

Советский Атомный проект и ФИАН

(к 75-летию Атомной отрасли)

Б.Л. Альтшулер

Данная статья написана на основе доклада Б.Л. Альтшулера и В.И. Ритуса, представленного на научной сессии Общего собрания Отделения физических наук Российской академии наук (РАН) "75 лет атомной отрасли. Вклад Академии наук" 7 декабря 2020 г. В публикуемой статье обсуждается вклад Физического института им. П.Н. Лебедева Академии наук СССР (ФИАН) в реализацию Атомного проекта СССР, рассказывается о научных группах и сотрудниках ФИАН, участвовавших в Атомном проекте СССР.

Ключевые слова: Атомный проект СССР, вклад Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) в Атомный проект СССР

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

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2020.12.038932>

Содержание

1. Предисловие (537).
 2. Введение. Исторические предпосылки (537).
 3. СССР: следствия американских атомных бомбардировок Японии (538).
 4. ФИАН и бомбы (539).
 5. Спецгруппа в Теоротделе ФИАН (540).
 6. Физика "слойки" (РДС-6с) (542).
 7. После "слойки" (543).
 8. Но вернёмся в ФИАН 1948 года (543).
 9. Вместо заключения (545).
- Список литературы (545).

1. Предисловие

Презентацию этого доклада, состоявшегося на Общем собрании Отделения физических наук РАН (Москва, 7 декабря 2020 г.), я посвятил памяти Владимира Евгеньевича Фортова, скончавшегося от ковида 29 ноября 2020 г., за 8 дней до доклада. В ноябре 2021 г. вышел специальный номер журнала *Успехи физических наук* (УФН), посвящённый памяти В.Е. Фортова [1], в котором, в частности, была воспроизведена одна из последних совместных статей моего отца Л.В. Альтшулера, В.Е. Фортова и Р.И. Ильяева [2] по теме основной совместной деятельности Альтшулера и Фортова — экстремальным состояниям вещества при высоких давлениях, изучение которых играло весьма существенную роль и в Атомном проекте.

Б.Л. Альтшулер
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
Ленинский просп. 53, 119991 Москва, Российская Федерация
E-mail: altshul@lpi.ru

Статья поступила 12 февраля 2021 г.,
после доработки 4 апреля 2022 г.

В.Е. Фортов — ученик моего отца, много с ним работал, очень помогал, когда отец болел (он умер в 2003 г. в возрасте 90 лет). И я очень благодарен Владимиру Евгеньевичу за книгу об отце *Экстремальные состояния Льва Альтшулера* [3], на создании которой он настоял и которую мы с ним сделали в 2011 г. Благодаря этой книге, в которой множество документов, воспоминаний по истории Атомного проекта СССР, я стал экспертом в этой сфере. Но экспертом я стал также и потому, что, готовясь к 100-летию А.Д. Сахарова, вновь много прочитал на эту тему, в частности, из *УФН* [4–16]. Этот доклад также существенно основан на публикациях В.И. Ритуса в *УФН* [17–19], в журнале *Природа* [20] и в подготовленном в Теоротделе ФИАН собрании воспоминаний об А.Д. Сахарове [21]. Следует указать также на использованные при подготовке доклада уникальные собрания документов Атомного проекта СССР [22, 23].

2. Введение. Исторические предпосылки

Прежде чем перейти к СССР и Физическому институту им. П.Н. Лебедева Академии наук СССР (ФИАНу), который был подключён к созданию водородной бомбы в июне 1948 г., кратко упомянем о предшествующих событиях.

6 и 9 августа 1945 г. произошли американские атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки (фото 1а, б).

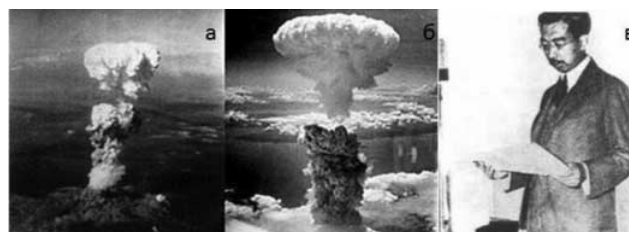


Фото. 1. Ядерные грибы над Хиросимой (а) 6 августа 1945 г. и Нагасаки (б) 9 августа 1945 г. и император Хирохито (в) 15 августа 1945 г.

9 августа СССР объявил войну Японии. После атомной бомбардировки Хиросимы военно-политическое руководство Японии не проявило какой-либо готовности к капитуляции. 10 августа, после бомбардировки Нагасаки и крушения надежды на сепаратный мир с СССР, мнения шести членов кабинета министров разделились поровну: трое за капитуляцию, трое ястребов против. Решающим оказалось мнение "божественного императора" — за капитуляцию. 14 августа было подготовлено соответствующее радиообращение Хирохито к народу. В тот же день состоялся военный мятеж ястребов, к счастью, подавленный. 15 августа император зачитал по радио обращение о капитуляции Японии (фото 1в).

В последующие дни и недели сотни, подчёркиваем, сотни, японских высших офицеров выходят на центральную площадь Токио и делают себе харакири. Очевидно, что они были готовы сражаться до последнего японца.

Историческим фактом является то, что быстрая капитуляция Японии и окончание Второй мировой войны 2 сентября 1945 г., в том числе и по причине атомных ударов по Хиросиме и Нагасаки, спасли жизнь сотен тысяч людей, а, возможно, и миллионов, если говорить о народе Японии.

При этом совершенно естественен ужас каждого нормального человека от мгновенного сожжения ста тысяч человек. Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки стали на все времена суровым предупреждением, наглядной демонстрацией невозможности ядерной войны. И это "работало" в течение десятилетий, предотвращая Третью мировую войну.

Тут уместно процитировать Андрея Дмитриевича Сахарова:

"Сегодня термоядерное оружие ни разу не применялось против людей на войне. Моя самая страстная мечта (глубже чего-либо ещё) — чтобы это никогда не произошло, чтобы термоядерное оружие сдерживало войну, но никогда не применялось" [24, часть I, гл. 6].

3. СССР: следствия американских атомных бомбардировок Японии

20 августа 1945 г. для руководства всеми работами по использованию атомной энергии урана Распоряжением Государственного комитета обороны (ГКО) СССР № ГКО-9887сс/ов был сформирован "Специальный комитет при ГКО" под председательством Л.П. Берия, бывшего тогда главой НКВД. Также при Спецкомитете было создано Первое главное управление (ПГУ), ответственное за организацию "атомных" работ, под руководством Б.Л. Ванникова. Научным руководителем Атомного проекта СССР стал И.В. Курчатов.

30 ноября Спецкомитет ГКО утверждает предложение о выборе места (южный берег оз. Кызыл-Таш Челябинской обл.) строительства комбината "Маяк" (завод № 817) для производства компонентов ядерного оружия.

9 апреля 1946 года вышло постановление о создании в г. Сарове Конструкторского бюро № 11 (КБ-11, Арзамас-16, "объект", ныне Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики — РФЯЦ – ВНИИЭФ) при Лаборатории № 2 АН СССР — позднее Институт атомной энергии (ИАЭ) им. И.В. Курчатова (ныне Национальный исследовательский центр "Курча-



Фото. 2. Три бомбы (Музей ядерного оружия, г. Саров). Слева направо: (а) первая в мире водородная бомба (РДС-бс) — "слойка" А.Д. Сахарова – В.Л. Гинзбурга, 400 кт ТЭ (1953 г.); (б) атомная бомба отечественной конструкции (РДС-2), 40 кт ТЭ (1951 г.); (в) первая советская атомная бомба (РДС-1), 22 кт ТЭ (1949 г.).

товский институт" — НИЦ КИ). Главным конструктором КБ-11 был назначен Ю.Б. Харитон.

Первая советская атомная бомба (фото 2в) успешно испытана 29 августа 1949 г. Она была точной копией американского "Толстяка", сброшенного на Нагасаки. Сконструирована по разведанным, полученным у Клауса Фукса и ряда других учёных-атомщиков — участников Манхэттенского проекта, рисковавших жизнью ради восстановления ядерного паритета СССР и США.

В середине бомба (фото 2б), принятая на вооружение армии, — меньше по размеру и в два раза мощнее "американской", сконструированная по знаменитому "Отчёту четырёх" 1948 г. (Л.В. Альтшулер, Е.И. Забабахин, Я.Б. Зельдович и К.К. Крупников). Слева — "слойка" Сахарова – Гинзбурга (фото 2а). О ней подробнее ниже.

Тут необходимо отметить, что вопрос о том, какую бомбу испытывать первой: "американскую" или более совершенную отечественную, — решался отнюдь не голосованием на некоем учёном совете. В недавнем сериале "Бомба" именно так, и это очень смешно, выбирают тип реактора для комбината "Маяк". Делать первой бомбу по разведанным решил, очевидно, лично Л.П. Берия, который лучше всех понимал, что с ним сделает Сталин в случае неудачи испытания, и не мог допустить тут рискованной "самодеятельности".

Сотрудники объекта (за исключением Ю.Б. Харитона, Я.Б. Зельдовича и, вероятно, К.И. Щелкина) ничего не знали даже о самом факте существования разведанных. Это был секрет высочайшей государственной важности, поскольку рисковать работоспособной разведсетью, очевидно, было недопустимо. Отец рассказывал, что никогда не получал вразумительного ответа, когда спрашивал Ю.Б. Харитона, почему они делают менее совершенную конструкцию А-бомбы. В фильме "Бомба" о разведанных знают множество людей, что тоже нелепость.

Я посмотрел все 8 серий "Бомбы", поскольку газета "Троицкий вариант" попросила меня и ряд других коллег написать о нём (см. [25]). И должен сказать, что, несмотря на названные выше и некоторые другие неточности, фильм, по-моему, сильный и исторически верный, в том числе в подаче образов четырёх главных руководителей атомной эпопеи (фото 3).



БЕРИЯ
Лаврентий Павлович
(1899 – 1953)



ВАННИКОВ
Борис Львович
(1897 – 1962)



КУРЧАТОВ
Игорь Васильевич
(1903 – 1960)



ХАРИТОН
Юлий Борисович
(1904 – 1996)

Фото. 3. Четыре главных руководителя Атомного проекта СССР: Л.П. Берия, Б.Л. Ванников, И.В. Курчатов и Ю.Б. Харитон.

Очень меня обрадовал образ Юлия Борисовича Харитона — "особого человека", по выражению Я.Б. Зельдовича. Вполне адекватен и образ Игоря Васильевича Курчатова. И он, и Харитон были очень внимательны к коллегам, и это показано в фильме. А у полного, как и в жизни, Бориса Львовича Ванникова действительно были очень дружеские отношения с Курчатовым и Харитоновым.

И также историческим фактом является то, что Л.П. Берия общался с учёными-атомщиками совсем иначе, чем с жертвами в своих застенках. И правдой является то, что для Берии была недопустима близость сверхценного и сверхсекретного учёного и какой-то заключённой, которую в фильме ликвидируют после того, как Берия узнаёт о её существовании. В отклике на фильм "Бомба" А.Ю. Семёнов, биофизик, внук Н.Н. Семёнова и Ю.Б. Харитона, пишет: «Когда я спросил деда, каковы его личные впечатления от общения с Берией, он буквально сказал: "Когда мне приходилось разговаривать с ним, я отчётливо понимал, что это самый страшный из людей, которых мне когда-либо приходилось видеть в жизни"» [25]. Сериал "Бомба", я считаю, точно передаёт ужас той сталинской эпохи.

Но фильм показывает и другую историческую правду — энтузиазм и самопожертвование, с которыми работали тогда учёные — участники Атомного проекта. А также их убежденность, что эта работа жизненно необходима. Приведу рассказ моего отца, Л.В. Альтшулера:

«Помню, как однажды летом 1946 г. я шёл по Москве со знакомым, командовавшим в годы войны артиллерией корпуса. Был ясный солнечный день. Посмотрев на пешеходов, мой спутник провёл ладонью по лицу и неожиданно произнес: "Смотрю на идущих москвичей, и на моих глазах они превращаются в тени людей, испарившихся в огне атомного взрыва". У всех, кто осознал реальности наступившей атомной эры, быстрое создание советского атомного оружия, нужного для восстановления мирового равновесия, стало "категорическим императивом"» [3, с. 93].

4. ФИАН и бомбы

Надо сказать, что ФИАН, конкретно Лаборатория атомного ядра Дмитрия Владимировича Скобельцына (фото 4), был вовлечён в Атомный проект ещё с 1944 года. Разумеется, всё это и тогда, и потом, в "водородный" период, делалось под руководством директора ФИАНа Сергея Ивановича Вавилова (см. фото 4). Все совсекретные документы и задания поступали в ФИАН Вавилову и подписывались Вавиловым. В 1946 г. Д.В. Скобельцын стал директором созданного НИИ ядерной физики МГУ.



ВАВИЛОВ
Сергей Иванович
(1891 – 1951)

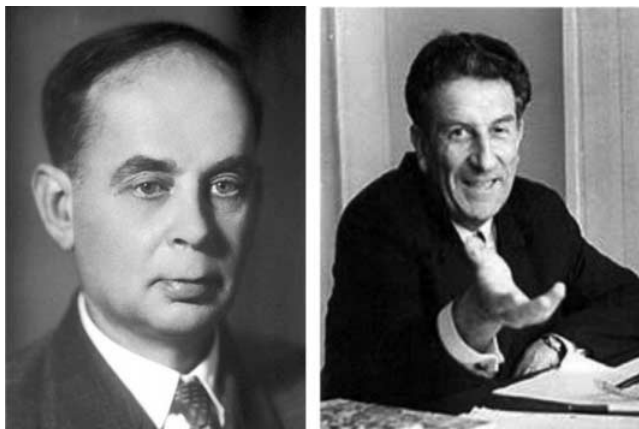


СКОБЕЛЬЦЫН
Дмитрий Владимирович
(1892 – 1990)

Фото. 4. Директор ФИАНа (в 1934 – 1951 гг.) С.И. Вавилов и заведующий лабораторией атомного ядра, а впоследствии директор ФИАНа (в 1951 – 1972 гг.) Д.В. Скобельцын [12, 15, 16].

В 1945 году вышло Постановление ГКО, поручившее ФИАНу выполнять исследования, согласованные с Лабораторией 2. Речь шла об изучении ядерных реакций для разрабатываемых ядерных реакторов. Возглавлял эту работу в ФИАНе Илья Михайлович Франк (фото 5). Участвовал в ней и сотрудник Отдела теоретической физики Евгений Львович Фейнберг [26] (см. фото 5).

Тогда же в ФИАНе был образован Отдел ядерной физики, куда вошли Лаборатория космических лучей, Лаборатория В.И. Векслера, занимавшаяся конструированием ускорителей заряженных частиц, и Лаборатория И.М. Франка, изучавшая размножение нейтронов в уран-графитовом кубе, ядерные dd - и dt -реакции, рассеяние быстрых нейтронов на литии и взаимодействие гамма-лучей с тяжёлыми ядрами. Именно за измерение сечений этих реакций и процессов И.М. Франк и его сотрудники



ФРАНК
Илья Михайлович
(1908 – 1990)

ФЕЙНБЕРГ
Евгений Львович
(1912 – 2005)

Фото 5. Руководитель лаборатории атомного ядра ФИАНа И.М. Франк и сотрудник Теоротдела ФИАНа Е.Л. Фейнберг.

И.Я. Барит, Е.М. Балабанов, Л.Н. Кацауров, В.В. Нефёдов, И.В. Штраних, Г.Е. Беловицкий получили Сталинские премии 31 декабря 1953 года. Вместе с ними стали лауреатами Сталинских премий и теоретики ФИАНа И.Е. Тамм, А.Д. Сахаров, В.Л. Гинзбург, С.З. Беленький, Е.С. Фрадкин, В.И. Ритус.

5. Спецгруппа в Теоротделе ФИАНа

В 1945 г. Клаус Фукс передал в СССР данные не только об атомном оружии, но и о ведущихся в США исследованиях по созданию более мощных, чем А-бомба, зарядов — термоядерного, или водородного, оружия. Эти американские исследования были сконцентрированы на схеме так называемого "классического супера".

В 1946 г. Я.Б. Зельдовичу (фото 6) с сотрудниками (С.П. Дьяков и А.С. Компанец) из Института химической физики АН СССР было поручено разработать конструкцию водородной бомбы, соответствующую данным разведки (см. [27–29]). Такая конструкция получила название "труба" (РДС-6т, в США — "Super"). В США через несколько лет убедились, что данная схема тупиковая, и в 1950 г. от неё отказались. В СССР группа Зельдовича также столкнулась с серьёзными трудностями в попытках реализации схемы "труба".

В сложившейся трудной ситуации Постановлением Совета министров СССР от 10 июня 1948 г. в ряде институтов, включая и ФИАН, были сформированы группы поддержки, которые должны были выполнять задания Ю.Б. Харитона и Я.Б. Зельдовича по совершенствованию проекта "труба".

В ФИАНе это была спецгруппа Игоря Евгеньевича Тамма, его заместителем был назначен Семён Захарович Беленький, члены группы: Виталий Лазаревич Гинзбург, Юрий Александрович Романов, Андрей Дмитриевич Сахаров и Ефим Самойлович Фрадкин. Постановление также обязывало привлечь к работе ФИАНовской спецгруппы Владимира Александровича Фока.

Исторический снимок (фото 7) был сделан существенно позже описываемых событий — во время первого и единственного визита Нильса Бора в СССР, за год до его смерти.



ЗЕЛЬДОВИЧ
Яков Борисович
(1914 – 1987)

Фото 6. Я.Б. Зельдович, возглавлявший теоретические отделы в Институте химической физики АН СССР (в 1946–1948 гг.) и в "Арзамасе-16" (1948–1963), один из ведущих участников Атомного проекта.

И.Е. Тамм участвовал в Атомном проекте с самого его начала, рассчитывал ударные волны, которыми экспериментально занимался Л.В. Альтшулер (мой отец). Конечно, они были знакомы, и я, подросток, слышал дома немало хорошего об Игоре Евгеньевиче. О Тамме очень ярко вспоминает Сахаров. Речь идёт о 1950 годе, когда три члена спецгруппы (Тамм, Сахаров и Романов) были переведены работать в Саров на объект.

«В начале апреля (1950 г.) предписание о выезде на объект получил Игорь Евгеньевич Тамм. Я помню, как мы его встречали на аэродроме. Он вышел из самолета с рюкзаком за плечами, держа в руках лыжи (они ещё пригодились), шурясь от яркого апрельского солнца. С его приездом наша жизнь сильно оживилась — и работа, и отдых.



Фото 7. Нильс Бор (1885–1962) и Игорь Евгеньевич Тамм (1895–1971) в Москве (май 1961 г.).



БЕЛЕНЬКИЙ
Семён Захарович
(1916 – 1956)



САХАРОВ
Андрей Дмитриевич
(1921 – 1989)



ГИНЗБУРГ
Виталий Лазаревич
(1916 – 2009)

Фото 8. С.З. Беленький — заместитель И.Е. Тамма по спецгруппе ФИАна и сотрудники спецгруппы А.Д. Сахаров и В.Л. Гинзбург.

Завтракали и обедали мы обычно втроем (И.Е., Романов и я). Игорь Евгеньевич обычно рассказывал новости, которые узнавал из передач иностранного радио (он регулярно слушал Би-Би-Си на английском и русском языках, тогда это было довольно необычно), — политические, спортивные, просто курьёзные; от него мы узнали о первом восхождении на Эверест в 1953 г. Хиллари и Тенцинга; я вспоминаю об этом сегодня, когда на Эверест поднялись участники советской экспедиции, возглавлявшейся его сыном Женей. Игорь Евгеньевич не давал нам, как говорится, закусать; будучи сам увлекающимся и общительным человеком, он и нас заставлял отдыхать активно и весело. Были в моде у нас вечерние игры в шахматы и их модификации (игра четвером, игра без знания фигур противника с секундантом и т.п.; И.Е. показал нам китайские игры "Го" и "выбирание камней"; последняя игра допускает алгоритмизацию, основанную на "золотом сечении", и мы ломали себе головы над этим). Были прогулки лыжные и пешие, а летом — выезд на купания (в последнем случае я был полностью посрамлен, но И.Е. тактично избавил меня от лишних огорчений)» (А.Д. Сахаров, "Воспоминания" [24, часть I, гл. 7, 8]).

Заместителем Тамма в спецгруппе был Семён Захарович Беленький [30] (фото 8). Это он после создания спецгруппы, как вспоминает Сахаров, меланхолично произнёс: "Итак, наша задача — лизать зад Зельдовича". Но получилось иначе. Семён Захарович был очень болен, поэтому его не командировали в Саров.

В.И. Ритус вспоминает: «Я познакомился с Семёном Захаровичем в 1954 г. при обсуждении своей работы, направляемой в *ЖЭТФ*, и более основательно — в 1955 г., когда стал сотрудником теоротдела. Это был приятный в общении, остроумный, мудрый и порядочный человек. Его преждевременная кончина в 1956 г. была шоком для всех сотрудников теоретического отдела.

В.Л. Гинзбург включил Семёна Захаровича в свою группу, куда вошёл ещё Е.С. Фрадкин. В начале 1953 г. Беленький, Гинзбург и Фрадкин провели расчёты перемешивания в "слоёке" с учётом как начальных возмущений в ходе обжатия, так и ударной волны, захлопывающей лёгкий слой. Они учли также влияние вязкости излучения на перемешивание» [19].

На фото 8 А.Д. Сахаров и В.Л. Гинзбург в том самом 1948 году, когда была сформирована спецгруппа в ФИАНе.

В книге Г.Е. Горелика о Сахарове *Наука и свобода* [31] подробно описаны исторические события, как в это самое время в центральной прессе появилась разгромная статья о В.Л. Гинзбурге, который "дискредитирует советскую науку". Известно, что именно бомба спасла советскую физику от "лысенкования".

В начале мая 1949 г. неожиданно, без каких-либо объяснений, было отменено назначенное на 10 мая и разрекламированное в течение года Всесоюзное совещание физиков, где должны были окончательно разгромить "идеалистические" квантовую механику и теорию относительности, а заодно и гнездо этого идеализма — ФИАН.

Тогда за несколько дней до совещания сотрудники НКВД подняли ночью Владимира Александровича Фока и самолётом доставили его из Ленинграда в Москву, в Кремль, где высокое начальство, возможно сам Сталин, велело ему рассказать у доски про квантовую механику и теорию относительности, и почему они необходимы для создания атомной бомбы. После кремлёвской ночной лекции Фок ранним утром явился домой к Тамму, где и отоспался на диване. Известно также об откровенном разговоре Берии и Курчатова. Так или иначе, но совещание было отменено. Дать такое указание мог только Сталин, поскольку все подобные погромные кампании были его личной инициативой и возражать, очевидно, никто не посмел бы.

На фото 9 член спецгруппы Юрий Александрович Романов (см. [32], у него очень хорошие воспоминания о Сахарове ([33] и в сборнике [21]), а также о И.Е. Тамме [34] и Владимир Александрович Фок; он в представлении не нуждается (см. [35]).

Член спецгруппы Ефим Самойлович Фрадкин прошёл войну, был тяжело ранен, пришёл в ФИАН сразу после демобилизации, в военной форме (см. фото 9). А.Д. Сахаров пишет: «Из всей нашей компании Фрадкин единственный достиг того амплуа высокопрофессионального физика-теоретика "переднего края", о котором мы все мечтали» [24, часть I, гл. 5].



РОМАНОВ
Юрий Александрович
(1926 – 2010)



ФОК
Владимир Александрович
(1898 – 1974)



ФРАДКИН
Ефим Самойлович
(1924 – 1999)

Фото 9. Сотрудники спецгруппы ФИАНа Ю.А. Романов, В.А. Фок и Е.С. Фрадкин, участвовавшие в Атомном проекте.

6. Физика "слойки" (РДС-6с)

Сахаров вспоминает:

«Два месяца я прилежно занимался изучением отчётов группы Зельдовича, а также повышением своих очень скудных тогда знаний по газодинамике и астрофизике (последнее — поскольку физика звёзд и физика термоядерного взрыва имеют много общего). Газодинамику мы все изучали тогда по соответствующему тому замечательной многотомной монографии Ландау и Лифшица. Думал я об этих предметах непрерывно.

По истечении двух месяцев я сделал крутой поворот в работе: а именно, я предложил альтернативный проект термоядерного заряда, совершенно отличный от рассматривавшегося группой Зельдовича по происходящим при взрыве физическим процессам и даже по основному источнику энерговыделения. Я ниже называю это предложение "1-й идеей".

Вскоре моё предложение существенно дополнил Виталий Лазаревич Гинзбург, выдвинув "2-ю идею"» [24, часть 1, гл. 6].

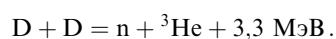
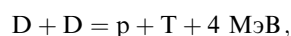
Схематический рисунок "слойки" Сахарова–Гинзбурга был сделан по моей просьбе на основании многочисленных открытых описаний (и опубликован мною в [36, с. 14]; [37, с. 454]). Секретными, не подлежащими разглашению остаются и, согласно Договору о нераспространении ядерного оружия, навсегда останутся таковыми числовые параметры (размеры и т.п.) указанных на рисунке элементов.

"Слойка" — это "обычная" атомная бомба, дополненная чередующимися "лёгкими" слоями термоядерного горючего и "тяжёлыми" слоями урана-238 ("1-я идея" — "слоёного пирога", принадлежала А.Д. Сахарову). "2-я идея" В.Л. Гинзбурга состоит в том, чтобы в качестве термоядерного горючего использовать не тяжёлую воду или жидкий тяжёлый этан (как первоначально предполагал Сахаров), а твёрдый дейтерид лития-6. Следует уточнить, что использовать твёрдый дейтерид лития в

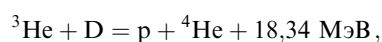
качестве топлива предлагалось ранее в 1946 году группой Я.Б. Зельдовича, А.С. Компанейца и С.П. Дьякова в Институте химической физики, а предложение Гинзбурга состояло в обогащении дейтерида лития изотопом ${}^6\text{Li}$, который, в отличие от основного изотопа ${}^7\text{Li}$, активно делится нейтронами, образуя гелий и тритий. Сечение реакций термоядерного синтеза с участием трития примерно на два порядка больше, чем сечения реакций с участием дейтерия. Соответственно, будет выше и энерговыделение водородной бомбы с тритием в качестве термоядерного горючего. Однако получение трития — чрезвычайно дорогой процесс, а главное — тритий нестабилен, длительное хранение термоядерных зарядов с тритием невозможно. Предложение В.Л. Гинзбурга позволило получать тритий в реакциях с участием ${}^6\text{Li}$ непосредственно в момент взрыва. Именно за это предложение Гинзбург получил Сталинскую премию 1-й степени и был выбран членом-корреспондентом Академии наук СССР [20].

Физические основы "слойки" достаточно подробно изложены в статьях непосредственного участника создания водородной бомбы РДС-6с в СССР В.И. Ритуса [17–20].

Первичные реакции синтеза ядер дейтерия в лёгких слоях:

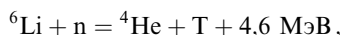


Образующиеся в этих реакциях ядра трития (Т) и ядра гелия (${}^3\text{He}$) в свою очередь вступают во вторичные термоядерные реакции:



идущие с заметно бóльшим энерговыделением. При этом сечение DT-реакции превосходит сечение DD-реакции более чем в 100 раз.

А при использовании предложенного Гинзбургом дейтерида лития-6, благодаря большому потоку вторичных нейтронов и большому сечению реакции



эта реакция становится существенным экзотермическим дополнительным источником трития. Будучи источником столь энергетически выгодного трития, дейтерид лития-6 стал применяться в дальнейшем как основное термоядерное топливо во всех водородных бомбах. Его промышленное производство было быстро налажено на комбинате № 817 ("Маяк").

В свою очередь идея Сахарова чередовать слои термоядерного горючего со слоями тяжёлого урана-238 давала двойное преимущество:

1) во-первых, при прохождении ударной волны в такой слоистой системе, когда в экстремальных условиях взрыва происходит полная ионизация атомов урана-238 и молекул дейтерида лития-6, в условиях термодинамического равновесия электронного газа в тяжёлых и лёгких слоях происходит ионизационное сжатие лёгких слоёв тяжёлыми, в результате плотность термоядерного горючего повышается на порядок, что способствует протеканию реакций синтеза; это явление увеличения плотности термоядерного горючего коллеги Сахарова называли "сахаризацией";

2) во-вторых, под действием высокоэнергетических, 14-МэВ-ных вторичных нейтронов ядра урана-238 начинают делиться с выделением "атомной энергии".

В результате "слойка" только на 15–20 % является водородной бомбой, а остальная энергия её взрыва выделяется за счёт реакций деления тяжёлых элементов в центральном ядре и в слоях урана-238.

А.Д. Сахаров любил повторять: "нереализованная идея — ещё не идея" (та же мысль в детском исполнении: "что нам стоит дом построить — нарисуем, будем жить"). От изложенных выше замечательных идей и схем до работоспособной конструкции РДС-6с "дистанция огромного размера", для преодоления которой потребовались пять лет напряжённой творческой работы, в том числе разработки принципиально новых вычислительных методик.

Разносторонние вычисления проводились в Институте физических проблем (ИФП) (Л.Д. Ландау, Н.Н. Мейман, И.М. Халатников [11]), Отделением прикладной математики Математического института АН СССР (ОПМ МИАН) (А.Н. Тихонов, А.А. Самарский), в других институтах и, конечно, в ФИАНе силами оставшихся там членов спецгруппы (В.Л. Гинзбург, С.З. Беленький, Е.С. Фрадкин), где вычислялись необходимые для расчёта процесса взрыва величины: теплопроводность и уравнение состояния урана при температурах 100 млн градусов, характеристики перемешивания, вязкости и диффузии и т.п.

"Слойка" (РДС-6с) была взорвана 12 августа 1953 г., её мощность составила 400 килотонн тротилового эквивалента (ТЭ). Цифра эта сама по себе мало что говорит непосвящённым. Полезно сравнить её с некоторыми наглядными параметрами термоядерного взрыва в 3 раза меньшей мощности, 140 килотонн ТЭ (проект "Чаган" — первый советский промышленный термоядерный взрыв 15 января 1965 г., Казахстан): взрывное устройство внешне представляло собой контейнер диаметром 86 см

и длиной 3 м; оно было заложено в пойме реки Чаган в скважине на глубине 178 м; взрыв выбросил 10,3 млн т грунта на высоту 950 м, образовав воронку диаметром 430 м и глубиной 100 м.

7. После "слойки"

В 1954 г. И.Е. Тамм вернулся в Москву, А.Д. Сахаров, В.И. Ритус и Ю.А. Романов остались на объекте. Дальнейшие события Атомного проекта в основном развивались помимо ФИАНа, но и не совсем. Через несколько месяцев после испытания "слойки", в начале 1954 года, теоретики объекта убедились, что её мощность увеличить невозможно. И тогда в результате коллективного "мозгового штурма" возникла "третья идея" (в классификации Сахарова): обжимать дейтерид лития-6 излучением атомной бомбы-запала.

И снова приходится вспомнить Физический институт имени Петра Николаевича Лебедева (см. [38, 39]), который в 1899 году впервые пронаблюдал это самое давление излучения, в его опытах — ничтожное. То, что с помощью излучения можно металлический шарик диаметром, например, 10 см сжать до диаметра около 4 см (уменьшение объёма в 10–20 раз), Лебедев, конечно, представить себе не мог. И соавтором "третьей идеи" его, наверно, можно считать очень условно. Правда, названное фантастическое сжатие дейтерида лития-6 обусловлено всё-таки не непосредственно давлением излучения, а явлением абляции: рентгеновское излучение атомной бомбы-запала, отразившись от внутренней поверхности кожуха, идеально равномерно нагревает термоядерное горючее, сжатие которого осуществляется давлением отдачи мгновенно испаряющегося поверхностного слоя¹. Так же "работает" и лазерный термояд, развитие которого, как известно, тоже тесно связано с ФИАНом.

Резкое изменение теоретиками объекта запланированного Правительством хода работ вызвало беспокойство высокого начальства. И для проверки "третьей идеи" в начале июня 1955 года на объект приехала авторитетная комиссия под председательством И.Е. Тамма, в состав которой входил и В.Л. Гинзбург. Другие члены комиссии: из Москвы — М.В. Келдыш, М.А. Леонтович, И.М. Халатников; от объекта — Я.Б. Зельдович и А.Д. Сахаров. Для Виталия Лазаревича это был первый и единственный случай посещения им объекта. А также чудесный шанс повидаться со старыми, с начала 1930-х годов, друзьями Л.В. Альтшулером и В.А. Цукерманом (см. фото 10 и подробнее [40]).

В.А. Цукерман — прототип слепого атомщика Наума Лифшица, героя фильма "Бомба". Но, конечно, фильм не отражает всей уникальности личности Вениамина Ароновича Цукермана. Вылет пули из ствола при выстреле Цукерман снимал ещё во время войны. В 1946 г. Ю.Б. Харитон предложил Альтшулеру и Цукерману участвовать в Атомном проекте.

8. Но вернёмся в ФИАН 1948 года

А.Д. Сахаров вспоминает, что осенью 1948 года «вместо нашей 14-метровой комнаты в "коридорном" доме» ему дали квартиру. «Я.Б. Зельдович сострил по поводу получения мною квартиры, что это первое использова-

¹ Я благодарен Р.З. Сагдееву за это пояснение.



Фото 10. В.Л. Гинзбург, Л.В. Альтшулер и В.А. Цукерман (Саров, июнь 1955 г.).



Фото 11. На 1000-м семинаре В.Л. Гинзбурга (ФИАН, 2 марта 1983 г.). Первый ряд (справа налево): А.Г. Молчанов (1930–2009), Я.Б. Зельдович, Л.В. Парийская (1904–1988), В.И. Ритус, Л.М. Озерной, Б.Л. Альтшулер, Л.А. Панюшкина [42].

ние термоядерной энергии в мирных целях» [24, часть I, гл. 6].

М.С. Рабинович (друг Сахарова по аспирантуре в ФИАНе):

«Теоретический отдел в ФИАНе начал заниматься атомной проблемой. Я к этим работам не был привлечён, видел всё со стороны. Андрей же был втянут в эту орбиту. О своей работе он уже не рассказывал мне ни слова, но много говорил о жизни.

Однажды он рассказывал мне: "Получается такая ситуация. Меня часто приглашают в Кремль, на заседание. Оно длится обычно часов до четырёх утра, потом все участники идут к своим легковым машинам, а у меня машины нет, и никто не знает, что машины нет, я этого никому не говорю. И нужно от Кремля добираться до Октябрьского поля — это километров двенадцать, а то и пятнадцать". И он, если не схватит такси, пешком шагает домой» [21, с. 521, 522].

Л.В. Парийская (математик-программист, сотрудник Отдела теоретической физики ФИАНА в 1943–1974 гг., работала с А.Д. Сахаровым в спецгруппе, см. фото 11):

«Вообще скоро всё у нас в отделе изменилось. Кончилась наша безмятежная жизнь, кончились весёлые истории на диване. Молодёжь выселили в какой-то закуток за стеклянной перегородкой в коридоре. Наше начальство озабоченно вполголоса совещалось то на диване, то у доски. Что у нас делается, я не знала: мне не говорили, а я не спрашивала. По институту носились слухи, что у нас появился какой-то таинственный генерал. (Генерал? Почему генерал? Война кончилась, а у нас генерал.) Мне принесли заполнить какую-то длинную анкету.

Сахарова всё чаще куда-то требовали. Прибегала запыхавшаяся секретарша:

— Сахарова к директору!

— Сахарова на провод, скорее, скорее!!

Приходил какой-то невзрачный человек, докладывал: "Машина для Сахарова!"

Я чувствовала, что какой-то мощный водоворот затягивает Сахарова, а с ним вместе и наш отдел. (...)

Нас было немного: Игорь Евгеньевич, Виталий Лазаревич, Сахаров, несколько молодых физиков и нас — двое вычислителей, сидящих в отдельной комнате. Нам

привезли новые немецкие арифмометры "мерседес". Это были хорошие машины, работать на них было удобно, только шум от них стоял изрядный. Сахаров сразу же заявил, что будет иметь дело только со мной и просит остальных меня не занимать. (...)

Сахаров работал всё так же иступлённо. Мне казалось часто, что он смертельно устал: то ли он ещё работает ночью, то ли плохо спит. Однажды он пришёл поздно. Я сразу зашла к нему с работой. Но он посмотрел на меня такими опустошёнными глазами, что я только спросила: "Что с Вами?" Он помолчал. И вдруг стиснул с силой голову обеими руками и прошептал: "Вы же не понимаете!! Это ужас, ужас! Что я делаю!?" — и потом сказал совсем тихо: "Вы знаете, у меня внутренняя истерика. Я ничего не могу..."

Вот тут я сказала ему: "Идите сейчас же домой и ложитесь спать. Уходите!" Он подумал, согласился и ушёл. Пришёл на другой день, сказал мне с торжеством: "Вы знаете, а я проспал 13 часов подряд..."» ([41], см. также [21] с. 472–474).

А.Д. Сахаров (написано через 34 года после создания спецгруппы в ФИАНе):

«Я не мог не сознавать, какими страшными, нечеловеческими делами мы занимались. Но только что окончилась война — тоже нечеловеческое дело. Я не был солдатом в той войне — но чувствовал себя солдатом этой, научно-технической. (Курчатов иногда говорил: мы солдаты — и это была не только фраза.) Со временем мы узнали или сами додумались до таких понятий, как стратегическое равновесие, взаимное термоядерное устрашение и т.п.» [24, часть I, гл. 6].

Да, взаимное термоядерное устрашение в течение десятилетий не допускало большой войны. Но накопленные противостоящих друг другу ядерных вооружений происходило стремительно. Более того, сами ракеты (как стационарные, так и базирующиеся на подводных ракетносцах) изменились качественно. Новые усовершенствованные носители сокращали полётное время, а разделяющаяся головная часть — РГЧ — превращала каждую ракету в сверхсмертоносное оружие, способное

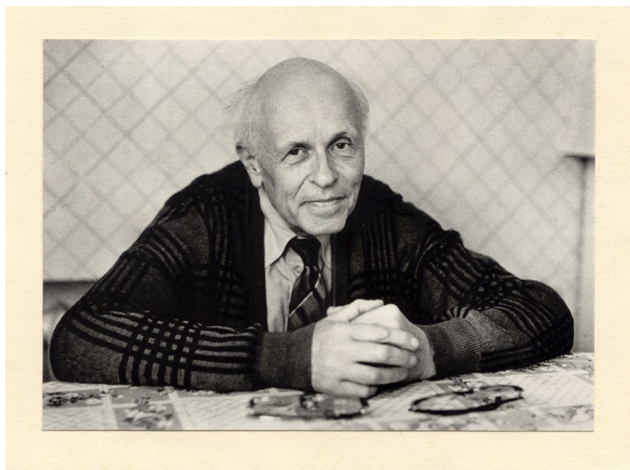


Фото 12. А.Д. Сахаров (фото Ю. Роста).

стереть с лица земли несколько крупных городов. И это "равновесие страха" становилось всё более неустойчивым. В новые времена были рассекречены ряд эпизодов сбоев советской либо американской систем раннего предупреждения, когда только случайность спасла мир от термоядерного самоубийства.

Сахаров был один из немногих, может быть в СССР единственный, кто эту ситуацию понимал. Отсюда главный посыл его статьи "Размышления о прогрессе, мирном существовании и интеллектуальной свободе" 1968 года: «Каждое разумное существо, оказавшись на краю пропасти, сначала старается отойти от этого края, а уж потом думает об удовлетворении всех остальных потребностей. Для человечества отойти от края пропасти — это значит преодолеть разобщённость» [43, с. 11].

Как видно из ныне рассекреченных документов Политбюро ЦК КПСС и КГБ СССР, весьма объёмная брошюра "Размышления..." Сахарова была внимательно изучена Л.И. Брежневым и по его поручению другими членами Политбюро и существенно определила ряд важнейших аспектов (к сожалению, не очень последовательных) внешней политики СССР в последующие десятилетия. Об этом подробно смотри в моей книге, посвящённой 100-летию Андрея Дмитриевича Сахарова [44].

9. Вместо заключения

Две мемориальные доски И.Е. Тамма и А.Д. Сахарова на фронтоне главного здания ФИАНа символизируют неразрывную связь ФИАНа с этими великими учёными, а также и с Атомным проектом СССР. Но знаменит ФИАН не только этим. "Только физика — соль, остальное всё ноль..." — слова из бессмертного гимна студентов-физиков "Дубинушка", сочинённого Б.М. Болотовским — сотрудником ФИАНа в течение 70 лет, ушедшим из жизни в мае 2021 года [45]. Есть немало других аспектов замечательной истории ФИАНа, но они выходят за рамки настоящего доклада.

Выражаю благодарность В.И. Ритусу за многочисленные консультации. Устные и опубликованные [17–20, 46–50] воспоминания В.И. Ритуса о коллегах по Атомному проекту были использованы мною при подготовке доклада и при редактировании текста настоящей статьи.

Список литературы

1. "Памяти Владимира Евгеньевича Фортова" *УФН* **191** (11) 1129–1248 (2021); "In memory of Vladimir Evgen'evich Fortov" *Phys. Usp.* **64** (11) 1071–1184 (2021)
2. Альтшулер Л В, Ильяев Р И, Фортов В И "Использование мощных ударных и детонационных волн для изучения экстремальных состояний вещества" *УФН* **191** 1231 (2021); Altshuler L V, Il'kaev R I, Fortov V E *Phys. Usp.* **64** 1167 (2021)
3. Альтшулер Б Л, Фортов В Е (Ред.) *Экстремальные состояния Льва Альтшулера* (М.: Физматлит, 2011)
4. Хирш Д, Мэтьюз У "Водородная бомба: Кто же выдал ее секрет?" *УФН* **161** (5) 153 (1991); Hirsch D, Mathews W G "The H-bomb: Who really gave away the secret?" *Sov. Phys. Usp.* **34** 437 (1991); *Bull. Atom. Sci.* (1–2) 22 (1990)
5. 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 *Phys. Usp.* **39** 185 (1996)
6. Гончаров Г А "Основные события истории создания водородной бомбы в СССР и США" *УФН* **166** 1095–1104 (1996); Goncharov G A "American and Soviet H-bomb development programmes: historical background" *Phys. Usp.* **39** 1033–1044 (1996)
7. Гончаров Г А "К истории создания советской водородной бомбы" *УФН* **167** 903–912 (1997); Goncharov G A "On the history of creation of the Soviet hydrogen bomb" *Phys. Usp.* **40** 859–867 (1997)
8. Адамский В Б, Смирнов Ю Н "Еще раз о создании советской водородной бомбы" *УФН* **167** 899 (1997); Adamskii V B, Smirnov Yu N "Once again on the creation of the Soviet hydrogen bomb" *Phys. Usp.* **40** 855 (1997)
9. Гончаров Г А, Рябев Л Д "О создании первой отечественной атомной бомбы" *УФН* **171** 79–104 (2001); Goncharov G A, Ryabev L D "The development of the first Soviet atomic bomb" *Phys. Usp.* **44** 71–93 (2001)
10. Гончаров Г А, Рябев Л Д "О замечаниях В.С. Шпинеля к статье "О создании первой отечественной атомной бомбы" *УФН* **172** 236–238 (2002); Goncharov G A, Ryabev L D "About V S Shpindel's remarks on the review "The development of the first Soviet atomic bomb" *Phys. Usp.* **45** 228–230 (2002)
11. Киселев Г В "Участие Л.Д. Ландау в советском Атомном проекте (в документах)" *УФН* **178** 947–990 (2008); Kiselev G V "L D Landau in the Soviet Atomic Project: a documentary study" *Phys. Usp.* **51** 911–954 (2008)
12. Месяц Г А "Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН: прошлое, настоящее, будущее" *УФН* **179** 1146–1160 (2009); Mesyats G A "P N Lebedev Physical Institute RAS: past, present, and future" *Phys. Usp.* **52** 1084–1097 (2009)
13. Ильяев Р И "Сахаров в КБ-11. Путь гения" *УФН* **182** 195–201 (2012); Il'kaev R I "Sakharov at KB-11. The path of a genius" *Phys. Usp.* **55** 183–189 (2012)
14. Ильяев Р И "Основные этапы Атомного проекта" *УФН* **183** 528–534 (2013); Il'kaev R I "Major stages of the Atomic Project" *Phys. Usp.* **56** 502–509 (2013)
15. Месяц Г А "Академик Д.В. Скобелцын и ФИАН" *УФН* **183** 423–426 (2013); Mesyats G A "Academician D V Skobel'tsyn and LPI" *Phys. Usp.* **56** 401–404 (2013)
16. Витухновский А Г "Вавилов и ФИАН — взгляд из 2016 года" *УФН* **186** 1360–1367 (2016); Vitukhnovsky A G "Vavilov and FIAN: a perspective from 2016" *Phys. Usp.* **59** 1250–1257 (2016)
17. Ритус В И "А.Д. Сахаров: личность и судьба" *УФН* **182** 182–187 (2012); Ritus V I "A.D. Sakharov: personality and fate" *Phys. Usp.* **55** 170–175 (2012)
18. 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)
19. Ритус В И "В.Л. Гинзбург и Атомный проект" *УФН* **187** 444 (2017); Ritus V I "V.L. Ginzburg and the Atomic Project" *Phys. Usp.* **60** 413 (2017)
20. Ритус В И "Если не я, то кто?" *Природа* (8) 10 (1990)
21. Альтшулер Б Л, Болотовский Б М, Дремин И М, Келдыш Л В (председатель), Файнберг В Я (Редколлегия) *Он между нами жил... Воспоминания о Сахарове* (М.: Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Практика, 1996); Пер. на англ. яз.: *Andrei Sakharov: Facets of a Life* (Gif-sur-Yvette: Editions Frontières, 1991)

22. Рябев Л Д (Общ. ред.), Кудинова Л И (Отв. сост.), Синецкая Г С, Осипова Н М (Сост.) *Атомный проект СССР: Документы и материалы* Т. 1 1938–1945 Ч. 1 (М.: Наука, Физматлит, 1998)
23. Рябев Л Д (Общ. ред.), Гончаров Г А (Отв. сост.), Максименко П П, Федоритов В П (Сост.) *Атомный проект СССР: Документы и материалы* Т. 2 *Атомная бомба 1945–1954* Кн. 2 (М.: Наука, Физматлит, Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2000)
24. Сахаров А "Воспоминания", в сб. Сахаров А *Воспоминания* Т. 1 (Ред.-сост.: Е Холмогорова, Ю Шиханович) (М.: Права человека, 1996)
25. Альтшулер Б Л "Обсуждая 'Бомбу'", Троицкий вариант (318), 01.12.2020
26. Андреев И В, Гинзбург В Л, Гуревич А В, Дремин И М, Кардашев Н С, Келдыш Л В, Крохин О Н, Месяц Г А, Осипов Ю С, Ритус В И, Ройзен И И, Файнберг В Я "Памяти Евгения Львовича Фейнберга" *УФН* **176** 683–684 (2006); Andreev I V, Ginzburg V L, Gurevich A V, Dremin I M, Kardashev N S, Keldysh L V, Krokhin O N, Mesyats G A, Osipov Yu S, Ritus V I, Royzen I I, Fainberg V Ya "In memory of Evgenii L'vovich Feinberg" *Phys. Usp.* **49** 659–660 (2006)
27. Герштейн С С "Из воспоминаний о Я Б Зельдовиче" *УФН* **161** (5) 170 (1991); Gershtein S S *Sov. Phys. Usp.* **34** 455 (1991)
28. Гуревич И И, Зельдович Я Б, Померанчук И Я, Харитон Ю Б "Использование ядерной энергии легких элементов" *УФН* **161** (5) 171 (1991); Gurevich I I, Zel'dovich Ya B, Pomeranchuk I Ya, Khariton Yu B "Utilization of the nuclear energy of the light elements" *Sov. Phys. Usp.* **34** 351 (1991)
29. Арутюнян Г М, Гольдандский В И, Кузнецов Н М, Рухадзе А А, Синкевич О А, Соломина Н Л, Степанова Л Г "Сергей Петрович Дьяков и его вклад в науку" *УФН* **163** (9) 109–116 (1993); Arutyunyan G M, Gol'danskii V I, Kuznetsov N M, Rukhadze A A, Sinkevich O A, Solomina N L, Stepanova L G "Sergei Petrovich D'yakov and his contributions to science" *Phys. Usp.* **36** 858–864 (1993)
30. Гейликман Б Т, Гинзбург В Л "Памяти С.З. Беленького" *УФН* **61** 129–132 (1957)
31. Горелик Г Е *Андрей Сахаров. Наука и свобода* (М.: Вагриус, 2004)
32. Аврорин Е Н, Гольдин В Я, Ильяев Р И, Калиткин Н Н, Незнамов В П, Ритус В И, Рухадзе А А, Рябев Л Д, Силин В П, Фортвов В Е, Холин С А "Памяти Юрия Александровича Романова" *УФН* **181** 1235–1236 (2011); Avrorin E N, Gol'din V Ya, Ilkaev R I, Kalitkin N N, Neznamov V P, Ritus V I, Rukhadze A A, Ryabev L D, Silin V P, Fortov V E, Kholin S A "In memory of Yurii Aleksandrovich Romanov" *Phys. Usp.* **54** 1193–1194 (2011)
33. Романов Ю А "Отец советской водородной бомбы" *Природа* (8) 20 (1990)
34. Романов Ю А "Воспоминания об учителе" *УФН* **166** (2) 195 (1996); Romanov Yu A "A Memoir of the Teacher" *Phys. Usp.* **39** 179 (1996)
35. Веселов М Г, Капица П Л, Леонтович М А, "Памяти Владимира Александровича Фока" *УФН* **117** 375–376 (1975); Veselov M G, Kapitza P L, Leontovich M "Vladimir Aleksandrovich Fock (obituary)" *Sov. Phys. Usp.* **18** 840–841
36. Альтшулер Б Л, Васильев М А, Гурвич Л И, Дремин И М, Ритус В И, Фортвов В Е (председатель), Шабад А Е (Редакционная коллегия) *Академик А.Д. Сахаров. Научные труды. К 100-летию со дня рождения* (М.: Физматлит, 2021)
37. Альтшулер Б Л "Научная деятельность А.Д. Сахарова и современная физика" *УФН* **191** 449–474 (2021); Altshuler B L "Andrei Sakharov's research work and modern physics" *Phys. Usp.* **64** 427–451 (2021)
38. Рагульский В В "О людях науки с одинаковым отношением к жизни (к 100-летию доклада Лебедева о давлении света)" *УФН* **181** 307–318 (2011); Ragulsky V V "About people with the same life attitude: 100th anniversary of Lebedev's lecture on the pressure of light" *Phys. Usp.* **54** 293–304 (2011)
39. Кравец Т П "П.Н. Лебедев и световое давление" *УФН* **46** 306–320 (1952)
40. Альтшулер Б Л "Три друга: Л.В. Альтшулер, В.Л. Гинзбург и В.А. Цукерман", Трибуна УФН, № 77, 4 октября 2006 г. (2006) <https://ufn.ru/tribune/trib171006.pdf>; Altshuler B "Three Friends: Lev V. Altshuler, Vitaliy L. Ginzburg and Veniamin A. Tsukerman. A Gift to Vitaliy Ginzburg on the occasion of his 90 year birthday", Tribune UFN, No.77, 4 October 2006 (2006) https://ufn.ru/tribune/trib171006_e.pdf
41. Парийская Л В *Корни и крылья* (М.: Физ. институт им. П.Н. Лебедева РАН, Отделение теоретической физики им. И.Е. Тамма, 2004)
42. Болотовский Б М, Брук Ю М (Сост.) *Семинар. Статьи и выступления* (М.: Физматлит, 2006)
43. Сахаров А Д *Тревога и надежда* (Сост. Е Боннэр) (М.: Интер-Версо, 1990)
44. Альтшулер Б *Сахаров и власть: "По ту сторону окна". Уроки на настоящее и будущее* (М.: Омега-Л, 2021)
45. Альтшулер Б "Памяти Бориса Болотовского, Юлия Брука и Михаила Соловьева", Трибуна УФН, № 133 (2021); <https://ufn.ru/tribune/trib133.pdf>
46. Ритус В И "Годы штурма и натиска" *Природа* (12) 51 (2004)
47. Ритус В И "История одного задания" *Природа* (12) 57 (2004)
48. Ритус В И "Евгений Львович Фейнберг", в сб. *Фейнберг Евгений Львович: личность сквозь призму памяти* (Под общ. ред. В Л Гинзбурга) (М.: Физматлит, 2008) с. 210
49. Ритус В И "Двадцать близких лет", в сб. *Воспоминания о И.Е. Тамме* (Отв. ред. Е Л Фейнберг) 3-е изд. (М.: ИздАТ, 1995) с. 239
50. Ритус В И "Счастье это то, чего не замечаешь", в сб. Киржниц Д А *Труды по теоретической физике и воспоминания* Т. 1 *Теория поля. Физика элементарных частиц. Ядерная физика* (М.: Физматлит, 2001) с. 396

Soviet Atomic Project and FIAN (on the 75th anniversary of the Atomic industry)

B.L. Altshuler

*Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences,
Leninskii prosp. 53, 119991 Moscow, Russian Federation
E-mail: altshul@lpi.ru*

This article is based on the report delivered by B.L. Altshuler and V.I. Ritus at the scientific session, "75 years of the Atomic industry. Contribution of the Academy of Sciences," of the General meeting of the Department of Physical Sciences of the Russian Academy of Sciences (RAS) on December 7, 2020. It describes the role of the Lebedev Physical Institute of the Academy of Sciences (FIAN) in the Soviet Atomic Project and presents FIAN's research teams and specialists who participated in the project.

Keywords: Soviet Atomic Project, contribution of the Lebedev Physical Institute to the Soviet Atomic Project

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

Bibliography — 50 references

Uspekhi Fizicheskikh Nauk **192** (5) 537–546 (2022)

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2020.12.038932>

Received 12 February 2021, revised 4 April 2022

Physics – Uspekhi **65** (5) (2022)

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNe.2020.12.038932>