слойки" А.Д. Сахарова, не использовавший имплозию.

Достаточно быстро было осознано, что режим детонации жидкого дейтерия в бесконечной среде невозможен (из-за огромной зоны реакции и режима с декомпозицией (расчёты групп Я.Б. Зельдовича, Л.Д. Ландау).

Главная проблема, над решением которой работали все группы теоретиков и математиков — исследование физических процессов баланса энергии. Для реализации самоподдерживающейся термоядерной реакции ($D + D$) необходимо, чтобы энергия, выделяющаяся при синтезе, была больше, чем энергия, выходящая из системы ("трубы").

Расчёты, выполненные под руководством Я.Б. Зельдовича и Л.Д. Ландау, показали, что для зажигания подобной трубы необходимо поддерживать на фронте волны горения температуру, более чем в 10 раз превышающую ту, которую удаётся получить в оптимистичных расчётах.

Для концентрации всех ресурсов постановлением СМ СССР расчётно-теоретические работы должны были проводиться по заданиям и под руководством Харитона и Зельдовича в КБ-11, МИАН, в Ленинградском отделении МИАН (группа Канторовича).

Институт геофизики АН СССР (Тихонов) должен производить расчёты по заданиям ИФП (Ландау).

После получения в 1948 г. новых разведанных по проектам водородной бомбы США был подключён ФИАН, который должен был разработать теорию горения трития и дейтерия по заданиям Харитона и Зельдовича. Для решения этой задачи в ФИАНе была организована группа под руководством И.Е. Тамма в составе С.З. Бельского, В.А. Фока, А.Д. Сахарова, Ю.А. Романова.

Уже через несколько месяцев, 18 ноября 1948 г., директор ФИАН С.И. Вавилов сообщает руководству ПГУ, что А.Д. Сахаров предложил принципиально другую физическую схему водородной бомбы. Более того, Сергей Иванович принципиально настаивал на прекращении работ своей группы по "трубе" с целью сосредоточиться на "слойке" Сахарова.

Участвуя в анализе результатов расчётов группы Я.Б. Зельдовича, А.Д. Сахаров в сентябре–октябре 1948 г. независимо от Э. Теллера приходит к идее гетерогенной схемы с чередующимися слоями из дейтерия и урана-238.

Осенью 1948 г. А.Д. Сахаров сформулировал новый принцип осуществления термоядерной реакции, который стал важнейшим вкладом в разработку термоядерного оружия нашей страны. Вот как об этом он писал впоследствии: «По истечении двух месяцев я сделал крутой поворот в работе. А именно: я предложил альтернативный проект термоядерного заряда, совершенно отличный... по происходящим при взрыве физическим процессам и даже по основному источнику энерговыделения. Я назвал это предложение "первой идеей"» [10, 11]. Дополняют наши материалы статьи в *УФН* непосред-

ственных разработчиков ядерного оружия: Ю.Б. Харитона, Ю.А. Романова, Г.А. Гончарова, В.И. Ритуса, Р.И. Ильяева [18–21, 24].

Из экспертного заключения Ю.Б. Харитона о "слойке" Сахарова: "Идея чрезвычайно остроумна и физически наглядна".

Предложенная А.Д. Сахаровым схема получает название "слойка". Лежащий в её основе принцип ионизационного сжатия термоядерного горючего разработчики назвали "сахаризацией". Удивительно, что А.Д. Сахаров пришёл к идее "слойки" всего лишь через 4 месяца после начала работы.

Физические принципы своего предложения ("ионизационная имплозия") он охарактеризовал следующим образом:

1. В "слойке" осуществляется локальное температурное равновесие вещества и излучения. Вопрос о существовании такого режима не встаёт (он, несомненно, существует). Ширина зоны детонационной волны не очень велика. В соседних фазах выравнивается температура теплопроводностью за счёт излучения; из равенства давлений в соседних фазах следует равенство числа частиц в единице объема; ионизованный уран "разбухает", сжимая дейтерий своим электронным давлением.

2. В результате тепловых реакций в дейтерии возникают быстрые нейтроны, способные вызывать деление ядер U^{238} , что значительно повышает calorificity.

3. Малая прозрачность урана по отношению к фотонам обеспечивает умеренную ширину зоны ударной волны, идущей впереди зоны горения.

Первоначально А.Д. Сахаров предполагал создание сферической необжатой "слойки" большого размера, в центре которой размещалась инициирующая атомная бомба. После посещения в июне 1949 г. КБ-11 и знакомства с разработкой РДС-1, а главное, коллективных обсуждений с Ю.Б. Харитоном, Я.Б. Зельдовичем появилась на свет более эффективная схема слойки на принципе объединения ионизационной имплозии и газодинамической "имплозии". В центре "слойки" располагался атомный детонатор, вокруг которого размещались слои термоядерного горючего и урана. Вся система обжималась ВВ, размещённым снаружи многослойной системы, а инициирование "слойки" обеспечивалось имплозией и взрывом атомного детонатора [11, 12].

Это было исключительно плодотворное и прагматичное объединение фундаментальных физических идей "слойки" и имплозии.

Принципиальные особенности слойки позволяли широко варьировать особенности ее конструкции и входящие в её состав материалы. Вот как писал об этом А.Д. Сахаров [10]: «Вскоре моё предложение существенно дополнил В.Л. Гинзбург, выдвинув "вторую идею". В отчёте 3 марта 1949 г. "*Использование дейтеридов лития-6 в слойке*" В.Л. Гинзбург отметил "преимущества, связанные с использованием в "слойке" Li^6D " [11]. При этом в результате реакции $Li^6 + n = He^4 + T$ возникает тритий, который в результате реакции $D + T = He^4 + n$ даёт нейтроны, делящие уран [11, 12]. Стоит отметить подробный обзор сути "первой и второй" идеи в статье журнала *УФН* непосредственного разработчика РДС-6с Владимира Ивановича Ритуса [12], в то время молодого специалиста в группе Тамма. Владимир Иванович непосредственно взаимодействовал с группой Л.Д. Ландау.

Указанные принципы явились основополагающими для всего термоядерного оружия, а их практическая реализация определялась сначала их совмещением с принципом газодинамической имплозии (РДС-6с), а затем с принципом атомного обжатия (РДС-37), осуществлёнными коллективом сотрудников под руководством А.Д. Сахарова. Всё это определило базовые особенности и свойства термоядерных модулей нескольких поколений боевого оснащения нашего ядерного арсенала на протяжении десятилетий вплоть до настоящего времени.

Разработчикам физическая картина работы заряда РДС-6с была ясна, но обоснование его работоспособности и конструкции потребовало значительных усилий большого числа специалистов. В [13] приведён документ Б. Ванникова и И.В. Курчатова в адрес Л.П. Берии по результатам их поездки в КБ-11 15 июня 1949 г. (т.е. до испытания атомной бомбы РДС-1). К этому времени серьёзного продвижения работ по определению конструкции РДС-6 ещё не было:

"Состояние работ рассматривалось с участием т. Сахарова. Проведённые к настоящему времени в ФИАН теоретические исследования не дали исчерпывающего ответа на вопрос о возможности использования для практических целей энергии превращения лёгких ядер (дейтерий, тритий). Первые теоретические результаты не дали также исходных данных, необходимых для начала работ по эскизному проектированию."

Принято решение: для обеспечения развёртывания работ по РДС-5 совещание считает необходимым сосредоточить основные исследования, необходимые для создания системы типа РДС-6, в Лаборатории № 2 (КБ-11)".

Группа И.Е. Тамма в расширенном составе в начале 1950 г. была переведена в КБ-11 (г. Саров): А.Д. Сахаров, С.З. Беленький, Ю.А. Романов, Н.Н. Боголюбов, И.Я. Померанчук, В.М. Климов, Д.В. Ширков, Д.Н. Зубарев. Если выразаться современным языком, при разработке РДС-6 КБ-11 выступало системным интегратором в реализации инновационного проекта, основанного на прорывных технологиях.

С целью концентрации ресурсов для работы по РДС-6с Постановлением Правительства от 29.12.1951 г. все лучшие научные кадры страны: Ландау, Зельдович, Келдыш, Блохинцев, Колмогоров — были обязаны сосредоточиться на этом проекте (хотя надо отметить, что они через участие в различных комиссиях были в курсе идеи "слойки").

Для расчёта изделий РДС-1, 2, 3 в КБ-11 и ИХФ (Я.Б. Зельдович), ИФП (Л.Д. Ландау, И.М. Халатников, Н.Н. Мейман) удалось создать удовлетворительные модели, используя лишь усреднённые характеристики процессов: среднюю энергию нейтронов, среднюю плотность оболочки из урана, среднюю температуру основного заряда и т.д.

В случае РДС-6с подобный подход невозможен по двум причинам:

а) нейтроны разных энергий играют качественно разную роль при взрыве и естественно процесс их учёта разбить на "энергетические группы" (КБ-11, Ю.А. Романов);

б) наличие в системе слоистой структуры не позволяет обходиться усреднёнными величинами и требует знания в каждом из слоёв температуры, плотности вещества, плотности нейтронов различных "энергетических групп" и т.д.

В группах Отделения прикладной математики (ОПМ) (А.Н. Тихонов, А.А. Самарский) и ИФП (И.М. Халатни-



АКАДЕМИЯ НАУК СОВЕТА СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени П.Н. ЛЕБЕДЕВА.

ОМЛ. 1 05.09.082
ЛНБ.
А. Д. С А Х А Р О В.
Фамилия Имя Отчество Дата

СОВ. СЕКРЕТНО.
Резервная папка.
№ 3

А. Д. С А Х А Р О В.

О Т Ч Е Т № 2

СТАЦИОНАРНАЯ ДЕТОНАЦИОННАЯ ВОЛНА
в ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЕ А-9 + '180"

Инд. № 407800

Москва, январь 1949г.

ФИАН
Н. Н. Мейман
18.01.49
18.01.49

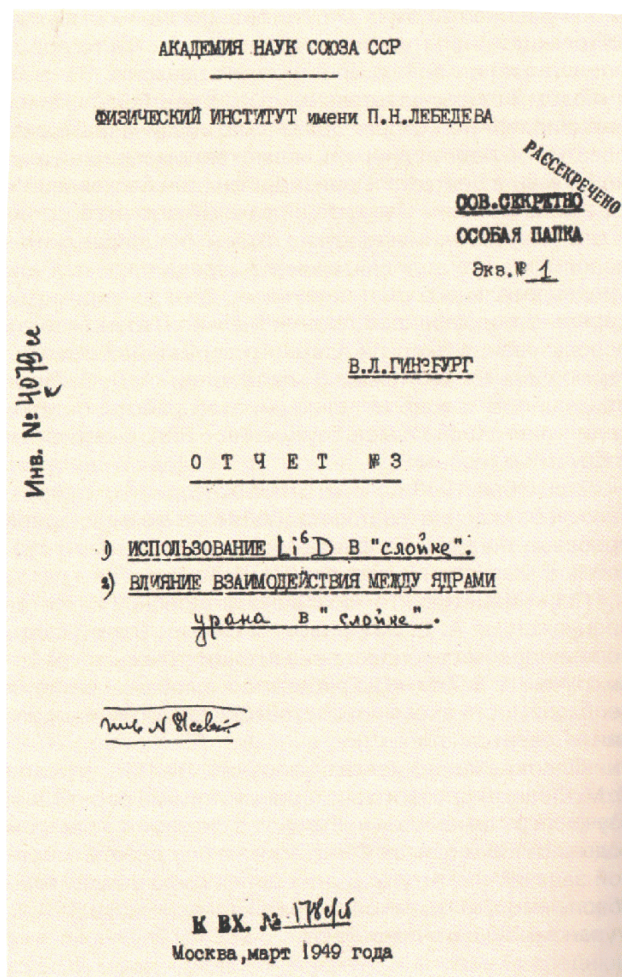
В. В. Я. 18.01.49

26/01.49.

Андрей Дмитриевич Сахаров (1921 – 1989).

Выдающийся физик-теоретик, автор пионерских работ по принципам работы термоядерных зарядов, ведущий разработчик первых термоядерных зарядов РДС-6с и РДС-37 и самого мощного термоядерного заряда 100 Мт ТЭ (изделия 602, испытанного 30.10.61 г. на мощность 50 Мт). Автор идей магнитной изоляции плазмы и взрывомагнитных генераторов. Академик с 1953 г. Заместитель научного руководителя — руководитель теоретических работ по созданию термоядерного оружия в КБ-11 (1950–1968 г.). Трижды Герой Социалистического Труда (1954, 1956, 1962 гг.). Лауреат Сталинской премии (1953 г.). Лауреат Ленинской премии (1956 г.). Лауреат Нобелевской премии мира (1975 г.). Автор "первой идеи": принцип ионизационного сжатия термоядерного горючего.

ков, Н.Н. Мейман и Л.Д. Ландау) по заданиям КБ-11 (А.Д. Сахаров, Ю.А. Романов, В.И. Ритус, Ю.Н. Бабаев) были разработаны методы расчёта процесса взрыва.



Виталий Лазаревич Гинзбург (1916–2009).

Выдающийся физик-теоретик, участник разработки первых термоядерных зарядов. Член-корреспондент АН СССР (1953 г.), Академик (1966 г.). Лауреат Сталинской (1953 г.), Ленинской (1966 г.) премий, награжден орденом Ленина (1954 г.). Лауреат Нобелевской премии по физике (2003 г.). В ноябре 1948 г. сотрудник группы И.Е. Тамма В.Л. Гинзбург выпустил отчет, где предложил использовать в слоистой системе новое термоядерное горючее — дейтерид лития-6, который при захвате нейтронов образует тритий. Заряд РДС-6с был успешно испытан 12 августа 1953 г., его мощность составила 400 кт ТЭ. Автор "второй идеи": использование дейтерида лития-6.

В отчете А.Д. Сахарова 20.04.1953 г. по физическим основам работ модели РДС-6с обозначена технология расчётов: по геометрии КБ-11 и заданиям Я.Б. Зельдовича, Е.И. Забабахина в группе К.А. Семендяева (Математический институт АН СССР, МИАН) были проведены расчёты газодинамики, результаты которых в качестве начальных данных были переданы группам Л.Д. Ландау, А.Н. Тихонова и И.М. Гельфанда.

При разработке РДС-6с в КБ-11 был проведён исключительно большой объём газодинамических исследований, которыми руководили К.И. Щелкин и В.К. Боблев, а ядерно-физические исследования были оперативно проведены в Сарове, Москве, Ленинграде, Харькове...

В процессе газодинамической отработки было проведено 200 газодинамических опытов с подрывом тротила на моделях конструкции заряда и 31 опыт с зарядами натуральной величины, в результате которых было подтверждено соответствие конструкции заряда предъявляемым теоретиками требованиям [12].

Очень важными для всестороннего охвата решения научно-технических задач являются воспоминания непосредственных участников работ. В частности, в УФН [25] представлен прекрасный обзор В.И. Ритуса, который работал в группе И.Е. Тамма под началом А.Д. Сахарова на стадии разработки РДС-6с и РДС-37 (1951–1955 г.).

4.3. Разработка первых термоядерных зарядов

В связи с решением президента США (31.01.1950 г.) начать масштабные работы по разработке и производству термоядерных зарядов как ответ на взрыв первой советской атомной бомбы 29.08.1949 г., незамедлительно 26.02.1950 г. выходит постановление СМ СССР:

"О работах по созданию РДС", которое обязывало ПГУ, Лабораторию №2 АН СССР и КБ-11 провести работы по созданию изделия РДС-6с ("Слойка") и РДС-6т ("Труба").

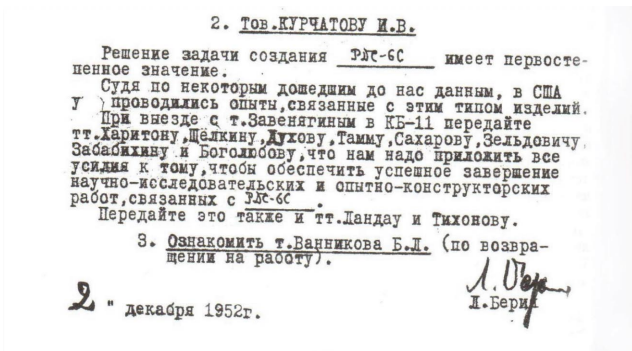
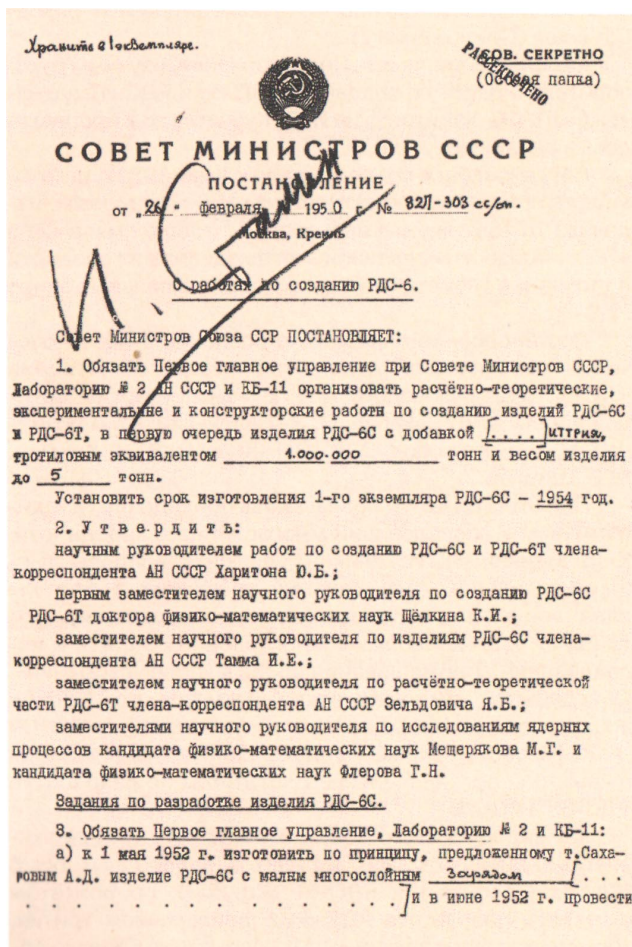
Научным руководителем работ по созданию изделия в РДС-6с и РДС-6т был назначен Ю.Б. Харитон, заместителями — И.Е. Тамм и Я.Б. Зельдович.

Весь драматизм сложившейся ситуации можно прочувствовать из письма Л.П. Берии И.В. Курчатову спустя месяц после испытания США термоядерной бомбы энергоснабжением 10,4 Мт на атолле Эниветок в Тихом океане [8, 27].

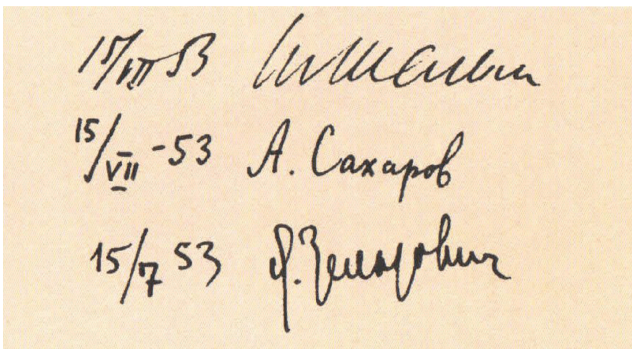
Расчёты энергоснабжения по исходным данным А.Д. Сахарова, Я.Б. Зельдовича, Ю.А. Романова, В.И. Ритуса, Ю.Н. Бабаева были проведены группами Л.Д. Ландау, А.Н. Тихонова, К.И. Семендяева, И.М. Гельфанда (в



Наземное (H = 30 м) испытание РДС-6с 12.08.1953 г., E = 400 кт ТЭ.



Титульный лист с отчета «Модель изделия РДС-6с»



Москве). Расчёты сжатия РДС-6с выполнялись в МИАН группой К.А. Семендяева по заданию Е.И. Забабахина, Я.Б. Зельдовича, Е.А. Негина.

Задача ядерного взрыва — возбудить термоядерную реакцию, и здесь основную роль играет "сахаризация" (первая идея).

Отчёт с обоснованием работы изделия РДС-6с был выпущен 15 июля 1953 г. (И.Е. Тамм, Я.Б. Зельдович, А.Д. Сахаров).

Озаглавлен отчёт осторожно: "Модель изделия РДС-6с", хотя испытываемая модель "ничем не отличается от боевого изделия", кроме большей массы активных материалов в боевом изделии. Авторы разработки чётко обозначили, что "изделие РДС-6с представляет собой водородную атомную бомбу". Расчётная мощность 300 ± 100 кт ТЭ.

А.Д. Сахаров за основу номинальной величины энерговыделения (450 кт ТЭ) взял расчёты группы Л.Д. Ландау. А в отчёте к испытаниям внёс учёт эффекта перемешивания, которое уменьшает энерговыделение.

Программа ядерно-физических исследований, необходимых для создания термоядерного заряда, во многом послужила основой для развития в дальнейшем ядерной физики в СССР.

Для создания термоядерного заряда на государственном уровне была принята программа расчётно-теоретических и экспериментальных исследований на 1949–1951 гг. Были привлечены все лучшие научные центры страны: ЛИПАН, ФИАН, ИХФ, ИФП, ЛФТИ, КБ-11, УФТИ, РИАН, ЦНИИ-12 (МО).

М.Г. Мещеряков, Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, К.И. Щёлкин, А.Д. Сахаров выпустили план работ по РДС-6с на 1949–1950 гг. по ядерно-физическим исследованиям.

Предусматривалось измерение констант реакций DD, DT, TT, D³Ne и изучение спектров нейтронов, образующихся в этих реакциях (исполнители ЛИПАН, ИХФ АН, УФТИ). Срок: 01.01.1951 г. В программу работ на начальном этапе было включено измерение более 120 констант (РИАН + КБ-11 + Лаб. № 2).

Специальная программа была посвящена радиохимическим исследованиям: Ю.А. Зысин, А.А. Лбов, И.Е. Старик, В.Н. Ушатский, И.В. Курчатов, А.И. Павловский и др.

В изделии РДС-6с решающую роль играют ядерные реакции:

а) термоядерная реакция D + T;
б) деление ядер урана 235 и 238 быстрыми нейтронами с энергией 14 МэВ и нейтронами меньших энергий;

в) образование трития из лития-6 в реакции $n + \text{Li}^6$.

Использование новых материалов, содержащих тритий, потребовало от конструкторов КБ-11 решения проблемы теплоотвода (обращения с материалами, содержащими тритий). Только в I квартале 1951 г. было выполнено 6 компоновок заряда РДС-6с. В феврале–марте 1953 г. были разработаны чертежи на окончательный вариант РДС-6с. Получение трития и изготовление дейтерида–тритада лития-6 проводилось на комбинате № 817 ("Маяк"), для чего был построен новый реактор на обогащённом уране.

А нам сегодня приходится только удивляться и гордиться. Электромагнитным способом (Л.А. Арцимович) 5 июня 1950 г. были получены первые 3 г лития-6, а в



Фазы взрыва РДС-6с.

январе 1953 г. уже началось его промышленное производство (метод Б.П. Константинова). В совершенствовании методов получения лития-6 участвовали четыре института: ЛФТИ, ГИПХ, НИИ-10 Министерства среднего машиностроения (МСМ), Институт элементоорганических соединений.

Всё это в 1953 г. позволило не только испытать РДС-6с, но и получить необходимое количество лития-6 для всей термоядерной программы и быстро нарастить ядерный арсенал.

Провидческой оказалась инициатива Ю.Б. Харитона, А.Д. Сахарова и Я.Б. Зельдовича по разворачиванию в начале 1950-х гг. промышленного производства лития-6. И здесь наша страна опередила США, хотя Э. Теллер предложил использовать литий-6 ещё в 1946 г. (предложение В.Л. Гинзбурга в конце 1948 г. было сделано независимо).

Испытание РДС-6с на Семипалатинском полигоне было четвёртым. США к этому времени провели 34 ядерных испытания [8].

Сейчас трудно представить, что в сессию 1953 г. было проведено 4 ядерных испытания с новыми физическими схемами зарядов.

Испытание было проведено на стальной башне и на том же месте, что и в 1949 г. (испытание РДС-1) и 1951 г. (испытание РДС-2). Для этого территория в радиусе нескольких сотен метров была очищена от радиоактивных материалов.

Руководил испытаниями, как и в прежние годы, И.В. Курчатов. К работам на полигоне были привлечены лучшие учёные и специалисты нашей страны: министр среднего машиностроения В.А. Малышев, заместитель министра обороны маршал Советского Союза А.М. Василевский, заместитель министра среднего машиностроения А.П. Завенягин, директор ИПМ академик М.В. Келдыш, академик УССР Н.Н. Боголюбов, академик М.А. Лаврентьев, директор ИХФ РАН академик Н.Н. Семёнов, член-корреспондент РАН И.Е. Тамм, Б.С. Желепов, В.П. Желепов, А.Д. Сахаров, член-корреспондент РАН Я.Б. Зельдович, начальник 6 ГО МО В.А. Болятко, командир полигона А.В. Енько, Б.М. Малютов, заместитель министра здравоохранения А.И. Бурназян, С.Л. Давыдов, начальник 5 ГУ В.И. Алферов, главный конструктор, научный руководитель, член-корреспондент АН Ю.Б. Харитон.

4.4. Итоги исследований при испытании РДС-6с

Комиссия по атомной энергии США представила доклад президенту, в котором отмечалось, что Советский Союз произвёл "на высоком техническом уровне водородный взрыв" и оказался в некотором отношении впереди. "СССР уже осуществил кое-что из того, что США

надеялись получить в результате опытов, назначенных на весну 1954 г." [12].

Лауреат Нобелевской премии, руководитель первого теоретического отдела в Лос-Аламосе Г. Бете вполне искренне написал: "Я не знаю, как они его сделали. Поразительно, что они смогли его осуществить".

На основании анализа радиохимических данных проб воздуха Г. Бете оценил мощность РДС-6с в 500 кт и определил, что это конструкция атомной бомбы с термоядерным усилением, т.е. он дал определение, которое и было дано самими разработчиками РДС-6с.

Отметим, что в первой "водородной" бомбе США (1952 г., Mike) 77 % энергии взрыва приходилось на деление (!). Для сравнения с точностью расчётов США того времени приведём данные по шести термоядерным испытаниям Castle Bravo (1954 г.). Разброс в оценках мощности достигал от 2,5 до 8 раз (для взрыва "Bravo" вместо 6 Мт получили 15 Мт), что и привело к радиоактивному облучению японских рыбаков на шхуне "Счастливый дракон".

Создание РДС-6с оказало огромное влияние на облик термоядерного оружия СССР:

- слоёное ядро РДС-6с стало прототипом термоядерных узлов;

- был подготовлен научный и практический задел к следующему шагу — повышению обжатия термоядерного узла в условиях радиационной имплозии, реализованному через два года в РДС-37;

- были созданы технологии и производства новых материалов, прежде всего трития и лития-6. Использование в качестве термоядерного материала дейтерида лития-6 было реализовано впервые в мире.

Создание РДС-6с стало мощным стимулом для развития ядерно-физических исследований и ядерной физики СССР.

КБ-11 стало базовой организацией и интегратором работ в СССР по разработке термоядерного оружия. Была создана кооперация ведущих научных центров.

Успешное испытание РДС-6с определило развитие прикладной математики и методов вычислений:

- при создании ядерных зарядов ведущую роль играла газодинамическая обработка, а при создании РДС-6с особенности работы многослойного заряда могли изучаться только расчётно, что и определило новое значение физических моделей и математических работ;

- вместе с РДС-6с родилась новая научная отрасль — вычислительная математика;

- задачи термоядерного оружия предопределили создание в СССР ЭВМ.

4.5. Они определили величие нашей страны

Группа академика С.Л. Соболева на самой начальной стадии Атомного проекта создала теорию разделения изотопов (диффузионные разделительные установки).

Группы Л.Д. Ландау и А.Н. Тихонова (начиная с 1946 г.) занимались расчётами энерговыделения атомной бомбы, созданием численных разностных методов расчёта нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, энерговыделением термоядерных зарядов РДС-6с и РДС-37.

Революция в численных методах происходила в процессе работы над первой отечественной водородной бомбой — "слоистой" Сахарова РДС-6с.

При интегрировании уравнений в частных производных разностными методами Л.Д. Ландау в ИФП, а А.Н. Тихонов и А.А. Самарский в ОПМ поставили и решили проблему устойчивости разностных методов (независимо в США это сделал фон Нейман).

Особые трудности в проблеме расчёта РДС-6с (преодоленные лишь в 1952 г. группой Л.Д. Ландау и группой А.Н. Тихонова, А.А. Самарского) вызвало наличие в изделии ударных волн, возникающих при сжатии лёгких слоёв в стадии ядерного взрыва и обусловленных слоистой структурой изделий. Особенно эффективным для разрешения этой проблемы стал семинар М.В. Келдыша.

В 1953 г. математические коллективы были объединены в составе ОПМ МИАН, которое возглавил выдающийся математик М.В. Келдыш (первый главный математик Минсредмаша) [12, 14].

В составе этих групп работали молодые математики, впоследствии ставшие выдающимися учёными, известными во всём мире.

А.Д. Сахаров особо подчёркивал роль расчётного обоснования группой Л.Д. Ландау (Е.М. Лифшиц, И.М. Халатников, Н.С. Мейман, А.С. Компанец, С.П. Дьяков) при разработке первых термоядерных зарядов. Результаты расчётов этой группы были положены в основу обоснования работоспособности изделия РДС-6с, а также стратегии обеспечения безопасности населения, проживающего вблизи границ полигона. Экспериментально измеренная мощность составила 400 кт ТЭ. По современным расчётным методикам 2003 г. получен близкий результат ~ 400 кт ТЭ.

Из рассекреченных документов по Атомному проекту [3, 12, 14] следует безусловная поддержка Л.Д. Ландау со стороны И.В. Курчатова, Ю.Б. Харитона, Н.И. Щелкина, а также административных руководителей Атомного проекта, да и награды Л.Д. Ландау говорят сами за себя (орден Ленина, Герой Социалистического Труда, Сталинская премия).

Несмотря на идеологические атаки на кибернетику в конце 1940-х – начале 1950-х гг., в нашей стране в рамках Атомного проекта шло интенсивное создание ЭВМ.

Следует отметить, что в те годы математические группы были сформированы в институтах АН СССР. По мере передачи математических программ 1950-х годов в ядерные центры возросла роль математических отделений в ядерных центрах: ВНИИЭФ (начало положил Н.Н. Боголюбов) и ВНИИТФ (Н.Н. Яненко).

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. именно благодаря активной позиции физиков — участников атомного и водородного проектов (И.В. Курчатов, В.А. Фок, М.А. Леонтович, М.А. Лаврентьев, И.Е. Тамм, Л.Д. Ландау, А.Д. Сахаров и др.) были спасены квантовая и ядерная физика, теория относительности, кибернетика, генетика от философского и идеологического разгрома (письмо "Трёхсот" в Президиум ЦК КПСС) — особенно велика была роль В.А. Фока.

Разработка РДС-6с проводилась в основном молодыми специалистами (А.Д. Сахарову было в 1950 году 29 лет, Ю.А. Романову 24 года, Ю.А. Трутневу 23 года, В.И. Ритусу 23 года, В.С. Владимирову 27 лет).

Руководители отрасли и института доверяли молодёжи самые ответственные участки работы. Интересно, что на полигоне молодой специалист Н.А. Попов был назначен И.В. Курчатовым "ответственным за расчёты мощности по огненному шару". В состав его группы входили: академик М.В. Келдыш, член-корреспондент УССР Д.И. Блохинцев. В группу ударной волны во главе с Е.И. Забабахиным входили академики М.А. Лаврентьев, М.В. Келдыш.

Звания Героя Социалистического Труда были удостоены, в частности, 10 сотрудников КБ-11: Боболев Василий Константинович, Гречишников Владимир Фёдорович, Давиденко Виктор Александрович, Духов Николай Леонидович, Забабахин Евгений Иванович, Зельдович Яков Борисович, Сахаров Андрей Дмитриевич, Тамм Игорь Евгеньевич, Харитон Юлий Борисович, Щелкин Кирилл Иванович.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 4 января 1954 г. коллектив КБ-11 был награждён орденом Ленина.

Осенью 1953 г. за выдающийся вклад в разработку первой термоядерной атомной бомбы РДС-6с в Академию наук СССР было выбрано 22 человека: А.П. Александров, Н.Н. Андреев, Л.А. Арцимович, Н.Н. Боголюбов, А.П. Виноградов, И.М. Гельфанд, Л.А. Галин, В.Л. Гинзбург (член-корр.), Е.К. Завойский (член-корр.), Н.В. Доллежал (член-корр.), Н.Л. Духов (член-корр.), В.Е. Емельянов (член-корр.), И.К. Кикоин, Б.П. Константинов (член-корр.), А.Б. Мигдал (член-корр.), М.Г. Мещеряков (член-корр.), Б.П. Никольский (член-корр.), И.Я. Померанчук (член-корр.), А.Д. Сахаров, И.Е. Тамм, Г.Н. Флёров (член-корр.), Ю.Б. Харитон, К.И. Щелкин (член-корр.).

При присуждении Сталинских премий указывались конкретные заслуги награждаемых, например:

Сахаров и Тамм получили по 500000 руб. за разработку водородной бомбы с многослойным зарядом и создание основ теории этой бомбы (Сталинская премия I степени);

И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, К.И. Щелкин, Н.Л. Духов награждены за научно-техническое руководство созданием изделий РДС-6с, РДС-4, РДС-5 (Сталинская премия I степени, 100000 руб. каждому);

Е.И. Забабахин — за создание теоретических основ работы ядерных зарядов (Сталинская премия I степени, премия 200000 руб.);

Я.Б. Зельдович — за разработку теоретических вопросов, связанных с созданием РДС-6с, РДС-4, РДС-5 и их испытаниями на полигоне № 2 (Сталинская премия I степени, премия 100000 руб.);

В.Л. Гинзбург — за предложение о применении лития-6 в изделии РДС-6с (Сталинская премия I степени, премия 100000 руб.).

4.6. Разработка термоядерного заряда РДС-37 на принципе радиационной имплозии легла в основу ядерного арсенала нашей страны

Весь драматизм ситуации 1954 г. заключался в том, что в Постановлении СМ СССР от 26.03.1954 г. [1, с. 156] было чётко записано, что важнейшей задачей МСМ и КБ-11

является создание водородной бомбы нового типа по предложению академика А.Д. Сахарова с энерговыделением 2 Мт в габаритах РДС-6с и испытание РДС-6СД в ослабленном варианте на Семипалатинском полигоне с энерговыделением 1 Мт. Испытание необходимо было провести до конца 1954 г.

В это время США провели уже 8 термоядерных взрывов на атоллах "Бикини" и "Эниветок" в Тихом океане с энерговыделением 10–15 Мт Тэ [8].

Спустя всего день после выхода Постановления СМ СССР от 26.03.1954 г. Ю.Б. Харитон провёл технический совет КБ-11, на котором после доклада А.Д. Сахарова и его сообщения о результатах работы экспертной комиссии было принято решение об отсутствии преимуществ в мощности газового варианта Сахарова (модификация РДС-6с, но без трития) совместно с Зельдовичем (по крайней мере, в габаритах РДС-6с). Поэтому совет "считает необходимым прекратить разработку газового варианта и остановиться на разработке безгазового варианта РДС-6СД" [1, с. 170]. Из этого документа следует, что в конце марта 1954 г. принцип радиационной имплозии ещё не был изобретён, а первоначальное предложение А.Д. Сахарова было неудачным.

Уже в конце 1953 г. А.Д. Сахарову и его товарищам стало понятно, что даже с использованием трития в принципе получить значительную мощность в "слолке" не удастся: после взрыва атомного инициатора "слолки" формируется расходящаяся ударная волна, с помощью которой большие количества термоядерного горючего до нужной плотности сжать невозможно. Чтобы выйти из этого тупика, теоретики начали рассматривать другие способы получения больших мощностей с помощью "слолки".

Разработка мощных водородных зарядов с середины 1954 г. велась сразу по нескольким направлениям: РДС-6СД — модификация РДС-6с с целью повышения мощности, РДС-27 — модификация РДС-6с без использования трития и, наконец, создание заряда на основе нового физического принципа, родившегося в КБ-11 поздней весной (в начале лета), — радиационной имплозии ("третья идея" по терминологии А.Д. Сахарова). Этот заряд получил индекс РДС-37.

Организация работ была направлена на обеспечение безусловной разработки и испытания в 1955 г. мощной водородной бомбы (1–2 Мт) и отражала сложнейшую военно-политическую обстановку того времени.

Начались расчёты различных вариантов, результаты которых были резко раскритикованы министром В.А. Малышевым на техническом совещании в КБ-11 16–17 июля 1954 г. [11, с. 195–217].

Обнаруженные трудности в получении большой мощности изделия на базе РДС-6с, понимание того, что практически невозможно получить термоядерное зажигание в проекте "труба", вынудило руководство МСМ после нескольких обсуждений на НТС свернуть проект "труба" в начале 1954 г. Теоретики КБ-11 из отделов Тамма и Зельдовича объединились. Возник мощный интеллектуальный шторм. Одновременно группа Л.Д. Ландау прекратила заниматься "трубой" и активно присоединилась к разработке РДС-37. Окончательно проект "труба" будет закрыт только после успешного испытания РДС-37 в 1955 г.

По-видимому, руководители МСМ и КБ-11 знали о разработках и испытаниях в США мегатонного заряда (10,2 Мт ТЭ) в конце 1952 г., и особенно в сессии

1954 г. В частности, 1 марта 1954 г. американской прессе было объявлено, что на Маршалловых островах успешно прошло испытание водородной бомбы, мощность которой (> 10 Мт) более чем в 500 раз превышала мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму в 1945 г. Отсюда проистекала такая нервозность министра МСМ В.А. Малышева и его призыв о необходимости искать "новые принципы разработки атомного и водородного оружия, сделать водородную бомбу на уровне современных научных знаний...".

Поэтому в конце 1953 г. — начале 1954 г. перед КБ-11 была поставлена задача "догнать США" и разработать термоядерный заряд мощностью 10–15 Мт. Проведённые в то время расчётно-теоретические работы показали, что в конструкции "слолки" нельзя получить не только 10–15 Мт, но и 2 Мт (в габаритах РДС-6с) [17].

А.Д. Сахаров так описывает возникновение идеи радиационной имплозии в КБ-11:

"По-видимому, к "третьей идее" одновременно пришли несколько сотрудников наших теоретических отделов. Одним из них был я. Мне кажется, что я уже на ранней стадии понимал основные физические и математические аспекты "третьей идеи". В силу этого, а также благодаря моему ранее приобретённому авторитету, моя роль в принятии и осуществлении "третьей идеи", возможно, была одной из решающих. Но также, несомненно, очень велика была роль Зельдовича, Трутнева и некоторых других, и, быть может, они понимали и предугадывали перспективы и трудности "третьей идеи" не меньше, чем я" [10].

В декабре 1954 года на Научно-техническом совете КБ-11 Я.Б. Зельдович и А.Д. Сахаров отмечали [15]:

"Для разработки изделия АО необходимо провести в 1955 г. модельный опыт с целью проверки сферической симметрии сжатия излучением. В этом опыте также будет зафиксирован ход нейтронной реакции и мощность взрыва основного изделия (обжимаемого).

Вся система точному расчёту не подвергалась, но отдельные узлы просчитаны с достаточной точностью.

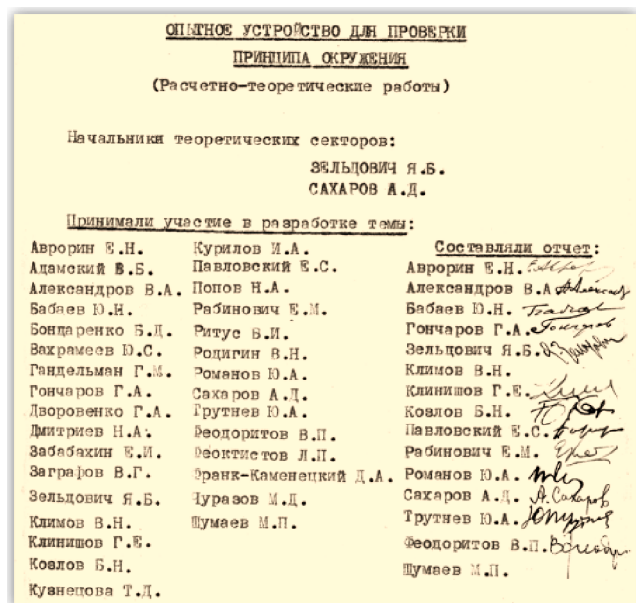
Тг. Малышев и Курчатов считают целесообразным обсудить проблему АО с ведущими физиками Арцимовичем, Леонтовичем, Ландау, Померанчуком.

Большому значению проблемы АО посвящают свои выступления Тамм, Сахаров, Духов, Курчатов".

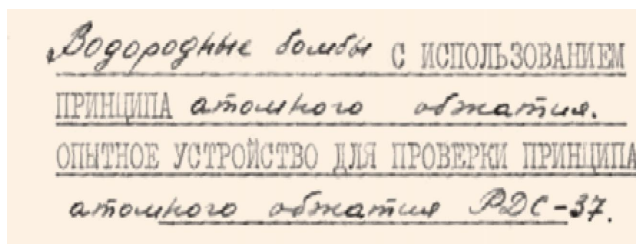
Новый принцип пробил дорогу в жизнь в процессе интенсивных работ по другим направлениям исследований и конструирования термоядерного оружия

В основу термоядерного модуля РДС-37 была положена термоядерная конструкция РДС-6с и физика её горения. Это была абсолютно оригинальная система, которая, как мы узнали спустя десятилетия, принципиально отличалась от первых термоядерных зарядов США. Важно отметить принципиальное значение обоснования способа использования энергии излучения. В частности, в переданной разведкой в 1948 г. нам схеме Фукса–Неймана был реализован способ использования излучения, отличный от РДС-37. Поэтому нельзя согласиться с точкой зрения некоторых авторов [20, 21], что нам была передана схема радиационной имплозии.

В введении к отчёту А.Д. Сахаров [9] писал: *"Разработка принципа окружения является одним из ярких примеров коллективного творчества. Одни давали идеи (идей потребовалось много и некоторые из них независимо выдвигались несколькими авторами). Другие более отли-*



Завершение разработки РДС-37.



8 июля 1955 г. был выпущен отчёт "Опытное устройство для проверки принципа окружения (расчётно-теоретические работы)", который являлся итоговым материалом.

чались в выработке методов расчёта и выяснении значения различных физических процессов".

В списке участников разработки существенной оказалась роль каждого.

В обсуждении проблемы окружения на ранней стадии (1952 г.) весьма плодотворным было участие В.А. Давиденко.

В разработке столь сложной системы особенно велика роль математических расчётов. Расчёты проводились в основном в Отделении прикладной математики МИАН СССР под общим руководством М.В. Келдыша и А.Н. Тихонова.

1. Расчёты обжатия основного изделия проводились в ОПМ в отделе К.А. Семендяева. Ряд расчётов был проведён в КБ-11 в отделе И.А. Адамской. Отдельные расчёты проводились в отделе А.А. Самарского.

2. Расчёты теплопередачи проводились в ОПМ, отдел И.М. Гельфанда.

3. Отдельные расчёты проводились в КБ-11, в отделе А.А. Бунатяна.



Игорь Евгеньевич Тамм (1895–1971).

Выдающийся физик-теоретик XX века, академик, участник разработки первых термоядерных зарядов, работал в КБ-11 (ВНИИЭФ) с 1950 по 1954 гг., заместитель научного руководителя КБ-11, Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской премии, лауреат Нобелевской премии по физике.

От идеи АО до испытания 1 год и 8 месяцев:

	Идея	Испытание
США	09.03.51	01.11.52
СССР	01.03.54	22.11.55

4. Расчёты КПД первичного изделия проводились в ОПМ, отдел А.А. Самарского.

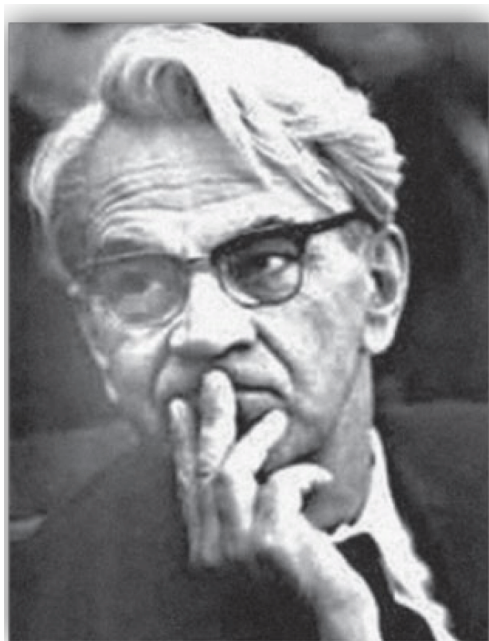
5. Расчёты проникновения тепла проводились в ОПМ, в отделе А.А. Самарского.

6. Расчёты КПД взрыва основного изделия проводились в ОПМ, в отделе А.А. Самарского. Ряд расчётов был проведён группой И.М. Халатникова (ИФП).

7. Расчёт уравнений состояния был проведён группой И.М. Халатникова (ИФП).

Многие расчёты проводились на электронной машине ОПМ "СТРЕЛА". Были решены весьма сложные задачи разработки методов расчёта, программирования и организации [15].

Согласно принятой в атомной отрасли традиции 01.07.1955 г. работала экспертная комиссия выдающихся учёных в составе: И.Е. Тамм (председатель), М.В. Келдыш, М.А. Леонтович, А.Д. Сахаров, В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, И.М. Халатников, которая ознакомилась с теоретическими и экспериментальными работами по изделю 37.

Обеспечение расчётных работ

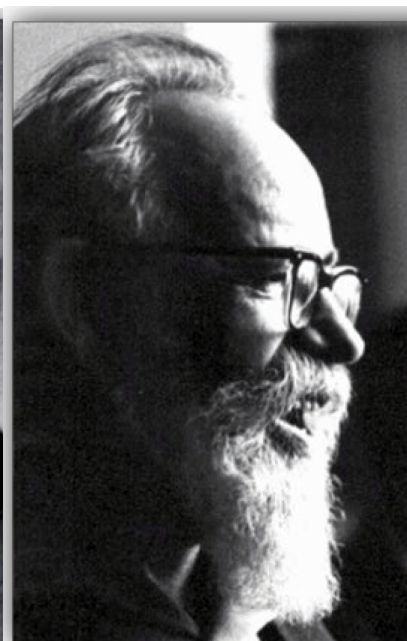
**Мстислав Всеволодович Келдыш
(1911 – 1978).**

Выдающийся математик XX века, активный участник и организатор ракетно-ядерных проектов СССР, участник ядерных испытаний, автор фундаментальных работ по прикладной математике и физике, внёс выдающийся вклад в развитие вычислительной математики, директор и организатор ИПМ АН СССР, Президент Академии наук СССР, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и двух Сталинских премий.



**Андрей Николаевич Тихонов
(1906 – 1993).**

Выдающийся математик XX века, академик, основатель научной школы, один из инициаторов применения численных методов для разработки атомной и водородной бомб, директор ИПМ АН СССР, дважды Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской и двух Сталинских премий.



**Константин Адольфович Семендяев
(1908 – 1988).**

Крупный специалист в области вычислительной математики, активный участник разработки первых атомных и термоядерных зарядов, работал по Атомному и Термоядерному проектам в Математическом институте АН СССР (1946 – 1964 гг.), трижды лауреат Сталинской премии.

"Комиссия отмечает, что КБ-11 и ОПМ проделана весьма большая работа по исследованию новых физических принципов, положенных в основу водородной бомбы с атомным обжатием" [9].

В интересах безопасности населения было сделано специальное снижение мощности взрыва в два раза. На этом настаивало руководство Министерства обороны (МО) по инициативе специалистов полигона.

РДС-37 — первая отечественная водородная бомба с атомным обжатием. Была испытана 22 ноября 1955 г. на Семипалатинском полигоне. Мощность — 1,6 Мт ТЭ.

Испытанием РДС-37 руководил И. В. Курчатов.

В испытании принимали участие: заместитель министра обороны А.М. Василевский, М.И. Неделин, В.А. Боляtko, заместитель председателя Совета Министров СССР — министр МСМ А.П. Завенягин с большой группой руководителей МСМ, руководители институтов (Н.Н. Семёнов, Е.К. Фёдоров, М.А. Садовский, А.И. Бурназян, С.А. Христианович, А.В. Енько).

От КБ-11, кроме Ю.Б. Харитона, начальника КБ-11 Б.Г. Музрукова, главного инженера Н.А. Петрова, Я.Б. Зельдовича, А.Д. Сахарова, физиков-экспериментаторов, специалистов по сборке заряда и автоматики, в испытаниях принимала участие большая группа молодых физиков-теоретиков — разработчиков РДС-37.

На испытаниях присутствовала также большая группа выдающихся математиков: М.В. Келдыш, И.М. Гельфанд, С.К. Годунов, В.Ф. Дьяченко, О.В. Локуцкий, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов.



Самолет-носитель атомных бомб Ту-16 А. На вооружении с 1954 г.

Следует особо отметить существенные отличия первых конструкций термоядерных зарядов США и СССР. Характерное значение отношения длины к диаметру первых термоядерных зарядов СССР ≤ 2 , а для первых термоядерных зарядов США оно составляет 3,2 – 4,8. Это указывает на принципиальное отличие в структуре вторичных модулей первых термоядерных зарядов СССР и США и оригинальность нашей схемы двухстадийного заряда. Отмеченное отличие в габаритных параметрах зарядов США смогли существенно сократить только после испытаний в 1956 г.

Из 23 выдающихся граждан нашей страны, трижды награждённых званием Героя Советского Союза или Героя Социалистического Труда, 9 человек являются участниками Атомного проекта: Б.Л. Ванников, Н.Л. Духов,

И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон, К.И. Щелкин, Я.Б. Зельдович, А.Д. Сахаров, Е.П. Славский, А.П. Александров. По праву к ним можно отнести и выдающегося математика М.В. Келдыша.

Признанием мирового уровня советских учёных — участников Атомного проекта служит присуждение девяти учёным Нобелевских премий, причём даже в период холодной войны. Это И.Е. Тамм (1958 г.), Н.Н. Семёнов (1956 г.), И.М. Франк (1958 г.), Л.Д. Ландау (1962 г.), Л.В. Канторович (Премия по экономике памяти Альфреда Нобеля 1975 г.), А.Д. Сахаров (Нобелевская премия мира 1975 г.), П.Л. Капица (1978 г.), В.Л. Гинзбург (2003 г.), А.А. Абрикосов (2003 г.).

4.7. Решающий шаг к миру

Создание в СССР термоядерного оружия явилось переломным моментом в середине XX века, что сделало третью мировую войну невозможной.

Физики — участники водородного проекта первыми поняли, что они создали оружие сдерживания, и донесли свою точку зрения до руководителей страны. В 1954–1956 гг. политики трансформировали это положение в тезис о мирном сосуществовании.

Первые образцы термоядерного оружия были созданы в СССР и США практически одновременно и имели принципиально отличные конфигурации термоядерных узлов.

Создание термоядерной бомбы РДС-37, основанной на практической реализации новых глубоких научных идей, — результат концентрации усилий на всех технологических уровнях, в первую очередь интеллектуальном.

Это был прорыв в новую область знаний. 22 ноября 1955 г. был испытан образец оружия, физическая схема которого явилась основой термоядерного арсенала нашей страны, обеспечившего в дальнейшем ядерное сдерживание и национальную безопасность.

В середине 1950-х гг. численность армии была уменьшена с 5763000 человек в 1955 г. до 3623000 человек в 1958 г.

5. Мир в XXI веке. Борьба за ресурсы — источник мировых конфликтов. Ядерное оружие России — основа стабильности в мире

Создание ядерного оружия в СССР было исторической необходимостью в условиях острой политической и идеологической конфронтации с США, выросшей в глобальное противостояние.

Испытание 29 августа 1949 г. продемонстрировало всему человечеству, что мы овладели одной из основных технологий XX века, создали новые отрасли промышленности, новые направления науки и в результате ликвидировали атомную монополию США. Это событие положило начало созданию нашего ядерного щита, ставшего основой национальной безопасности России, обеспечившего нам мир и позволяющего войти в XXI век с уверенностью в будущем. В 1953, 1955, 1958, 1961 годах были испытаны образцы термоядерного оружия, разработка которых положила начало созданию гарантий ядерного сдерживания.

Создание и испытание первых образцов ядерного и термоядерного оружия явилось переломным моментом в мировой истории. Великая Победа 1945 г. и статус ядерной державы впервые в многовековой истории России превратили нашу страну в мировую сверхдержаву.



Три "К" — основоположники ракетно-ядерного щита. Академики (слева направо): Сергей Павлович Королёв, Игорь Васильевич Курчатов, Мстислав Всеволодович Келдыш — научный и трудовой подвиг которых позволил нашей стране достигнуть в 1970-е годы ядерного паритета и стать ведущей мировой державой.

В этих условиях одновременно с оружием (и часто чуть раньше) создавалась новая наука, существенно расширяющая наши представления о природе столь "необычной реальности" и позволяющая выработать способы управления её процессами. Именно такой подход позволил решить практические задачи огромной государственной важности, от которых в немалой степени зависело само существование нашего государства.

Мы успешно конкурировали с ядерными центрами США. Между моментами испытаний первой атомной бомбы в США и СССР лежит промежуток времени чуть больше четырёх лет. Однако срок между испытаниями первых "настоящих" термоядерных зарядов в США и СССР сократился уже до полутора лет, причём наш термоядерный заряд РДС-37, созданный в КБ-11 в 1955 г., принципиально отличался от первых американских термоядерных зарядов. Это была более рискованная, но и более перспективная система.

Сегодня Россия по-прежнему способна обеспечить ядерное сдерживание, что позволяет нам сохранять суверенитет и территориальную целостность страны, даёт возможность нашему народу жить в соответствии со своим историческим выбором.

Мир в начале XXI века находится в состоянии неустойчивого равновесия, безъядерный мир сейчас может быть точкой бифуркации к третьей мировой войне — войне за передел мира в интересах борьбы всех против всех, за право народа на существование.

В начале XXI века Россия вновь на распутье. Идёт формирование нового общества, новой государственности, новых отношений с миром. С одной стороны — смутно осознаваемая западная система ценностей, с другой — поиски национальной идеи, российских корней.

Глобальные проблемы цивилизации — рост населения, ограниченность ресурсов, проблемы энергоресурсов, национальный суверенитет и глобализация, борьба цивилизаций.

Современный западный капитализм — источник глобального мирового кризиса.

Мировые катаклизмы начала XXI в. свидетельствуют о пагубности для России следования западным "ценностям", а более чем 1000-летняя история нашей страны отчётливо показывает, что стратегия развития для России — воля быть собой, воля быть и остаться в истории.

Россия — альтернатива Западу, а не антизапад!

Список литературы

1. "Plutonium: The first 50 years. United States plutonium production, acquisition and utilization from 1944 through 1994", Report DOE/DP-0137, February 1996 (Washington, DC: The United States Department of Energy, 1996)
2. Михайлов В Н (Ред.) *Ядерное оружие и национальная безопасность* (М. – Саранск: ФГУП Институт стратегической стабильности Росатома. Красный Октябрь, 2008)
3. Рябев Л Д (Общ. ред.), Кудинова Л И (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (М.: Наука, 1998)
4. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 2 *Атомная бомба. 1945–1954* Кн. 1 (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 1999)
5. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 2 *Атомная бомба. 1945–1954* Кн. 5 (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2005)
6. Андрияшин И А, Ильяев Р И, Чернышев А К *Юлий Борисович Харитон. Страницы творческой биографии* (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2014)
7. Сохина Л П, Колотинский Я И, Халтурин Г В *Плутоний в девичьих руках* (Екатеринбург: ЛИТУР, 2003)
8. Mikhailov V, Andryushin I, Chernyshev A *Catalog of Worldwide Nuclear Testing* (New York: Begell Atom, 1999)
9. Андрияшин И А, Ильяев Р И, Чернышев А К *Решающий шаг к миру. Водородная бомба с атомным обогащением РДС-37. К 100-летию со дня рождения А.Д. Сахарова* (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2010)
10. Сахаров А Д *Воспоминания* (Нью-Йорк: Изд-во имени Чехова, 1990)
11. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 3 *Водородная бомба. 1945–1956* Кн. 1 (Саров–М.: РФЯЦ – ВНИИЭФ. Физматлит, 2008)
12. Андрияшин И А, Ильяев Р И, Чернышев А К *"Слойка" Сахарова. Путь гения* (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2011)
13. Ритус В И "В.Л. Гинзбург и Атомный проект" *УФН* **178** 444 (2017); Ritus V I "V.L. Ginzburg and the Atomic Project" *Phys. Usp.* **60** 413 (2017)
14. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 2 *Атомная бомба. 1945–1954* Кн. 6 (Саров–М.: РФЯЦ – ВНИИЭФ. Физматлит, 2006)
15. Киселев Г В "Участие Л.Д. Ландау в советском Атомном проекте (в документах)" *УФН* **178** 947 (2008); Kiselev G V "L D Landau in the Soviet Atomic Project: a documentary study" *Phys. Usp.* **51** 911 (2008)
16. Самарский А А "Прямой расчет мощности взрыва", в сб. *Наука и общество. История Советского Атомного проекта. Труды Международного симпозиума ИСАП-96* Т. 1 (М.: ИздАТ, 1997) с. 214
17. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.) *Атомный проект СССР. Документы и материалы* Т. 3 *Водородная бомба. 1945–1956* Кн. 2 (Саров–М.: РФЯЦ – ВНИИЭФ. Физматлит, 2009)
18. Андрияшин И А, Ильяев Р И, Чернышев А К *Основатель атомной отрасли* 2-е изд., перераб. и доп. (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2015)
19. Чернышев А К *Из поколения победителей Академик А. Д. Сахаров в Атомном проекте СССР* (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2021)
20. Ильяев Р И "Сахаров в КБ-11. Путь гения" *УФН* **182** 195 (2012); Ilkaev R I "Sakharov at KB-11. The path of a genius" *Phys. Usp.* **55** 183 (2012)
21. Ритус В И "А.Д. Сахаров: личность и судьба" *УФН* **182** 182 (2012); Ritus V I "A D Sakharov: personality and fate" *Phys. Usp.* **55** 170 (2012)
22. Гончаров Г А "Основные события истории создания водородной бомбы в СССР и США" *УФН* **166** 1095 (1996); Goncharov G A "American and Soviet H-bomb development programmes: historical background" *Phys. Usp.* **39** 1033 (1996)
23. Гончаров Г А "К истории создания советской водородной бомбы" *УФН* **167** 903 (1997); Goncharov G A "On the history of creation of the Soviet hydrogen bomb" *Phys. Usp.* **40** 859 (1997)
24. Киселев Г В "Физики — выпускники Московского университета и советский Атомный проект" *УФН* **175** 1343 (2005); Kiselev G V "Moscow State University physics alumni and the Soviet Atomic Project" *Phys. Usp.* **48** 1251 (2005)
25. Гудин С А "Сотрудники Института физики металлов Уральского отделения Российской академии наук и становление Атомного проекта СССР" *УФН* **194** 765 (2024); Gudin S A "Employees of the Institute of Metal Physics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences and the development of the Soviet Atomic Project" *Phys. Usp.* **67** 717 (2024)
26. Харитон Ю Б, Адамский В Б, Смирнов Ю Н "О создании советской водородной (термоядерной) бомбы" *УФН* **166** 201 (1996); Khariton Yu B, Adamskii V B, Smirnov Yu N "On the making of the Soviet hydrogen (thermonuclear) bomb" *Phys. Usp.* **39** 185 (1996)
27. Ритус В И "Группа Тамма – Сахарова в работе над первой водородной бомбой" *УФН* **184** 975 (2014); Ritus V I "Tamm–Sakharov group in work on the first hydrogen bomb" *Phys. Usp.* **57** 903 (2014)
28. Михайлов В Н (Руководитель ред. группы), Андрияшин И А, Зеленцов С А, Ильяев Р И, Чернышев А К (Ред. группа) *Ядерные испытания СССР* Т. 1 *Цели. Общие характеристики. Организация ядерных испытаний СССР. Первые ядерные испытания* (Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 1997)
29. Андрияшин И А, Чернышев А К, Юдин Ю А *Укрощение ядра: страницы истории ядерного оружия и ядерной инфраструктуры СССР* (Саров – Саранск: Тип. Красный Октябрь, 2003)
30. Лота В *Ключи от бездны. Борьба за атомную бомбу* (М.: Изд. дом Комсомольская правда, 2023)

Role of Academy of Sciences in Atomic Project*

A.K. Chernyshev. Russian Federal Nuclear Center–All-Russian Research Institute of Experimental Physics, prosp. Mira 37, 607188 Sarov, Nizhny Novgorod region, Russian Federation
E-mail: AKChernyshev@vniief.ru

The review is an expanded version of a report presented at a session of the Physical Sciences Division of the Russian Academy of Sciences dedicated to the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War and the 80th anniversary of the nuclear industry. The author hopes that the article will be useful to a wide range of readers, especially the younger generation, as it illustrates how, under the most difficult political and economic conditions of complete isolation from the outside world and without any assistance, our country, despite losing 27 million of its citizens in the Great Patriotic War and suffering enormous losses, managed to solve modernization problems and become a leader in global development in an astonishingly short time. In 1957, our country launched Sputnik, and, in 1961, Yuri Gagarin flew into space. The achievements of our Atomic Project during those years are a clear example of the scientific and technological heights that can be reached in Russia when three key conditions are met: a vital super-task, the creative work of specialists from various fields united in a unique final product, and, finally, powerful government support. These were major advances in high technology—technologies based on completely new scientific knowledge. The country's leaders and the leaders of the Atomic Project managed to organize the work, creating multidisciplinary teams of specialists and closely linking scientific, engineering, design, experimental, and technological work into a unified system aimed at creating an atomic bomb in two to three years. The rapid implementation of fundamental scientific advances through the careful selection of priorities and the concentration of resources on them, the selection and training of talented personnel, and the utmost responsibility and enthusiasm of all nuclear weapons specialists have allowed, and continue to allow, despite our country's significantly smaller financial and economic resources compared to those of the USA, effectively maintaining strategic balance in the world and thereby ensuring peace for many decades.

* This review is based on the report presented at the Scientific Session of the Physical Sciences Division of the Russian Academy of Sciences (PSD RAS) "On the 80th Anniversary of the Great Victory: Contribution of Russian Physicists" on May 14, 2025 (see *Uspekhi Fizicheskikh Nauk* **195** (12) ii (2025); *Physics–Uspekhi* **68** (12) (2025)).

Keywords: USSR Atomic Project, role of Academy of Sciences, development of first nuclear and thermonuclear weapons

PACS numbers: **01.65. + g, 28.70. + y, 89.20.Dd**

Bibliography — 30 references

Uspekhi Fizicheskikh Nauk **195** (12) 1289 – 1311 (2025)

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2025.05.039982>

Received 14 August 2025

Physics – Uspekhi **68** (12) (2025)

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNe.2025.05.039982>