

Сознавая свою причастность к замечательным научным и инженерным свершениям, приведшим к овладению человечеством практически неисчерпаемым источником энергии, сегодня, в более чем зрелом возрасте, я уже не уверен, что человечество дозрело до владения этой энергией. Я осознаю нашу причастность к ужасной гибели людей, к чудовищным повреждениям, наносимым природе нашего дома — Земле.

Слова покаяния ничего не изменяют. Дай Бог, чтобы те, кто идут после нас, нашли пути, нашли в себе твердость духа и решимость, стремясь к лучшему, не натворить худшего.

Ю. Б. Харитон, май 1994 г.



W. Raper

Ю. Б. Харитон

**ЭПИЗОДЫ
ИЗ ПРОШЛОГО**

**г. Саров
РФЯЦ – ВНИИЭФ
1999**

УДК 539.1
ББК 22.38
Х20

Ю.Б. Харитон: Эпизоды из прошлого. - Саров, ВНИИЭФ, 1999. - 184 с., ил.
ISBN 5-85165-393-0

Юлий Борисович Харитон (1904-1996) - выдающийся физик, трижды Герой Социалистического Труда. Вместе с И. В. Курчатовым ему принадлежит огромная заслуга в создании атомного щита нашей Родины. Он основатель всемирно известного ядерного центра в Арзамасе-16 и в течение 46 лет бессменный его научный руководитель. Им создана могучая школа российских физиков-ядерщиков, работа которых, как и подвижническая деятельность самого Ю. Б. Харитона, долгие годы была под особым секретом.

Известный в кругах физиков еще с довоенных лет благодаря своим пионерским работам в лабораториях Э. Резерфорда и Н. Н. Семенова, Юлий Борисович предстает перед читателем как ученый широчайших интересов и энциклопедических знаний, как блестящий рассказчик, редкий по своим качествам человек.

Книга представляет собой первую попытку собрать воедино публикации и выступления Ю. Б. Харитона и рассчитана на самую массовую аудиторию.

Редакционный совет сборника:

*В. Б. Адамский, С. В. Васильченко, А. И. Водопшин, Р. И. Илькаев (председатель),
Ю. А. Романов (зам.председателя), Ю. А. Трутнев (зам.председателя), А. В. Чувиковский*

Использованы фотоматериалы видеостудии ВНИИЭФ (авторы - В. Лукьянов, С. Назаркин, В. Орлов), а также из личных архивов Ю. Б. Харитона и А. И. Водопшина.

Обращение к читателю

Академик Юлий Борисович Харитон — замечательное явление в нашей отечественной науке, и особенно в той ее части, которая имеет дело с ядерной физикой и исследованиями материи при высоких плотностях энергии.

Он один из первых заложил фундаментальные основы науки о цепных реакциях и был одной из самых ярких и значительных фигур, решивших атомную проблему страны. Ю. Б. Харитона по праву можно считать одним из организаторов всей атомной отрасли Советского Союза.

У сотрудников ВНИИЭФ отношение к Ю. Б. Харитону особое, поскольку он создал этот мощный научный и конструкторский центр страны; под его руководством именно здесь были разработаны первые атомная и водородная бомбы и здесь же в то время получили мировое признание многие выдающиеся наши специалисты и ученые и их научно-технические достижения.

Огромное уважение к своему научному руководителю, вера в него как в ученого и крупнейшего специалиста по широкому спектру вопросов, уверенность в его мудрости и дальновидности — именно таким было отношение научного сотрудника к Ю. Б. Харитону.

Для всех нас, кто имел удовольствие достаточно тесно работать с Ю. Б. Харитоном, он являлся настоящим представителем русской, советской науки, самыми главными качествами которого были интеллигентность, научная требовательность и стремление к абсолютной надежности результатов исследований и экспериментов.

Еще хотелось бы отметить его принципиальную философскую нацеленность на созидание, на получение новых знаний, на сохранение и использование максимально эффективно того огромного багажа, который был накоплен в отечественной науке и технике.

Не припоминается ни одного случая, чтобы академик Ю. Б. Харитон действовал деструктивно и закрыл какое-нибудь существенное направление в исследованиях, нацеленных на получение практических результатов в научных и оборонных делах.

Юлий Борисович поражал всех умением слушать специалистов как опытных, так и совсем молодых, и он всегда уважал другое мнение, от кого бы оно ни исходило.

Было бы очень хорошо, если бы руководители нашей отрасли всегда помнили об этом замечательном качестве Ю. Б. Харитона и следовали при принятии важных решений в том же направлении, которое безотказно приводило к успеху в течение многих десятилетий.

И очень хочется надеяться, что такие гиганты, как Ю. Б. Харитон, будут появляться в нашей стране и будущее отечественной науки в таком случае будет вполне благополучным.

Школа Ю.Б. Харитона блестяще справилась со многими важными оборонными и научными заданиями. И сейчас многие представители этой славной школы плодотворно трудятся у нас. Это относится и к нашим ветеранам, и специалистам более молодого возраста, и, конечно, к научной молодежи, которая впитывает все то полезное, что было создано во ВНИИЭФ в течение многих лет.

У всех у нас есть уверенность, что школа Ю. Б. Харитона, школа ВНИИЭФ, безусловно, будет сохранена, не будет утрачена ее способность к саморазвитию, и она по-прежнему сможет выполнять все задачи, востребованные обществом.

Представляя книгу читателю, хотел бы отметить, что превосходный ученый и организатор науки академик Ю. Б. Харитон был еще и очень интересным человеком. Общение с ним доставляло огромное удовольствие, поскольку он был всегда в курсе всех проблем, которые волновали интеллектуальную элиту страны, был участником многих значимых событий и на своем веку многое повидал и мог об этом нетривиально рассказать.

Выражаю надежду, что эта книга, в которой собраны воспоминания Ю. Б. Харитона, еще раз подчеркнет наше уважение к этому выдающемуся человеку, доставит удовольствие всем, кто работал вместе с ним и рядом с ним, и привлечет в наши ряды молодых соратников.

*Директор РФЯЦ-ВНИИЭФ
Р. И. Ильяев*

С 1926 по 1928 год Юлий Борисович находился на стажировке в Кембридже, где работал в Кавендишской лаборатории под руководством выдающегося физика Эрнеста Резерфорда. Приведенное ниже письмо Ю. Б. из Кембриджа в Ленинград адресовано Николаю Николаевичу и Наталье Николаевне Семеновым. Как видно из этого письма, Юлия Борисовича связывали с Николаем Николаевичем не только служебные, но и дружеские доверительные отношения. Большая часть письма посвящена изложению соображений Ю. Б. по поводу заметки крупнейшего специалиста в области химической физики Макса Боденштейна с резкой критикой статьи З. Ф. Вальты и Ю. Б. Харитона, посвященной открытию явления нижнего предела давления паров воспламенения фосфора. Дело в том, что Боденштейн отрицал важнейший вывод статьи Вальты и Харитона о существовании критического давления. В своем письме Ю. Б. довольно подробно анализирует только что вышедшую заметку Боденштейна и предлагает Н. Н. Семенову написать ответную статью.

Нам представляется, что в этом, одном из самых ранних известных писем Юлия Борисовича, видны некоторые черты его характера, знакомые всем, кто знал его лично. Это, в первую очередь, сочетание критического отношения к себе с уверенностью в принципиальной правильности полученных результатов. Надеемся, что знакомство с письмом 23-летнего Юлия Борисовича, написанным более 70 лет назад, будет интересным для нынешнего читателя.

А. Ю. Семенов

**Ю. Б. Харитон —
Николаю Николаевичу и Наталии Николаевне Семеновым
(13 марта 1927 г., Кембридж)**

Дорогие Н. Н.-ы,
под столетними дубами Кембриджских аллей расцвели крокусы. Усталые каминные дослуживают последние дни перед погружением в Нирвану (одно «н» или два?). Кошки перелаживают на музыку Уитменовские стихи. Кончились распродажи зимних остатков, и в витринах появились early spring-модели (еще на пять сантиметров короче). Вообще, куда ни плюнь, всюду что-то вроде весны. Как говорится, время надежд и упований для молодых сердец. Однако мое двадцатитрехлетнее сердце потеряло надежду на получение непосредственных сведений о вас. Надеюсь, что поверхность этой бумаги сыграет роль гетерогенного катализатора и ускорит медленно идущий процесс писа-

ния писем. (Или, в соответствии с вашими идеями, Ник. Н., вызовет взрыв, явившись центром реакции.)

Я строю разные гипотезы насчет причин вашего молчания. Наиболее вероятная выражается половицей: с глаз долой — из сердца вон. Однако, не будучи в силах по причине слабости характера своего принять прямо такой удар по лучшим чувствам и вере в дружбу человеческую, я отбросил эту гипотезу. Следующая, возможно, оставляя неприкосновенными мои чувства, заставляет меня погрузиться в сомнения и тяжкие раздумья о судьбах ваших. Может быть, вы, преодолев воздействия окружающей среды, ведете жизнь столь регулярно-английскую, ложась спать в 11 и вставая в 7,

что ничем не нарушаемое единообразие ее, иссушив умы и сердца ваши, не дает вам пищи для корреспонденции. Может быть, наоборот, отдавшись воле течения, живете вы беспорядочно, забросив: одна — филармонийские абонементы и мечты об эмансипации, другой — экспериментальную работу своими руками и наслаждаясь тихими радостями семейной жизни в окружении нарождающегося поколения. Много еще бесплодных теорий можно построить под тихое сопение газового рожка, но я лучше прекращу это недостойное экспериментатора занятие. Итак, пишите о том, что вы делали, делаете и собираетесь делать.

Я, за исключением того, что ложусь спать в час ночи, веду вполне английский образ жизни и потому особенно много сообщить о себе не могу. Медленно, но верно (к сожалению, очень медленно) совершенствуюсь в английском языке. Кстати, Наташа, я занимаюсь английским у Miss Wilson, той особы, которая, если вы помните, водила вас на какой-то концерт, кажется, народные песни. Она весьма лестно о вас отзывалась, равно как и Salaman'овское семейство, — по-видимому, вы пользовались успехом в Англии.

О том, как идет работа, я подробно написал Виктору Николаевичу [Кондратьеву]. Последняя новость — сегодня перебрался в третью по порядку комнату. Сначала была маленькая и полутемная. Потом чуть побольше и абсолютно темная, без окон. Теперь Rutherford вдруг расщедрился и дал большую светлую комнату с абсолютным затемнением. Сейчас чищу водород и напускаю полторы атмосферы в бутылки, которые, в конце концов, наверное, лопнут.

Теперь следующее дело: Bodenstein напечатал заметку в *Zs. f. Phys.*, в которой он отрицает существование критического давления. Думаю, что вы уже получили этот номер (6/7 Heft, Band 41). На всякий случай резюмирую. Он заявляет, что давление, которое мы меряем, не есть давление кислорода, а давление паров фосфора и окислов, которые, конденсируясь в ловушке, не могут действовать непосредственно, но передают свое давление через кислород. (Bodenstein забыл, что они и без ловушки не могли бы давать эффекта, так как

Mejead ведь не показывает давления паров, насыщающих пространство.) Реакция идет (он этого не говорит прямо, но это с несомненностью следует из его рассуждений и опровержения существования критического давления) при любых давлениях, и скорость ее определяется скоростью испарения фосфора. То, что мы теряем по Bodenstein'у, полная каша из давления фосфора и окислов, передающегося через кислород, отчасти реагирующий с диффундирующим в *Zuleitungsröhre* фосфором. Вспышку при понижении температуры и впуске аргона он объясняет тем, что при этом кислород из *Zuleitungsröhre* вталкивается в сосуд с парами фосфора.

Все, что касается отсутствия критического давления (а это, собственно, и есть принципиально важная вещь), явная чепуха. Мне кажется, что Bodenstein пропустил эксперимент с двухдневным оставлением кислорода-фосфора в соприкосновении. Для проточного кислорода его объяснение кое-как еще можно было бы подтянуть. Однако его заметка натолкнула меня на ряд размышлений, и мне кажется, что значительная часть нашей интерпретации ошибочна.

Во-первых, следующий весьма общего характера парадокс. Если бы критическое давление действительно повышалось с температурой, то мы не могли бы в наших условиях это заметить, так как всегда можно было бы найти такую точку в трубке между сосудом, содержащим фосфор, и ловушкой, за которой температура (и, следовательно, давление паров фосфора) была бы достаточно мала для того, чтобы начать реакцию, скорость которой определялась бы скоростью диффузии паров фосфора и во всяком случае была бы достаточна для того, чтобы мы могли заметить реакцию.

Следовательно, мы могли бы заметить изменение критического давления кислорода с изменением упругости паров фосфора только в том случае, если бы ход явления был обратен нашему и, следовательно, более естествен.

С точки зрения Bodenstein'а наш ход давления вполне понятен (если на момент допустить, что критического давления нет), так как при повышении увеличивается давление паров фосфора

и окислов, которое "передается" через не успевший прореагировать кислород в манометр.

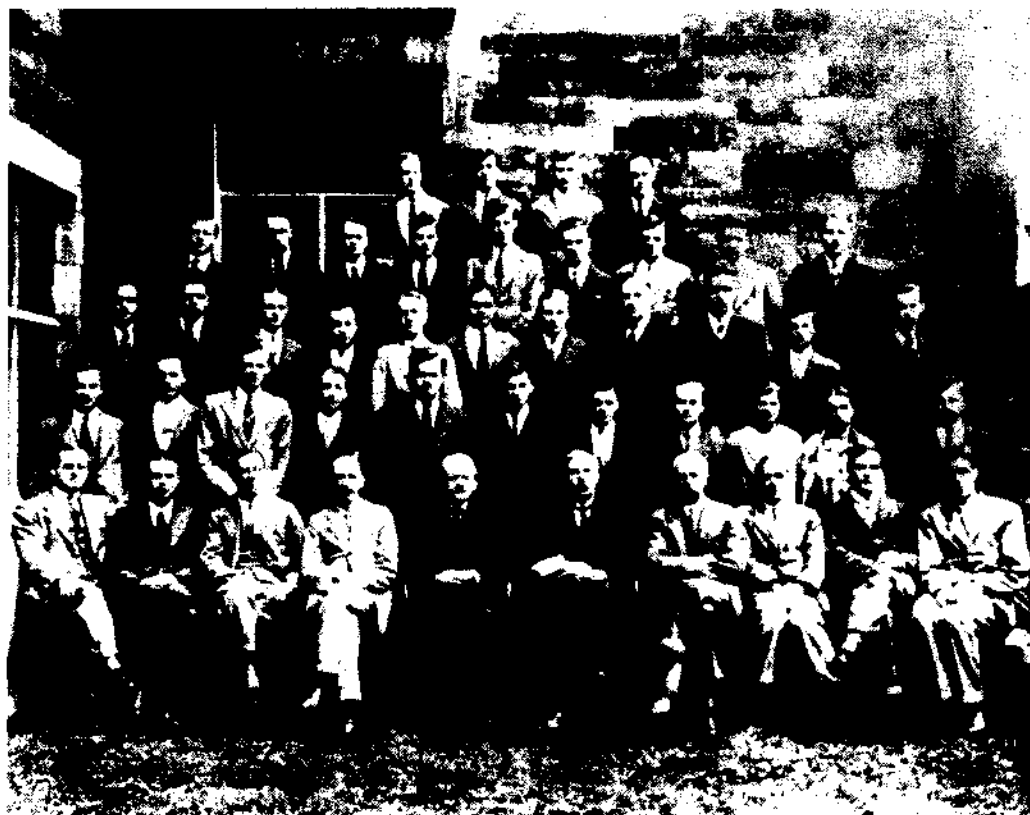
Однако, если принять, что критическое давление существует (в чем я вполне уверен и, думаю, вы также), но увеличивается с повышением температуры, то наши результаты тоже могут быть объяснены. Дело в том, что в наших условиях имеет место не "передавание" давления, а разобранный Геде случай взаимной диффузии при наличии постоянной разности давлений (Annalen der Physik, XLVI, 1915, стр. 395).

Роль ртути играет в данном случае фосфор. Диапазон давления фосфора и давление кисло-

рода того же порядка, что соответственные величины в Гедевских экспериментах. Если считать, что коэффициенты диффузии одного порядка, то при 16° отношение давлений кислорода в сосуде с фосфором и в манометре будет примерно 0,6. При 46° это отношение будет уже около 0,07.

Это значит, что когда мы наблюдали при начале реакции давление кислорода в манометре в пять раз больше при 46° , чем при 16° , то в действительности в сосуде с фосфором давление было в 2 раза меньше.

Я вспоминаю, что когда мы как-то проверяли пропускную способность капилляров с фосфором



Сотрудники Кавендишской лаборатории, 1928 год



Юлий Борисович в Кавендишской лаборатории

и без фосфора, то получались не в точности одинаковые результаты. Может быть, порывшись в данных, можно что-нибудь найти. У меня есть еще целый ряд спекулятивных и экспериментальных соображений, но в письме всего не изложишь. Во всяком случае видно, что здесь нужно действовать с осторожностью. Мне было бы очень интересно знать результаты и экспериментальные условия ваших опытов с сухой фосфором.

Ка вы думаете, Ник. Ник., не следовало бы написать коротенькую ответную заметку с изложением этих соображений. Bodenstein уж очень нахально заявляет, что критическое давление противоречит нашим представлениям о химической кинетике. Следовало бы несколько реабилитироваться. По правде сказать, Гедевскую диффузию я действительно здорово проморгал. Но и Bod. как следует не понял, в чем дело. А критическое давление все-таки есть! Напишите, что вы обо всем этом думаете.

Как здоровье вас обоих и как ваш наследник растет? Есть ли у вас какие-нибудь планы на лето? Я, вероятно, буду летом в Германии, но еще как следует не знаю.

Ну, пока всего хорошего. Передайте привет мой Елене Александровне. Сообщите Насте, что я ежедневно перед обедом выслушиваю молитву, — пусть она позлорадствует.

Ваш Ю. Харитон

P.S. Ник. Ник., вспоминая с содроганием мои предотъездные хлопоты, сообщаю вам заранее, что моя виза в Англии продлена до 1 октября и для получения следующей нужно иметь продленный паспорт. Если для этого надо дальнейшее продление отсрочки или что-нибудь в этом роде, то начните действовать заранее. А то еще вернут меня в родные края раньше срока, оскандалив перед Rutherford'ом.

Ю. Х.

ПИШИТЕ!!!

Публикация Л. Н. Семеновой

*Дорогому Юлию Борисовичу,
первому, который толкнул мою мысль
в область ценных реакций.*

Н.Н. Семенов

Окисление паров фосфора при малых давлениях*

Ю. Б. Харитон, З. Ф. Вальта

Вопросу о механизме газовых реакций уделяется в настоящее время довольно много внимания. Можно считать доказанным, что во многих случаях реакция идет «цепочками», т. е. что образование одной молекулы соединения влечет за собой образование еще целого ряда молекул. Иными словами, многие газовые реакции суть автокаталитические процессы. Весьма наглядно «цепочечный» характер реакции выступает в тех случаях, когда можно контролировать, с одной стороны, число создаваемых центров реакции, а с другой — количество образовавшихся молекул. Последнее часто оказывается во много раз больше первого.

Нам казалось небезынтересным исследовать одну из таких реакций, которые не нуждаются в искусственном образовании центров. Мы надеялись получить какие-нибудь представления о механизме реакции (исследуя зависимость скорости реакции от давления компонент и примешанных посторонних газов). Мы остановились на реакции окисления паров фосфора [1]. Реакция эта, как известно, сопровождается хемилюминесценцией, и нас интересовал также вопрос, не может ли световая отдача реакции увеличиться при малых давлениях. Этого можно было

ожидать, так как весьма вероятно, что хемилюминесценция подобно резонансной флуоресценции гасится ударами второго рода. Но можно было думать также, что малая световая отдача большинства реакций имеет более глубокие причины. Может быть, в тех условиях, когда делается возможной большая световая отдача, делается невозможным автокатализ именно потому, что слишком много энергии выделяется наружу, теряясь для образования новых центров.

Идея опыта весьма проста. В закрытый сосуд, заполненный парами находящегося в нем фосфора, впускается через тонкий капилляр струя кислорода. Естественно ожидать, что с увеличением давления кислорода скорость реакции будет увеличиваться. В таком случае давление кислорода в сосуде будет увеличиваться до тех пор, пока количество его, соединяющееся в течение данного промежутка времени с фосфором, не станет равным количеству, поступающему за то же время через капилляр, короче говоря, до тех пор, пока скорость реакции не станет равной скорости поступления кислорода. Меняя скорость поступления кислорода, можно вести реакцию при различных давлениях и посмотреть, как изменяется световая отдача.

* Статья опубликована: ЖРФХО, ч. физ., 1926, т. 58, вып. 5-6А, с. 775-782.

В результате многочисленных предварительных опытов у нас выработался следующий тип установки (рис. 1). Реакция происходит в сосуде *A*, который заполнен парами фосфора, лежащего в отростке *B*. Сосуд *A* и отросток *B* могут нагреваться электрическими печами. Посредством системы кранов сосуд *A*, объем которого 800 см³, может быть присоединен к насосам Ленгмюра, откачивающим его до давления $< 10^{-5}$ мм рт. ст., и к манометрам Мак-Леода (их было два с разной чувствительностью, так как диапазон измеряемых давлений был очень велик, от 10^{-5} до 10 мм рт. ст.).

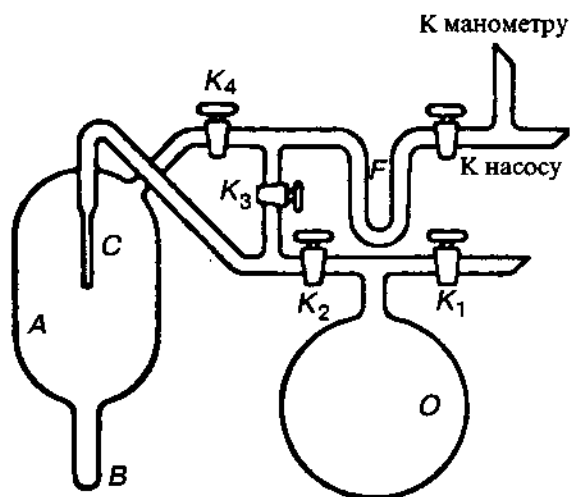


Рис. 1.

Кислород добывался электролитически и немедленно после получения пропускался через колонку со смесью СаСl₂ и КОН в баллон *O*. После заполнения баллона до требуемого давления (обычно несколько сантиметров) сосуд *O* посредством крана *K* отключался от промывательной колонки. Перед заполнением кислородом баллон и промывательная колонка откачивались насосом Ленгмюра. При открывании крана *K*₂ кислород может поступать в сосуд *A* или через впаянный в *A* капилляр *C*, или же, если желательно впустить большее количество кислорода, через краны *K*₃ и *K*₄. В первом случае скорость поступления кислорода определяется давлением в *O* и пропускной способ-

ностью капилляра, зависящей от его длины и просвета. Пропускная способность определялась дополнительными опытами. Во втором случае давление впускаемого в сосуд *A* кислорода регулировалось довольно сложным способом, описывать который не имеет смысла.

Пары фосфора задерживались ловушкой с жидким воздухом *F*, так как они загрязняли ртуть в насосах.

На установке имелось еще приспособление (не показанное на чертеже), с помощью которого в сосуд *A* мог вводиться спектрально чистый аргон.

Результаты опытов. Полученные нами результаты показали, что наши предположения о ходе скорости реакции в зависимости от давления не соответствуют действительности. Впуская в *A* через капилляр слабую струю кислорода (3 см³/ч), мы убедились в том, что равновесное давление, когда столько же кислорода соединяется с фосфором, сколько его приходит, действительно существует. Однако оказалось, что оно совершенно не зависит от мощности струи кислорода. Чем сильнее струя, тем быстрее достигается равновесное состояние, но когда оно достигнуто, можно хотя бы совершенно прекратить дальнейший доступ кислорода, и все же давление остающегося в *A* кислорода не уменьшается: таким образом, реакция идет как будто бы только при давлениях, больших равновесного. Поэтому правильнее называть это давление не равновесным, а критическим.

Наблюдение над свечением *A* приводит к тому же результату. После впуска кислорода через капилляр первое время нет никакого свечения, а затем оно сразу вспыхивает и продолжается до тех пор, пока в *A* поступает кислород.

При повышении плотности паров фосфора, осуществлявшемся подогреванием, критическое давление кислорода повышается. На рис. 2 изображено изменение со временем давления кислорода в сосуде *A* после впуска кислорода через капилляр. Кривая 1 соответствует температуре в *B* 46.5°C, кривая 2 — температуре 16.5°C. Температура в *A* в обоих случаях была 100°C. Стрелкой отмечены моменты зажигания свечения.

Форма кривых на первый взгляд показывает, что реакция идет, постепенно ускоряясь, и при давлениях, которые меньше критического. Действи-

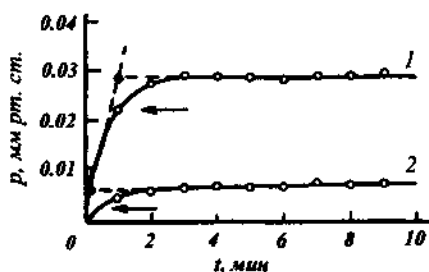


Рис. 2.

тельно, если бы она не шла при меньших давлениях, то мы должны были бы иметь не плавную кривую, а линии, изображенные на рис. 3, причем свечение должно зажигаться как раз в изломе. Тангенс угла α определяет собой мощность струи кислорода, которая легко вычисляется, если известен объем сосуда A . Однако кривые рис. 2 только по-

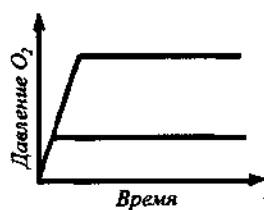


Рис. 3.

тому отличаются от кривых рис. 3, что давление в манометре не соответствует при нестационарном режиме давлению в A . Из рис. 2 можно легко восстановить истинный ход давления в A . Для этого нужно только перенести точки зажигания по вертикали вверх до пересечения с продолжениями горизонтальных частей кривых и соединить полученные точки (отмеченные на рис. 2 черными кружками) с началом координат. Это построение и выполнено на рис. 2 штриховыми линиями. Мы видим, что оба черных кружка, как это и должно быть, лежат с довольно большой точностью на прямой, проходящей через начало координат.

Непосредственная попытка измерить скорость реакции при давлении ниже критического показала, что в течение двух суток давление в A не изменилось на величину, доступную измерению. Следовательно, мы можем утверждать, что при переходе через критическое давление скорость реакции чрезвычайно резко увеличивается.

Из вышесказанного ясно, что остающееся в A после прекращения доступа кислорода давление

обусловлено кислородом, уже не реагирующим с фосфором. Это можно показать непосредственно следующими простыми опытами: 1) если откачать оставшийся газ, то его давление не восстанавливается, что должно было бы быть в случае равновесия; 2) если прекратить доступ кислорода при температуре фосфора, например, 46.5° , то давление в течение долгого времени несколько не изменится; если же теперь понизить температуру фосфора, то в A появится свечение и давление упадет до величины, соответствующей более низкой температуре; если теперь опять повысить температуру до 46.5° , то давление уже не увеличится.

Из этих опытов мы, однако, не могли сделать никаких заключений о скорости реакции, кроме того, что она очень велика, так как весь поступающий кислород реагирует при давлении, практически равном критическому. Чтобы получить хотя бы приблизительное представление о скорости реакции, мы произвели следующий опыт. В сосуд A впускалась сразу (не через капилляр) такая порция кислорода, что в первый момент в нем установилось давление ~ 1000 бар. В момент впуска кислорода в сосуде A происходила яркая вспышка, сопровождавшая мгновенное сгорание находящихся в A паров фосфора. После этого реакция сосредоточивалась в отрожке B на таком расстоянии от поверхности фосфора, при котором скорость струи паров фосфора равнялась скорости струи кислорода. Подогревая и охлаждая фосфор, можно смещать зону реакции вверх и вниз. Эта постановка опыта в принципе совпадает с опытами Г. Бейтлера и М. Полани [2], исследовавших щелочно-галогидные соединения. Бейтлер и Полани, наблюдая соединение паров калия с хлором, получали зону реакции длиной в несколько сантиметров (при давлении ~ 100 бар). В наших условиях, когда давление падало до 100 бар, длина зоны была около 5 мм. Следовательно, скорость реакции того же порядка, что и наблюдавшаяся в [2], т. е. приблизительно из ста столкновений одно сопровождается соединением.

Мы видели, что с повышением давления фосфора критическое давление повышается. Мы не имели возможности взять большой диапазон дав-

лений, так как при больших давлениях фосфор быстро перегоняется в более холодные части прибора (к кранам, которые не могут быть прогреты), а при меньших — скорость испарения фосфора меньше скорости реакции, и поэтому нельзя говорить о том, что реакция идет при определенном давлении паров фосфора.

Измерение изменения световой отдачи с изменением давления не может быть произведено так, как предполагалось вначале, так как при изменении мощности потока кислорода давление не меняется и яркость, как и следует ожидать, пропорциональна мощности потока. Поэтому мы произвели лишь приблизительное определение коэффициента световой отдачи при критическом давлении, соответствовавшем 16°C . Мы совершенно не стремились получить точные результаты, так как наиболее интересно было выяснить, не изменяется ли отдача при таких малых давлениях значительно. Опыт показал, что коэффициент световой отдачи реакции приблизительно 10^{-5} (может быть, в несколько раз больше или меньше), т. е. он заметно не отличается от коэффициента отдачи при атмосферном давлении.

Факт повышения критического давления с увеличением давления паров фосфора кажется довольно противоестественным. Чтобы выяснить, какую именно роль играют здесь пары фосфора, каков механизм их тормозящего (свое же собственное соединение) действия, мы исследовали, как влияет на ход реакции примесь благородного газа, молекулы которого в данном случае могут воздействовать исключительно упругими ударами или ударами второго рода.

Для этого в сосуд А вводился аргон под различными давлениями, и кислород впускался через капилляр в получившуюся таким образом смесь паров фосфора с аргонem.* Давление аргона варьировалось от 1 до 2000 бар. При этом было

обнаружено следующее: 1) при впуске кислорода в смесь паров фосфора с аргонem, парциальное давление которого было 28 бар, свечение зажигалось через то же время после начала впуска (9 с), что и в случае чистых паров фосфора; 2) когда парциальное давление аргона было повышено до 90 бар, свечение начиналось через 2 с, но интенсивность его была раза в 2—3 слабее, чем в предыдущем случае; 3) когда парциальное давление аргона было повышено до 900 бар, свечение начиналось сразу же после открывания впускающего кислород крана. Интенсивность света была в этом случае столь мала, что определение ее тем простым способом, которым мы пользовались (по почернению фотографической пластинки), было затруднительным. Свечение было еле заметно для глаза, ослабевая по меньшей мере в 10 раз по сравнению с первым случаем.

Эти опыты указывают на то, что прибавление аргона к парам фосфора понижает критическое давление кислорода, одновременно уменьшая световую отдачу. Понижение критического давления весьма наглядно демонстрируется следующим опытом. В сосуд А с чистыми парами фосфора вводится кислород до критического давления, и доступ его прекращается. Никакого свечения в таком случае не заметно. Тогда сразу впускается в А порция аргона. Впуск аргона сопровождается яркой кратковременной вспышкой в А, так как вследствие понижения критического давления значительная часть находящегося в А кислорода соединяется с фосфором.

Действие атомов аргона, следовательно, отличается от действия атомов фосфора. Увеличение числа первых уменьшает критическое давление, вторых — увеличивает.

Действие аргона при больших его давлениях не может быть исследовано с достаточной точностью с помощью только что описанной методики, так как малые парциальные давления кислорода не могут быть измеряемы при наличии аргона при значительно большем давлении. Использование же свечения в качестве индикатора реакции делается невозможным вследствие слишком малой его интенсивности. Ориентировочные опыты, проведенные нами в этом направлении, показали,

* Очищенный прохождением электрического разряда над поверхностью щелочных металлов спектрально-чистый аргон был нам любезно предоставлен проф. А. А. Чернышевым, за что пользуемся случаем выразить ему искреннюю благодарность.

что при давлениях в несколько миллиметров ртутного столба характер явления не изменяется.

Тушение хемилюминесценции примесью аргона по своему механизму должно быть совершенно аналогично флуоресценции. Странно, однако, то, что в рассмотренном нами случае действия аргона значительно сильнее, чем в случае, например, тушения флуоресценции ртутных паров. В последнем случае интенсивность света уменьшается вдвое при давлении 50 мм рт. ст., в то время как в нашем случае то же действие получается уже при десятых долях миллиметра.

Весьма резкое изменение скорости реакции, происходящее при критическом давлении, заставляет предполагать здесь механизм, до известной степени аналогичный механизму не менее резкого перехода от тихого разряда к искровому. Искра проскакивает тогда, когда образующиеся и при тихом разряде ионы начинают при некоторой критической разности потенциалов «автокатализировать» образование новых ионов. Нечто подобное происходит, вероятно, и в нашем случае. Реакция, конечно, идет с некоторой малой скоростью и при давлениях, меньших критического. Критическое же давление есть то давление, при котором каждый из спонтанных центров реакции получает достаточную возможность автокатализировать реакцию, т. е. образовывать новые центры.

На первый взгляд может показаться, что с этой точки зрения естественно объясняется действие аргона. Действительно, при давлениях, меньших критического, реакция не идет по той причине, что выделяющаяся энергия не идет «по назначению» на образование новых центров реакции, а переходит в слишком большом количестве, например, в лучистую энергию. В таком случае аргон, гасящий люминесценцию и, следовательно, как бы задерживающий лучистую энергию, должен изменять энергетический баланс в сторону, более выгодную для образования новых центров реакции. Механизм образования новых центров посредством аргона должен быть таким: аргон через соударение второго рода с только что образовавшейся и еще не отдавшей теплоту реакции молекулой P_mO_n получает значительную кинетическую энергию и затем, ударяясь в соответственную молекулу, возбуждает

ее, создавая таким образом новый центр реакции. Однако подобный механизм действия аргона кажется нам маловероятным вследствие слишком малого его коэффициента полезного действия (причиной его малости, как указали Г. Кальман и Г. Френц [3], является закон сохранения количества движения).

Что касается величин m и n в написанном нами выражении P_mO_n , то они соответствуют низшим окислам фосфора. Эти окислы после продолжительной работы отлагаются на стенках прибора в виде желтого маслянистого налета. Образование аналогичных соединений наблюдали в 1912 г. А. Н. Фрумкин и Ф. Хольшюттер [4].

Влияние изменения давления паров фосфора на критическое давление кислорода наиболее естественно, как нам кажется, объясняется следующим образом. Изменение давления паров фосфора сопровождается изменением их состава. При тех температурах, при которых мы работали, пары состоят главным образом из молекул P_4 и P_2 . При изменении температуры фосфора от 16 до 46 °C упругость паров его повышается приблизительно в 10 раз. При этом, конечно, значительно повышается относительное количество и молекул P_4 . Мы предполагаем, что в реакции участвуют молекулы P_2 , в то время как молекулы P_4 играют, наоборот, тормозящую роль, будучи в состоянии воспринимать энергию, не используя ее на продолжение реакции.

Мы предполагали, что реакция не идет при давлениях, меньших критического, по той причине, что образующиеся в небольшом количестве спонтанные центры не имеют возможности развиваться в цепочки (Reaktions Ketten). Поэтому следовало ожидать, что мощное искусственное образование центров реакции должно повлечь за собой соединение паров фосфора с кислородом и при малых давлениях. Действительно, пропуская в сосуде А разряд от небольшой индукционной катушки, мы наблюдали значительное понижение давления. Давление кислорода (приток которого был прекращен) в течение приблизительно 20 с уменьшалось до половины критического. Дальнейшего уменьшения нельзя было получить и при пропускании разряда в течение значительно больше-

го времени. Мы пытались также обнаружить образование центров под действием высокой температуры, вводя в А платиновую проволочку, нагреваемую электрическим током. Оказалось, однако, что в парах фосфора платина очень быстро перегорает при сравнительно низкой температуре (красное каление). Тогда была взята вольфрамовая проволока в 0.07 мм. При накаливании этой проволоки давление тоже быстро падало до некоторой величины. Результаты опыта изображены на рис. 4. Кривая 1 соответствует току нагрева, равному 0.62 А, 2 — 0.77 А, 3 — 0.82 А. Весьма возможно, однако, что в этом случае мы имеем дело не с образованием центров, а с каталитическим действием металлической поверхности.

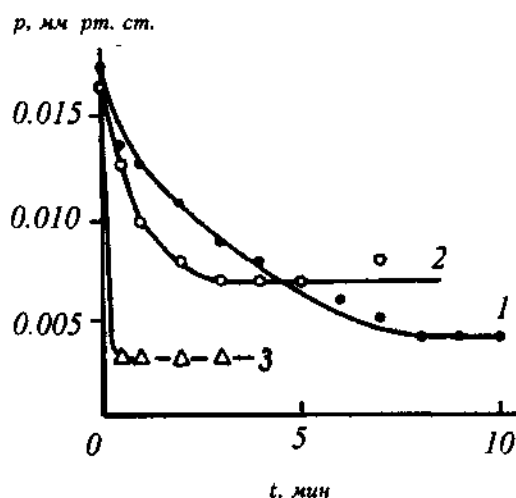


Рис. 4.

Выводы

1. В настоящей работе исследуется окисление паров фосфора при малых давлениях.
2. Показано, что заданному давлению паров фосфора соответствует определенное критическое давление кислорода, ниже которого реакция не идет.
3. Скорость реакции при давлениях, больших критического, измерена по длине зоны реакции.

4. Показано, что примесь аргона уменьшает критическое давление и световую отдачу.

5. Показано, что при искусственном образовании центров реакции соединение происходит и при давлении, меньшем критического.

6. Указаны детали механизма реакции, могущие отчасти объяснить наблюдавшиеся явления. Авторы, однако, считают своим долгом отметить, что это лишь рабочие гипотезы, направляющие дальнейшие эксперименты.

В заключение выражаем искреннюю признательность Н. Н. Семенову за постоянный активный интерес к работе и многие ценные указания.

Литература

1. Taylor H. S., Marshall A. L. Reactions of hydrogen activated by excited mercury atoms. — J. Chem. Phys., 1925, vol. 29, p. 1140—1147.
2. Beutler H., Polanyi M. Reaktionsleuchten und Reaktionsgeschwindigkeit. — Naturwissenschaften, 1925, Bd. 13, H. 33, S. 711—713.
3. Fränz H., Kallmann H. Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. — Z. Phys., 1925, Bd. 34, H. 11—12, S. 924—950.
4. Frumkin A., Kolschütter F. Über die Bildung von roten Phosphor durch Oxydation von Phosphordampf. — Ber. Dtsch. Chem. Ges., 1914, Bd. 1, S. 1088—1100.

КОММЕНТАРИЙ

К СТАТЬЕ Ю. Б. ХАРИТОНА И З. Ф. ВАЛЬТЫ

Работа Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальты «Окисление паров фосфора при малых давлениях» выполнена в Лаборатории электронной химии Государственного физико-технического рентгенологического института (далее — ФТИ), руководимой Н. Н. Семеновым. Она была закончена в августе 1926 г. и одновременно отправлена в редакцию «Журнала Русского физико-химического общества» (часть физическая) и «Zeitschrift für Physik». Обе статьи увидели свет в том же году приблизительно в одно и то же время.

В опубликованной «ломоносовской» речи Ю. Б. Харитона (1983 г.) в живой форме рассказано, как эта работа была поначалу воспринята одним из основоположников современной химической кинетики, развившим в 1913 г. теорию обычных (неразветвленных) цепных реакций, — Максом Боденштейном из Института физической химии Берлинского университета. Позднее Боденштейн признал свою критику необоснованной.

Можно сказать, что ставшая классической работа Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальты явилась тем активным центром, от которого пошла цепная реакция идей современной химической кинетики; ее успехи однозначно связываются со школами Н. Н. Семенова в СССР и С. Хиншельвуда в Англии (Оксфорд). Недаром Н. Н. Семенов на экземпляре подаренной им Ю. Б. Харитону книги «Цепные реакции» сделал такую надпись: «Дорогому Юлию Борисовичу, который первым толкнул мою мысль в область цепных реакций».

Представитель школы Н. Н. Семенова, однокурсник Ю. Б. Харитона по физико-механическому факультету, акад. В. Н. Кондратьев писал в 1966 г.: «Нужно было иметь огромную научную интуицию и широту взглядов, чтобы в опыте Харитона и Вальты, который свидетельствовал о явном нарушении закона действующих масс в реакции окисления паров фосфора и который шел вразрез со всеми господствующими представлениями в области кинетики, увидеть не частный случай "кажущегося" нарушения закона кинетики, а фундаментальное явление весьма широкого значения».

Подчеркнем: в работе Харитона и Вальты указывается, что процесс окисления фосфора протекает в какой-то мере аналогично электрическому разряду в газах — с характерным резким переходом от тихого разряда к искровому; в этой аналогии уже содержится в неявной форме идея разветвляющихся цепей.

С работы Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальты неизменно начинается изложение основ цепных реакций окисления.

ВСТРЕЧА «АТОМ И ЧЕЛОВЕК»

(Выступление Ю. Б. Харитона в Доме ученых 7 февраля 1970 г.)

Мне посчастливилось работать с замечательным ученым, исследования и творческий труд которого определил развитие атомной науки в Советском Союзе и во всем мире. Это Эрнест Резерфорд, в лаборатории которого я работал в Кембридже в 1926-1928 гг. Хочу рассказать о своих впечатлениях и некоторых событиях, связанных с этим замечательным человеком.

О Резерфорде написаны книги, много статей, много серьезных воспоминаний и трудов. Мне хотелось сегодня просто поделиться некоторыми воспоминаниями, связанными с тем временем, когда я работал в Кембриджской лаборатории. Хочу рассказать о некоторых отдельных событиях, которые, может быть, не попали в различные книги и публикации о Резерфорде.

Резерфорд начинал не сразу с ядерной физики. Он увлекся сначала проблемами радио, и в Кембридже занимался попытками передавать на несколько миль радиосигналы. Уже в этих работах крупные физики, которые в то время были в Кембридже, сразу же отметили огромный его талант. В их письмах о его самых первых днях работы есть очень теплые отзывы об этом, как они его называли иногда, «австралийском кролике». Имя Резерфорда так высоко стоит, что часто кажется, что вся его деятельность проходила «безоблачно». Но на самом деле это было совсем не так. В начале своей деятельности ему приходилось преодолевать известные трудности. Нужно напомнить, что Резерфорд после работы в Кембриджской лаборатории уехал на несколько лет в Канаду. Там он сделал ряд замечательных работ с небольшим количеством радиоактивных препаратов, которые ему удалось получить. И вот его идеи, которые он тогда высказывал, встретили сильное сопротивление со стороны, как это ни странно сегодня слышать, Марии Кюри. Много-много лет назад мне пришлось делать доклад о Резерфорде, вскоре после его смерти, и я решил перечитать

статьи, которые в начале века выходили из-под пера основоположников современной науки о ядре. К моему удивлению, я обнаружил серьезную дискуссию, которая утихла только после нескольких лет работы Резерфорда, я не буду входить в детали этой дискуссии. Просто интересно отметить, что начало деятельности Резерфорда не сразу было воспринято другими учеными.

Я имел счастье увидеть Резерфорда впервые в 1926 году. За несколько лет до этого, в 1921 году, А.Ф. Иоффе вместе с П. Л. Капицей были в Кембридже, и Иоффе просил Резерфорда, чтобы он взял на некоторое время к себе Капицу. Он ответил, что не может принять сейчас Капицу, так как у него имеется всего 30 вакансий в лаборатории, и все эти вакансии заняты. Тогда Капица со свойственной ему легкостью и смелостью сказал: «Слушайте, профессор, в своих исследованиях Вы никогда не работаете с точностью до 3%, а 1 человек к 30 — это же 3%. Так что Ваши возражения несерьезны». Резерфорду так понравилось такое несколько нахальное обращение, что он был совершенно обезоружен и принял Капицу. Нужно сказать, что Резерфорду импонировал Капица, и Резерфорд пошел на ряд таких, я бы сказал, психологических неприятностей, связанных с его довольно длительным пребыванием в Кембридже. Все было не так просто. Капица был советским подданным, и многим английским ученым не нравилось, что большие возможности предоставляются, так сказать, «чужаку». Некоторые при этом думали, что он к тому же советский человек. Далеко не все тогда, как и сейчас, относились хорошо к Советскому Союзу.

Резерфорд очень помогал Капице. Все хорошо знают, что Капица начал там работать над сильными магнитными полями. Сначала он использовал разряд короткозамкнуемого на катушку аккумулятора, затем ему потребовались источники энергии большей мощности. Для работ нужно было

располагать электрическим генератором мощностью 3000 кВт. Это серьезная машина, довольно дорогая, и Резерфорд помог Капице получить такую машину, на базе которой были сделаны многие его замечательные работы. Позднее Резерфорд обеспечил возможность строительства новой лаборатории, получив крупное пожертвование со стороны Монда — главы известной химической фирмы. Помощь Резерфорда советскому ученому, работавшему в Кембридже с 1921 по 1934 г., была очень существенной, требовала твердого характера. Трудности Резерфорда никогда не смущали. Он был человеком поразительным не только по всем своим качествам: как ученый, как замечательный организатор научной работы разного типа. Во время 1-й империалистической войны он очень много сделал для технического перевооружения ряда родов войск.

Самым удивительным внешним проявлением Резерфорда был его голос — очень низкий и громкий. Поэтому вся лаборатория совершенно точно знала, когда Резерфорд приходит. Входя в лабораторию и обычно встречая кого-нибудь на лестнице или в коридоре, он начинал разговор, и его голос разносился по всем комнатам здания.

Я расскажу один эпизод, который характеризует не только Резерфорда, но также и Капицу, который в каком-то смысле был его любимцем. В Кембриджскую лабораторию должен был приехать из Америки Роберт Вуд. Он был известен всему миру как изумительный экспериментатор, и в Кембриджской лаборатории началась некая лихорадка — не хотели «ударить лицом в грязь» перед Вудом. Хотели показать ему такое, чтобы, как говорится, «выбило» его из равновесия и показало, что англичане тоже могут делать красивые эксперименты. После ряда обсуждений решили показать установку Капицы. Когда Вуд приехал, у него было мало времени, и его не водили по всему институту, а провели в экспериментальный зал, где стоял генератор Капицы. Его подвели к стенду, на котором была установлена магнитная катушка, укрепленная мощной стальной лентой. Поля были очень значительные, давления возникали большие от этого магнитного поля. Все это легко разруша-

лось. Хотя поломки происходили часто — весьма характерно различное отношение к технике безопасности тогда и сейчас. Около этой конструкции, которая в любой момент могла взорваться, собралась такая компания, как Резерфорд, Вуд и др. Это никого не волновало и не смущало. Был подготовлен следующий опыт: в отверстие катушки, стоящей вертикально, был вставлен дьюаровский сосуд в форме рюмки. В сосуде находился жидкий кислород и была вставлена стеклянная палочка. Идея заключалась в том, что в момент включения сильного магнитного поля (включалось на одну сотую секунды) кислород, который является сильным парамагнитным веществом, втягивался в магнитное поле и с силой выталкивал стеклянную палочку. Она взлетала вверх, ударялась о потолок и разбивалась на мелкие кусочки. Все стояли и смотрели. Вуд, не зная, что произойдет, смотрел на эту штуку. Раскручивается генератор, набирает скорость, затем говорят: «Внимание», Капица нажимает кнопку для включения рубильника. Возникает магнитное поле, стеклянная палочка вылетает, разбивается, осколки падают. Вуд, очень высокий, худощавый, на лице его ничего не отражается, стоит, как каменный, пару секунд, затем берет рюмочку с кислородом, говорит: «Ваше здоровье!» — и выпивает. В общем, удивить его не удалось, и Резерфорд был очень расстроен. Вуд, конечно, покатал несколько секунд кислород во рту и выплюнул его. Но удивить, «сбить», его не удалось.

Последнее доброжелательное действие Резерфорда в отношении и к Капице, и к Советскому Союзу выразилось в следующем: когда Капица остался в нашей стране, то правительство обратилось с просьбой продать Советскому Союзу английское оборудование для лаборатории Капицы, чтобы он мог продолжать свои работы, не создавая этого оборудования заново. Резерфорд добился от английского правительства разрешения на продажу этого оборудования. Кажется, это было на сумму около 80 000 фунтов. Это было уникальное оборудование, на котором много лет проводилась работа. Вот те несколько слов, которые мне хотелось сказать о Резерфорде.

**ЭРНЕСТ РЕЗЕРФОРД
(1871—1937)**

Проф. Ю. Б. Харитон

Когда мы слышим имя крупного ученого, то обычно в нашем сознании возникает та область науки, созданием которой мы обязаны этому ученому. Имя Планка напоминает нам основы теории квантов, с именем Кельвина неразрывно связана термодинамическая шкала температур, с именем Томсона — основные представления об ионах. Есть, однако, ряд имен, и их очень немного, — при упоминании о которых одно за другим всплывают не одно, а несколько важнейших научных понятий. Таковы имена Ньютона, Фарадея и Максвелла, имена наших великих соотечественников Ломоносова и Павлова, таково и имя Резерфорда, смерть которого является такой тяжелой утратой не только для физиков, но и для всех, кому дорого развитие науки в целом. При имени Резерфорда мы вспоминаем ясную и стройную схему радиоактивных превращений и свойства излучений радиоактивных веществ; вспоминаем периодическую систему элементов, в которой порядковый номер приобрел, после работ Резерфорда, чудесный новый смысл — обозначив число элементарных зарядов ядра и количество электронов в атоме; вспоминаем осуществление мечты алхимиков о превращении элементов — разрушение ядра азота альфа-частицами и затем разрушение ядра лития искусственными Н-частицами, проведенное Кокрофтом и Уолтоном, но вдохновленное Резерфордом.

Жизнь Резерфорда представляет собой почти непрерывную цепь блестящих открытий. Неслучайно в своих воспоминаниях его ученик Чедвик считает, что самым значительным периодом научной деятельности Резерфорда был Манчестерский период, т. е. 1908 — 1914 гг., а его учитель Томсон,

примерно в таких же выражениях, пишет о Канадском периоде, т. е. 1899 — 1907 гг. Каждый из периодов деятельности Резерфорда действительно представляет огромную объективную ценность, и только субъективно можно отдать предпочтение одному периоду перед другим.

Эрнест Резерфорд родился в 1871 г. в семье небогатого новозеландского фермера. Он был четвертый ребенок, всего же в семье было двенадцать детей. В Новой Зеландии он окончил школу и университет. Не следует думать, что это был университет в том смысле, как мы обычно понимаем это слово. В Новозеландском университете было 7 профессоров и около полутора десятков студентов. Однако даже в скудной обстановке заброшенного на край света учебного заведения Резерфорд, оставленный при университете после его окончания, сумел заняться научной работой. Одновременно с Поповым и Маркони и совершенно независимо от них Резерфорд начал разрабатывать методы детектирования электромагнитных волн. Он применял для детектирования пучок намагниченных до насыщения иголок, размагничивавшихся индуцируемыми в антенне токами.

Как раз в это время в главном физическом центре Англии в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета произошла некоторая реорганизация. Руководство университета, по видимому, с целью усиления связи метрополии с колониями и доминионами, решило распространить право пользования стипендиями для молодых ученых в Кавендишской лаборатории на окончивших университеты в любой части Британской империи. (Раньше пользоваться этими стипенди-

ями могли только окончившие Кембриджский университет.) Новозеландский университет направил в Кембридж Резерфорда. Как выразился один из современников Резерфорда, вряд ли когда-нибудь имело место более целесообразное вложение капитала, чем выплата стипендии Резерфорду. В Кембридже Резерфорд сначала продолжал свои опыты по приему радиоволн. Он достиг в этом направлении больших успехов и поставил мировой рекорд дальности приема, добившись передачи сигналов между университетской обсерваторией и Кавендишской лабораторией, расстояние между которыми было около 3 км. (Следует помнить, что это было в 1896 г.)

В 1896 и в 1897 гг., сразу после открытия рентгеновских лучей были сделаны три работы (первая совместно с Томсоном, а остальные — одним Резерфордом) по изучению свойств ионов, создаваемых рентгеновскими лучами. Было открыто явление тока насыщения, измерена подвижность ионов, измерен коэффициент рекомбинации, измерен коэффициент поглощения рентгеновских лучей в газах и найдена связь между коэффициентом поглощения и ионизуемостью газа. Как мы видим, все основные представления о свойствах ионов и поведении ионизованного газа теснейшим образом связаны с именем Резерфорда.

Это фундаментальное ознакомление со свойствами газовых ионов оказалось чрезвычайно полезным для последующих работ Резерфорда по изучению излучений радиоактивных веществ. «Ионы можно почти что видеть», — говорил Резерфорд. Поэтому ионы давали Резерфорду разнообразнейшие количественные характеристики радиоактивных излучений, в то время как многие его современники либо просто не доверяли такого рода ионной информации, либо же пользовались ионизацией как качественным методом.

Энергия, прекрасные организационные способности и ясность его научных идей вскоре обеспечили Резерфорду большую популярность в Кавендишской лаборатории, и его стали рассматривать как человека с большим будущим. В 1898 г. представитель одного из канадских университетов пригласил на кафедру физики, взамен покинувшего Канаду Каллендара, многообещающего, но

еще молодого и не имевшего почти никакого педагогического опыта Резерфорда. Предложение было принято. Резерфорд переехал в Монреаль.

Из Европы Резерфорд привез купленное им для лаборатории соколовице — 60 мг радия, необходимого для проведения задуманных им работ.

В Канаде Резерфорд предпринимает систематическое изучение излучения радиоактивных веществ. В 1899 г. появляется его первая фундаментальная работа в этой области, объемом в 54 страницы, «Излучение урана и вызываемая им электропроводность». В этой работе Резерфорд категорически опровергает результаты Беккереля, установившего наличие преломления и поляризации турмалином излучения урана, и впервые устанавливает наличие двух типов лучей: альфа- и бета-лучей. Резерфорд показывает, что листок алюминия толщиной в 0,002 см уменьшает интенсивность излучения в 20 раз, а дальнейшее утолщение алюминия ослабляет оставшееся излучение гораздо меньше. Природа альфа- и бета-лучей на этом этапе еще является для Резерфорда, как он пишет, тайной.

В конце 1899 г. Резерфорд доказывает существование эманации тория, статья об этом появляется в начале 1900 г. После тщательного экспериментального изучения явления наведенной радиоактивности и свойств эманации Резерфорд в 1902 г. печатает с рядом сотрудников, в том числе с Содди, 5 статей, в которых содержится ряд важнейших утверждений. Устанавливается связь между наличием эманации и индуцированной радиоактивностью. Явление индуцированной радиоактивности смущало умы многих физиков. Предметы, находившиеся вблизи радиоактивных веществ, сами начинали испускать радиоактивные излучения — это было совершенно непонятно. К тому же явление оказалось на редкость плохо воспроизводимым. Случайное движение воздуха в комнате влияло на результат опыта. Предположение об испускании радиоактивными веществами радиоактивного газа — эманации — разрешало все трудности. В этих же статьях высказывается впервые мысль о превращении радиоактивных элементов. Приведу соответствующий абзац из статьи Резерфорда и Гриера: «Мы не входим на этой ступени в рассмотрение механизма радиоактивности, но представляется вероятным, что боль-

шая часть отклоняемых лучей урана и тория испускается вторичным продуктом, образующимся в результате дезинтеграции атомов или молекул урана и тория. Эти вторичные продукты отличаются, по химическим свойствам, от урана и тория и могут быть отделены от них химическими методами».

В другой статье этого же года сказано еще яснее: «Так как радиоактивность является атомным процессом и сопровождается химическим изменением, при котором появляются новые виды материи — эти изменения должны происходить внутри атома... (Разрядка моя. Ю. Х.). Очевидно, что мы имеем дело с явлением, выходящим из круга известных нам атомных сил. (Разрядка моя. Ю. Х.) Радиоактивность может поэтому рассматриваться как проявление внутриатомных химических изменений».

В одной из этих статей содержится чрезвычайно характерная аргументация в пользу применения электрических методов для исследования радиоактивных излучений. Исходя из характеристик имевшихся в то время, сравнительно несовершенных, электрометров Резерфорд подсчитывает, что электрическим путем можно обнаружить приблизительно около 10^{-18} г вещества, и указывает на важное преимущество электрического метода по сравнению с фотографическим — его безинерционность (т. е. отсутствие длительных экспозиций). Хорошо известно, как много внимания уделяла в дальнейшем лаборатория Резерфорда усовершенствованию электрических методов, всецело оправдавших ожидания Резерфорда. Вспомним, что открытие нейтрона Чедвиком опиралось на пропорциональный счетчик Винн-Вильямса, который с помощью усилителя и осциллографа дает возможность определять количество ионов, образуемых на некотором пути отдельными ионизирующими частицами. Разработке этого счетчика Резерфорд придавал чрезвычайно большое значение, всячески форсировал ее и внимательно следил за ней. Мы видим, что направление развития методики было намечено уже в первые годы работы Резерфорда.

В результате работ 1902 г. Резерфорд окончательно утверждает идею превращения элементов и приходит к заключению, что эманация представляет собой благородный газ.

Не следует думать, что эта исключительно смелая интерпретация экспериментальных результатов утвердилась без борьбы. Известно, что Кельвин до самой смерти отказывался верить в превращение радиоактивных элементов. Правда, Кельвин принадлежал к другому, старейшему поколению физиков. Однако и современники не без труда восприняли эти революционные идеи. Так, в 1903 г. в печати имела место дискуссия между Марией Кюри и Беккерелем, с одной стороны, и Резерфордом — с другой. Мы можем видеть, что даже такой прекрасный физик, как Кюри, не могла осознать всю грандиозность идеи Резерфорда и поэтому поняла его совершенно превратно, полагая, что Резерфорд считает радиоактивные превращения идентичными обычным химическим процессам. Поэтому Кюри считала, что независимость скорости радиоактивного распада от температур противоречит воззрениям Резерфорда. Так, Кюри пишет: «Я полагаю также маловероятным, что явления, сопровождающие существование эманации, имеют причиной химическое превращение. В самом деле, нет такой химической реакции, скорость которой не зависела бы от температуры в интервале от -180 до $+450^\circ$ ». В своем ответе Резерфорд уже курсивом выделяет слова: «Субатомное химическое изменение», — содержащаяся в этом выражении мысль с трудом укладывалась в сознании современников.

Кюри отрицала само существование эманации как определенного вещества и полагала, что «Эманация состоит из центров конденсации энергии, расположенных между молекулами газа и могущих взаимодействовать с последними».

Критикуя утверждения Кюри, Резерфорд в той же заметке буквально обрушивается на Беккереля, высказывавшего некоторое сомнение в точности и достоверности данных, полученных электрическим методом, и показывает, что все возражения Беккереля вызваны недостаточным знанием деталей эксперимента. Резерфорд показывает, что фотографический метод, пропагандируемый Беккерелем, в ряде случаев не выдерживает никакого сравнения с электрическим. Это, конечно, не мешает Резерфорду пользоваться и действиями радиоактивных излучений на фотопластинку — в тех случаях, когда это действительно рационально.

Во всяком случае, в 1903 г. Резерфорд именно электрическим методом впервые обнаружил отклоняемость альфа-лучей и определил скорость α -частиц, равную $2,5 \cdot 10^9$ см/с, и отношение заряда α -частицы к ее массе $e/m = 6 \cdot 10^3$.

В конце 1903 г., т.е. за пять лет работы в Канаде, Резерфорд открыл существование радиоактивных эманаций и определил их свойства, выяснил природу альфа-частиц, дал теорию последовательных превращений и смог написать несколько членов радиоактивных семейств тория и радия, т.е. создал весь фундамент учения о радиоактивности. Группа работ Резерфорда за этот период является разительным примером достижения огромных результатов с минимальной затратой работы, т.е. примером работы с огромным коэффициентом полезного действия. Резерфорд умел, как никто другой, делать в каждый момент только то, что прямо вело к решению стоящего перед ним основного вопроса.

Занимаясь всегда самыми трудными, узловыми проблемами, Резерфорд умел заинтересовать своих учеников в разработке и уточнении своих результатов.

Так, через несколько лет после общей формулировки теории последовательных превращений Фаянс и Содди сформулировали известное правило смещения, чрезвычайно облегчившее систематику радиоактивных семейств. Математическая теория последовательных превращений была впоследствии обобщена Бейтманом.

Сам Резерфорд в течение 1904—1910 гг. был занят главным образом изучением поведения альфа-частиц и уточнением вопроса о радиоактивных семействах. В это время была выполнена одна из наиболее известных работ Резерфорда совместно с Ройдсом — получение гелия из альфа-частиц, вылетающих из тонкостенной стеклянной трубки, содержащей эманацию. Тогда же им была произведена проверка работы Рамзая и Камерона, открывших, что при действии эманации на воду происходит образование неона, открываемого спектроскопически. Резерфорд не только опроверг результат Рамзая и Камерона, но со свойственным ему пониманием эксперимента точно доказал, что ошибочный результат их опытов связан с недо-

статочной воздухонепроницаемостью их приборов, наличием следов неона в воздухе и легкостью спектрального обнаружения неона.

В этом же промежутке времени имела место еще одна дискуссия с Беккерелем, особенно отчетливо показывающая Резерфорда как изумительного экспериментатора и слегка приоткрывающая завесу обманчивой простоты, покрывающую почти все работы Резерфорда. В самом деле, при чтении работ Резерфорда его несокрушимая логика без всяких усилий захватывает нас. Все кажется ясным и понятным. Мы даже не замечаем, как легко скатиться с узкой тропинки, ведущей нас к истине, в глубочайшую пропасть неверных заключений. Это как раз и случилось с Беккерелем при одновременном с Резерфордом изучении вопроса о прохождении альфа-частиц через воздух и другие вещества. И, конечно, не потому, что Беккерель был плохой экспериментатор, а потому, что только гениальная проницательность Резерфорда могла обеспечить анализ внешне простых, а по существу весьма сложных явлений.

Дело обстоит так. И Резерфорд, и Беккерель поставили вопрос о том, что происходит со скоростью альфа-частиц при прохождении через вещество. Оба пользовались методом магнитного отклонения пучка альфа-частиц и измерением кривизны пути альфа-частиц в магнитном поле. Оба получили на фотопластинках следы отклоненных пучков альфа-частиц. Резерфорд пришел ко всем хорошо известным заключениям о неоднородности прошедшего через слой какого-либо вещества пучка альфа-частиц, испускаемых радием, о постепенном торможении альфа-частиц при прохождении сквозь вещество и о наличии некоторой критической скорости, ниже которой альфа-частицы не активны. Выводы, к которым пришел Беккерель, естественно, мало кому известны, так как они представляют только исторический интерес. Они таковы: 1. Пучок гомогенен по скоростям. 2. Радиус кривизны возрастает по мере прохождения через воздух. 3. Это увеличение связано с увеличением величины массы α -частиц за счет того, что альфа-частица на лету набирает материальные частицы, подобно тому как растет катящийся с горы снежный ком.

Верный своему стилю работы Резерфорд не только дает ряд новых, неотразимо убедительных экспериментов, подтверждающих его точку зрения, но анализирует вопрос о том, какие именно альфа-частицы определяют собою границу изображения на фотопластинке, и дает полное объяснение всех результатов Беккереля, обращая их таким образом в свою пользу.

Эти критические работы чрезвычайно интересны и поучительны для каждого ученого. Читая их, особенно ясно ощущаешь Резерфорда как тончайшего экспериментатора — не в вульгарном смысле этого слова, когда тонкость эксперимента связывается с обилием приборов и десятичных знаков. Величие Резерфорда как экспериментатора в умении выбрать не самый точный и самый наглядный, а самый короткий путь, в умении строга́йшим образом учесть условия опыта, в умении различать между второстепенными неувязками теории и опыта и теми противоречиями между опытом и теорией, синтез которых всегда был движущей силой науки.

В 1904 г. Резерфорд был избран членом Британского королевского общества (примерно соответствующего академиям наук в других странах). В 1908 г. он окончательно вернулся в Англию, получив кафедру физики в Манчестерском университете. По своему значению, возможностям и оборудованию кафедра физики в Манчестере считалась следующей за основным физическим центром Англии — Кавендишской лабораторией Кембриджского университета. Тем более быстро Резерфорд развернул работу на новом месте. Основным направлением работы было исследование свойства α -частиц и их прохождения через материю. Эта серия работ увенчалась в 1911 г. блестящим исследованием рассеяния α -частиц при прохождении через различные вещества. Резерфорд показал, что отклонения на значительные углы, наблюдаемые изредка при прохождении α -частиц через тончайшие листки металлов (толщиною меньше микрона), вызываются «ядерной структурой» атома, т. е. тем, что положительный заряд атома сосредоточен в ничтожном объеме — ядре — в центре атома. Отрицательные заряды — электроны — расположены вокруг ядра подобно планетам, окружающим солнце.

Работы Гейгера и Марсдена точнейшим образом подтвердили правильность воззрений Резерфорда, а его ученик Чедвик определил абсолютное значение заряда ядра и показал, что заряд ядра, выраженный в элементарных электрических зарядах, примерно равен порядковому номеру элемента в периодической системе элементов. Чедвик работал с Резерфордом почти до конца жизни Резерфорда и впоследствии получил Нобелевскую премию за открытие нейтрона.

Резерфордовская модель атома легла в основу всех современных представлений о свойствах атомов и молекул. Она обусловила стремительное развитие физики, происходившее за последние десятилетия.

Во время пребывания в Манчестере Резерфорд занимался также изучением свойств β - и γ -лучей, в частности он совместно с Андраде измерил длины волн γ -лучей методом дифракции в кристалле. Однако затем он опять вернулся к изучению свойств α -частиц и их взаимодействий с материей. Резерфорд больше всего любил — если можно так выразиться — работать с α -частицами, оставляя эксперименты с β -частицами и γ -лучами своим сотрудникам.

Война, естественно, задержала развитие работ Резерфорда. Во время войны Резерфорд уделял много внимания вопросу о методах обнаружения подводных лодок. Для осуществления одного метода, который Резерфорд считал наиболее целесообразным, была организована специальная лаборатория, которой руководил В. Брэгг, известный своими классическими работами в области изучения структуры кристаллов. Для ознакомления с достижениями американцев в интересовавшей его области военной техники Резерфорд совершил поездку по американским военно-техническим лабораториям.

В 1919 г. Резерфорд сделал еще одно открытие исключительной важности. Ему удалось показать, что атомы азота могут расщепляться при бомбардировке α -частицами, что обнаруживается благодаря выбрасыванию протона. Как было показано позднее Блэкеттом, α -частица «прилипает» к остатку ядра азота, образуя атом кислорода с атомным весом 17. Так, Резерфорд осуществил превращение элементов, показав затем, что разру-

шение атомов происходит и при бомбардировке α -частицами ряда других элементов.

В 1919 г. Резерфорд занял место ушедшего в отставку Томсона в качестве кавендишского профессора экспериментальной физики в Кембридже. Этот последний период деятельности Резерфорда уже ближе к нашему времени и, естественно, лучше известен широким кругам интересующихся вопросами физики читателей. Поэтому мы не будем подробно останавливаться на результатах, полученных за 18 лет его работы в Кембридже. Отметим лишь, что уже в 1920 г. Резерфорд предсказал существование нейтронов, открытых Чедвиком в 1932 г. В этом же 1932 г. Кокрофт и Уолтон осуществили распад бомбардируемых протонами атомов лития на две α -частицы, разлетающиеся в разные стороны. Оба эти открытия, послужившие началом развития современной ядерной физики, не носят имени Резерфорда, но являются заключительным этапом его мудрой научной политики в течение всего Кембриджского периода, политики, обеспечившей мобилизацию всей мощи современной техники для решения задач физики ядра.

Не прекращая экспериментальной работы до конца своей жизни, Резерфорд, однако, последние десять лет уделял все большее внимание вопросам подбора и подготовки окружавших его молодых ученых. Резерфорд создал — в противоположность своим предшественникам в Кембридже Томсону, Релею и Максвеллу — большую и блестящую школу. Его ученики рассеяны по университетам и лабораториям многих стран, продолжая и развивая его дело.

Резерфорд был прекрасный учитель в самом высоком смысле этого слова. Он никогда не навязывал ученикам свои идеи и точку зрения и всячески поддерживал все проявления самостоятельного образа мышления. Он никогда не жалел «отдавать» на разработку свои мысли. Многие работы, не носящие его имени, обязаны ему своим происхождением. Резерфорд не любил входить в детали хода работы своих молодых учеников, считая, что слишком глубокое участие в работе подавляет инициативу. Но он чрезвычайно внимательно анализировал и обсуждал результаты, проявляя ко всем вопросам неисчерпаемый интерес, вдохнов-

ляя и увлекая каждого, кто имел с ним дело. Он предъявлял очень строгие требования к изложению результатов, часто заставляя полностью перерабатывать уже написанные статьи.

Важнейшим качеством ученого он считал научную инициативу. Человека, который через 2—3 года работы под его руководством не находил своей собственной линии исследования, Резерфорд не считал пригодным для научной работы. Наряду с научной деятельностью Резерфорд вел большую организационную работу. Во время его руководства Кавендишская лаборатория была значительно расширена, и оборудование ее было приведено в соответствие с современными техническими возможностями. В течение ряда лет Резерфорд был президентом Королевского общества. Но организационная деятельность никогда не отвлекала его от непосредственного участия в научной работе и не нарушала его общения с молодежью. На всех знавших его лично Резерфорд производил буквально чарующее впечатление. Это был плотный, широкоплечий человек с открытым, часто улыбающимся лицом. Живой интерес ко всему окружающему, большой жизненный опыт, широкий кругозор и простота обращения делали его исключительно приятным и интересным собеседником. Его низкий раскатистый хохот часто служил сотрудникам лаборатории сигналом о его приближении.

Резерфорд умер 19 октября 1937 г. в полном расцвете сил. Ему было 66 лет. Он был полон энергии и планов на будущее. Его учитель Томсон пережил его. 15 октября Резерфорд заболел. В тот же день его оперировали, но неудачно, 19-го при повторной операции он умер. Он был похоронен в Вестминстерском аббатстве в Лондоне. Урна с его прахом погребена рядом с гробницами Ньютона, Кельвина, Дарвина и Гершеля.

Человечество потеряло величайшего физика нашего времени. Современная картина строения и свойства материи покоится на прочном фундаменте, заложенном прилежными и крепкими руками этого пришельца из южного полушария. В Советском Союзе, являющемся наследником всех лучших достижений буржуазной культуры, мы бережно будем хранить память об этом замечательном ученом.

АБРАМ ФЕДОРОВИЧ ИОФФЕ

К 100-летию со дня рождения

Роль А. Ф. Иоффе в развитии советской ядерной физики и техники

Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон

Абрам Федорович прожил долгую, плодотворную и счастливую жизнь. Созданный им коллектив физиков (школа Иоффе) сыграл выдающуюся роль в советской науке и технике и, в частности, в советской энергетике. Абраму Федоровичу довелось увидеть результаты своей научно-организационной работы, результаты того труда и вдохновения, которые он вкладывал в науку и в создание научных кадров.

Воспитанный на классической физике XIX в., он был свидетелем и участником переворота, связанного с квантовой теорией света, теорией относительности, конкретизацией атомной теории, возникновением ядерной физики и физики элементарных частиц.

На исторических фотографиях, запечатлевших Сольвеевские конгрессы 1924 и 1933 гг., Иоффе снят рядом с Бором, Марией Кюри, Резерфордом, Шредингером.

Огромный вклад Абрама Федоровича в дело развития советской физики — как фундаментальной, так и технической — хорошо известен. Также хорошо известна его смелая линия — организация целой сети физико-технических институтов в различных регионах Советского Союза. Этот план А. Ф. Иоффе реализовал, смело расставаясь со многими талантливыми молодыми учеными, которые в ближайшие годы могли бы немало приумножить мощь ФТИ. Но он считал, что более важно создание физических центров в основных промышленных городах, и шел на любые жертвы для достижения этой цели.

Абрам Федорович не мыслил своей работы и работы института без исследования самых фунда-

ментальных вопросов физики и среди них — вопроса об элементарных частицах. Атомизм электричества, существование и свойства электронов, зависимость их массы от энергии, кванты света — таковы были вопросы, занимавшие физиков в начале нашего века. Катодные и рентгеновские лучи, наряду с естественной радиоактивностью и космическими лучами, были «физикой высоких энергий» тех дней. Эти вопросы органически вошли в тематику Физико-технического института и тесно связанного с ним Радиевого института.

Предсказание и открытие позитрона и открытие нейтрона в конце 20-х — начале 30-х годов необычайно усилили интерес Иоффе и всего коллектива ФТИ к физике ядра и элементарных частиц.

В приказе о структуре ФТИ от 20 января 1932 г. фигурирует «Бригада № 1: строение ядра. Начальник бригады Д. В. Скобельцын». Но в том же году позже организуется «Отдел ядерной физики», начальник И. В. Курчатов, в составе трех лабораторий: ядерных реакций (И. В. Курчатов), естественной радиации и космических лучей (Д. В. Скобельцын) и высоковольтная (Л. А. Арцимович). Наконец, приказ по ФТИ от 15 декабря 1932 г. гласил: «Для осуществления работ по ядру, являющихся второй центральной проблемой научно-исследовательских работ ЛФТИ¹, образовать особую группу по ядру в составе: академик А. Ф. Иоффе — начальник группы, И. В. Курчатов — заместитель начальника...»².

¹ Первой проблемой в ФТИ являлась физика полупроводников.

² Архив ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР, ф. 3, оп. 2, ед. хр. 4, л. 104.



Абрам Федорович Иоффе. 17(29).X.1880 - 14.X.1960.
Фото 2-й половины 40-х годов

Создавая новый отдел, Абрам Федорович подчеркивает важность ядерно-физической тематики. Нельзя не отметить смелости этого шага. В то время твердо господствовало убеждение, что ядерная физика — это чисто академическая наука, от которой нельзя ждать каких-нибудь технических выходов. Между тем Абрам Федорович всегда считал, что реализация технических приложений, вытекающих из работ института, является чрезвычайно важной частью работы института. Недаром же институт был назван физико-техническим. То, что при таком положении директор института возглавил и лично взялся за технически бесперспективное направление, могло показаться даже в какой-то мере вызывающим. Не может быть, чтобы Абрам Федорович этого не понимал. Так в чем же дело?

Мы думаем, что здесь были две причины. Во-первых, научная интуиция Абрама Федоровича подсказывала ему, что именно в этой области физики предстоят крупнейшие новые открытия и глубочайшие прорывы в понимании основных свойств материи.

Во-вторых, неизменный оптимизм Абрама Федоровича подсказывал ему, что скачки в понимании основных свойств материи неминуемо приведут к крупным сдвигам в технике, в частности в энергетике, которая его всегда интересовала. Те, кто систематически бывал на семинарах, проводившихся Абрамом Федоровичем, помнят его неоднократные высказывания о необходимости работы над различными способами использования солнечной энергии, естественного холода и т. п. Многие из того, что он пропагандировал полсотни лет тому назад, сейчас претворяется в реальность или становится предметом конкретных разработок. Оптимистическим было и отношение Иоффе к проблеме ядерной энергии.

Перед нами короткое интервью Абрама Федоровича корреспонденту журнала «Вокруг света».

«Если говорить об энергии внутриатомной, то запас ее имеется колоссальный. Некоторую часть ее можно, вероятно, использовать.

Не совсем правильно называть эту энергию запасами. Это не источник энергии, а ее кладбище... знак того, какие громадные запасы энергии были уже затрачены. Есть атомы недостроенные — радиоактивные атомы, где можно произвести дальнейшее уменьшение. Если взять четыре атома водорода, соединить их ядра с двумя электронами, а два оставить, то получим атом гелия — и тогда освободится громадное количество энергии...

Но пока это еще не достигнуто»³.

Интересно и поучительно сопоставить целеустремленность и оптимизм А. Ф. Иоффе с господствовавшими взглядами и прежде всего со взглядами Э. Резерфорда.

Резерфорд открыл само существование атомного ядра, понял, что радиоактивность есть превращение атомного ядра, осуществил первые ядерные реакции, вызванные альфа-частицами, в его лаборатории был открыт нейтрон, осуществлена на ускоренных протонах ядерная реакция $P + Li^7 = 2He^4$ с положительным энергетическим балансом.

³ «Вокруг света», 1935, № 5, с. 12.



Участники IV Сольвеевского конгресса. 1924 г. Брюссель

До конца своей жизни (октябрь 1937 г.) Резерфорд очень категорически и очень негативно высказывался по проблеме ядерной энергетики. Он не ограничивался отрицательными отзывами на неквалифицированные фантастические предложения. Известно, что в 1934 г. Резерфорд буквально выгнал из своего кабинета Сциларда, который пришел рассказать об идее цепной реакции с размножением нейтронов. Уязвленный Сцилард назвал Резерфорда получил патент на изобретение. Позже, после войны, правительство США купило у Сциларда этот патент по сходной цене 20 000 долларов⁴.

Были и общие пессимистические высказывания Резерфорда в публичных выступлениях.

В чем же дело? Можно ли объяснить позицию Резерфорда одним только тем обстоятельством, что он был лучше, чем кто-либо, информирован, лучше всех знал ядерную физику? Сколько истины в шутке «Пессимист — это хорошо информированный оптимист»? На первый взгляд Резерфорд имел все основания для пессимизма. Сцилард в 1934 г. не мог указать такого ядра, попадание в которое одного нейтрона вызвало бы испускание двух нейтронов той же энергии. Деление урана еще не было открыто. Заметим, впрочем, что и здесь были предтечи: о возможности деления ядер писала Ида Ноддак в 1934 г., но общественное мнение, «истеблишмент» физиков не прислушался к ней. Но допустим даже, что деление урана «не состоялось бы», не будем ставить в упрек Резерфорду то, что он не предвидел деление урана, без которого идея цепной реакции мертва. Сегодня, с позиций конца семидесятых годов, мы знаем, что

⁴ Blumberg S.A. Energy and Conflict. The Life and Times of Edward Teller. N.Y., 1976, p. 86.

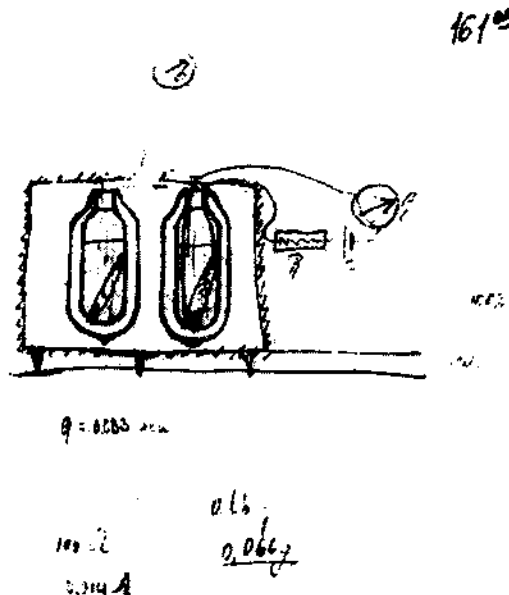


Схема эксперимента по определению энергии, излучаемой радием, который был проведен А. Ф. Иоффе в лаборатории Рентгена в 1903 г.

Из мюнхенской рабочей тетради А. Ф. Иоффе, хранящейся в Архиве АН СССР (Ленинградское отделение)

глобальный пессимизм все равно не оправдан! Действительно, прямой путь бомбардировки, например, лития протонами — нерентабелен, потери энергии протонов на электронах лития во много раз превосходят выделение энергии при попадании в ядро. Но в принципе ведь возможна ситуация, когда средняя энергия электронов велика и потерь нет, т. е. возможна термоядерная реакция!

Эта реакция может происходить в разреженном газе, между частицами, движущимися в магнитном поле. Реакция возможна в сверхплотном горячем веществе в фокусе кумулятивного взрыва. Сам взрыв может быть вызван фокусировкой лазерного излучения (не известного в 1937 г.) или ударом ускоренных частиц, электронов или ионов. При применении релятивистских протонов соотношение между вероятностью ядерной реакции и ионизационными потерями становится благоприятным, и открывается новый ряд возможных применений (получение плутония, полу-

чение радиоактивных изотопов). Наконец, в определенных условиях может оказаться практически интересным катализ ядерных реакций изотопов водорода холодными мюонами. Мы перечисляем здесь скороговоркой крупнейшие, важнейшие направления современных исследований с единственной целью — показать разнообразие тех путей, которые открывает природа перед ищущим, перед оптимистом.

Можно только повторить, что Резерфорд — великий ученый и сделал в ядерной физике больше, чем кто-либо другой. Но, по выражению П. Л. Капицы, «суждения Резерфорда о практических последствиях ядерной физики не имели ценности. Эти вопросы лежали вне круга его интересов и вкусов»⁵.

Исторический оптимизм и интуиция Иоффе оказались полностью оправданными!

Новая эпоха в ядерной физике, в проблеме атомной энергии началась, как известно, в 1939 г. с открытием деления урана. Появилась принципиальная возможность осуществления ядерной цепной реакции и всего с ней связанного. Академия наук СССР создала «урановую комиссию» во главе с академиком В. Г. Хлопиным, в которую вошел Абрам Федорович. Один из нас (Ю. Б. Харитон), также входивший в эту комиссию, помнит активность и энтузиазм, с которыми Иоффе развивал планы развертывания работ.

Когда проблема атомной энергии стала важнейшей государственной задачей, именно Иоффе рекомендовал своего ученика — И. В. Курчатова — в качестве научного руководителя проблемы. Многие ближайшие сотрудники Иоффе покинули институт и отдали свои силы проблеме. Несомненно, что при этом произошло некоторое временное ослабление института (вдобавок к потерям, связанным с войной, эвакуацией и блокадой Ленинграда). У Иоффе не было сожаления об этом, не было ревности ни к проблеме, ни к ее руководителю. Физико-технический институт и Иоффе лично делали все возможное для помощи проблеме со всей страстью и самоотдачей.

⁵ Капица П. Л. Эксперимент. Теория. Практика. М., 1974, с. 233.



Группа физиков Москвы и Ленинграда. 1925 г. Сидят: С.Н. Ржевкин, А.Ф. Иоффе, Е.К. Молодая, П.П. Лазарев, Л.В. Мысовский. Стоят: П.Н. Беликов, Э.В. Шпольский, Б.В. Ильин, С.И. Вавилов, Е.Е. Сиротин, Б.А. Введенский

Описание гигантской работы, проведенной И. В. Курчатовым как руководителем проблемы, выходит за рамки нашей статьи. Может быть, целесообразно отметить здесь только то, что И. В. Курчатов привлек ученых самых различных школ, как физиков, так и ученых других специальностей. Успех пришел в результате дружной коллективной работы. И. В. Курчатов радовался успехам своих новых соратников так же искренне, как и успехам тех, с кем работал бок о бок в ФТИ около двадцати лет.

Вернемся к теме статьи.

В октябре 1940 г. А. Ф. Иоффе исполнилось 60 лет. В день своего юбилея он публикует в газете «Правда» статью «Проблемы физики атомного ядра». Разделы этой статьи — «Проблема урана», «Использование ядерной физики» — полны опти-

мизма. Отмечается возможность реакции с использованием тяжелого водорода в качестве замедлителя (в другом документе говорится о необходимости тщательного исследования захвата нейтронов углеродом и кислородом). Говорится об изменении природного соотношения изотопов, о трудности этого пути. Вместе с тем Иоффе пишет: «Мы знаем ряд приемов для изменения природного состава изотопов и даже выделения чистых изотопов, но все эти приемы дают ничтожное количество вещества и требуют больших затрат. Возможно, что удастся изобрести еще другие, более дешевые и массовые способы и обогатить уран изотопом ^{235}U »⁶.

⁶ Иоффе А.Ф. «Правда», 1940, № 301 (29 окт.).

Здесь уместно отметить, что освоение атомной энергии было связано отнюдь не только с задачами ядерной физики как таковой. Эту сторону дела Абрам Федорович прекрасно понимал. «Для новой энергии потребуется и новая энергетическая техника» (из той же статьи). Но что еще важнее — сама структура Физико-технического института и его дочерних институтов обеспечила нашей стране возможность подготовки таких кадров, которые смогли взять на себя решение значительной части соответствующих задач. Пример, наиболее близкий авторам статьи, — в Институте химической физики АН СССР академик Н. Н. Семенов создал научную школу химических цепных реакций. Используя опыт этой школы, авторы смогли быстро сориентироваться в специфике цепного ядерного процесса, выяснить инертность природного урана при делении на быстрых нейтронах, проанализировать условия реакции при наличии замедлителя. В последней работе этого цикла, опубликованной в 1940 г., рассматривалась кинетика реакции вблизи критических условий, была показана возможность и устойчивость стационарного режима энерговыделения⁷. На основании имевшихся в то время скудных данных были сделаны оценки⁸ критической массы урана 235.

Еще раньше, в 1937 г., один из авторов (Ю. Б. Харитон) установил физические принципы расчета разделения газов с неодинаковым молекулярным весом центрифугированием⁹. Как известно, практически разделение изотопов урана сперва было осуществлено диффузионным методом. Однако в настоящее время метод центрифугирования, экономящий энергию, также широко используется. В 40-х годах уже в связи с урановой проблемой в разработке теории центрифуги приняли участие такие ученые, как Дирак, Пайерлс, Онзагер.

Упомянутая выше работа 1937 г. правильно показала масштаб технических трудностей разделения изотопов.

В решении большого числа инженерных задач атомной проблемы ученики Иоффе, его научные дети, внуки и правнуки сыграли достойную роль.

Абрам Федорович учил нас физике, учил работать, учил соединять научный подход с энтузиазмом и фантазией. Большую роль в подготовке кадров сыграл организованный А. Ф. Иоффе физико-механический факультет Ленинградского политехнического института. На протяжении многих лет Иоффе был деканом факультета, тесно связанного с Физико-техническим институтом.

Принципы обучения и особенно судьбы людей, учившихся на физмехе, заслуживают особой статьи или книги.

Одному из нас (Ю. Б. Харитону) выпало счастье прослушать ряд глав общего курса физики, который Абрам Федорович читал первокурсникам нескольких инженерных факультетов Ленинградского политехнического института в 1920—1921 гг. Лекции читались в большой физической аудитории, в главном корпусе института. Аудитория всегда была набита до отказа. Здание не отапливалось. Студенты сидели в пальто и шапках. Точно вовремя открывалась боковая дверь, и за демонстрационным столом перед огромной доской появлялась высокая стройная фигура в строгом черном костюме с белоснежным воротничком. Лектору было 40 лет. Воцарялась мертвая тишина, и высокий звонкий голос уводил студентов в мир физических образов, имевший очень мало общего с сухим содержанием учебников, которыми можно было пользоваться в библиотеке.

Для слушателя, пишущего эти строки, лекции повернули жизнь. Он оставил электромеханический факультет и перешел на организованный Иоффе физико-механический факультет.

В один из дней аудитория встретила лектора бурными аплодисментами — это было поздравление с избранием в академики.

В 1931 г. письмо за подписью Иоффе, адресованное в Институт механической обработки полезных ископаемых, решило судьбу второго автора (Я. Б. Зельдовича) — последовал перевод в Институт химической физики, работа у С. З. Рогинского, Н. Н. Семенова, общение с физиками. Запомнился внеочередной семинар, на котором Иоффе огласил письмо Чедвика, сообщавшее об открытии нейтрона, общий энтузиазм и телеграмма от участников

⁷ Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. «ЖЭТФ», 1939, т. 9, с. 1425; там же, 1940, т. 10, с. 29; там же, с. 477.

⁸ Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. «УФН», 1940, т. 23, с. 329.

⁹ Харитон Ю.Б. «ЖТФ», 1937, т. 7, с. 1476.

семинара в Кембридж с поздравлениями и предложением совместной работы.

Было бы неправильно отделять научно-организационные заслуги Иоффе от его облика ученого. Вряд ли возможно руководить наукой без прямого, живого, непосредственного интереса к предмету.

Освещая общее значение деятельности Абрама Федоровича для развития советской ядерной физики, хочется упомянуть некоторые отдельные штрихи, характеризующие его отношение к различным вопросам.

Однажды один из блестящих молодых теоретиков докладывал на институтском семинаре появившуюся в литературе работу Г. А. Гамова об испускании альфа-частиц как о процессе прохождения сквозь барьер. В конце докладчик начал обсуждать математический вывод и показал, что все это можно сделать гораздо красивее. Абрам Федорович с необычайным для него раздражением прервал докладчика, сказав: «Разве дело в красоте способа вывода — важна идея!»

В тридцатые годы, когда Абрам Федорович на некоторое время сам, как мы уже рассказывали, возглавил работы по ядерной физике в ФТИ, он настойчиво пропагандировал одну идею на проводившихся им семинарах. Он считал крайне важным создание камер, которые работали бы не как камера Вильсона — в момент расширения, — а непрерывно. На нескольких семинарах он возвращался к этому вопросу, предлагал подумать над некоторыми конкретными вариантами. К сожалению, никто не подхватил тогда его идеи, и они были реализованы значительно позже.

Абрам Федорович принимал самое активное участие в организации первой всесоюзной конференции по атомному ядру (1933) и был председателем второй (1937) такой конференции; обе они были проведены им с большим подъемом. В своем выступлении на 2-й конференции и позже, в упомянутой статье 1940 г., Иоффе высказывает необычайно важную и смелую мысль о том, что «перечисление элементарных частиц заставляет усомниться в их элементарности», что «протоны и нейтроны, может быть, также не являются элементарными частицами».

В письме, адресованном Нильсу Бору, Абрам Федорович предлагает составную модель нейтрона, объясняющую его магнитный момент.

Прошло четверть века, и появились современные кварковые модели протона и нейтрона. Эти модели буквально мало похожи на представления Иоффе, но общую его мысль о неэлементарности нейтрона и протона они подтверждают.

Конкретные открытия, сделанные в ФТИ в области экспериментальной и теоретической ядерной физики, общеизвестны. Об этих открытиях и об отношении к ним А. Ф. Иоффе могут лучше рассказать те, кто непосредственно работал и работает в этом институте. Мы сознательно ограничились самым общим описанием деятельности Абрама Федоровича и отдельными, сугубо личными воспоминаниями о некоторых моментах, быть может, не самых важных объективно, но близких и дорогих авторам.

Есть свидетельство того, что, и будучи директором Института полупроводников, Иоффе продолжал интересоваться развитием ядерных исследований в Физико-техническом институте. За несколько дней до смерти Абрама Федоровича к нему приходил Б. П. Константинов — в 1960 г. директор ФТИ — и обсуждал программу термоядерных исследований.

Восемьдесят лет жизни, шестьдесят лет в физике, тридцать два года во главе Физико-технического института и восемь лет во главе Института полупроводников, годы революции и Отечественной войны — эти годы вместили бесконечно много свершений, познания, славы, порой и противоречивых оценок. Оставалось неизменным то главное, что было характерно для Иоффе: его преданность науке и его сознание социальной ответственности науки, его преданность делу социалистического строительства и его активность ученого-коммуниста. Служение науке и служение родине были для Иоффе нерасторжимы.

Время все расставляет на места. Прошло 100 лет со дня рождения, 20 лет после смерти — и во всей красе встает перед нашим мысленным взором дело жизни Иоффе, образ самого Абрама Федоровича с нимбом седых волос, щеточкой седых усов, с ясным пронизательным взглядом, с твердой и спокойной уверенностью в могуществе науки, которой он отдал всю свою жизнь, с уверенностью в правоте своего славного пути.

Памятные встречи с замечательными физиками XX века

*(По материалам выступлений Ю. Б. Харитона
в Доме ученых в 1970-1980 гг.)*

Прошло уже шесть десятилетий с того времени, как я переступил порог лаборатории Николая Николаевича Семенова, чтобы на всю жизнь связать свою судьбу с экспериментальной физикой. С той далекой поры, подобно пушкинскому Пимену, я стал свидетелем многих открытий в физике, химии и других естественных науках. Они коренным образом повлияли на жизнь людей на земле на протяжении последнего полувека. Были встречи, дружеские и деловые контакты со многими выдающимися учеными, которых уже давно, к сожалению, нет в живых.

Я хочу рассказать здесь о некоторых из них. В первую очередь это касается знакомства и продолжительной работы под руководством замечательного физика и человека — Абрама Федоровича Иоффе. Мне посчастливилось также в течение двух лет работать в знаменитой Кавендишской лаборатории, когда ею руководил Эрнест Резерфорд. Судьбе было угодно свести меня с замечательным нашим ученым и организатором науки — Игорем Васильевичем Курчатовым. Эти ученые оставили неизгладимый след в физической науке первой половины нашего удивительного и до краев наполненного разнообразными событиями двадцатого века. Я позволю себе также совсем кратко остановиться на встречах с другими выдающимися физиками, с которыми пересекались мои пути.

Абрам Федорович Иоффе

Вот уже 20 лет, как нет Абрама Федоровича, но для меня воспоминания о нем остаются одними из самых дорогих в моей жизни.

Впервые я увидел Абрама Федоровича на лекции. В 1920 году я поступил в Политехнический институт в Петрограде на электромеханический

факультет. Было несколько так называемых потоков, т.е. групп студентов с разных факультетов, объединявшихся для слушания лекций в Большой физической аудитории Политехнического института. Мне повезло: я попал в тот поток, где курс общей физики читал Абрам Федорович. Прослушав две-три его лекции, я понял, что самым интересным является не электротехника, которой я в то время увлекался, а физика. И вот несколько позже, когда я узнал, что в Политехническом институте существует год назад организованный физико-механический факультет, во втором полугодии, т.е. с начала 1921 года, перешел на этот факультет.

Лекции Абрама Федоровича оставили незабываемое впечатление. Приведу некоторые характерные, наиболее запомнившиеся моменты. В зимнее время здание института не отапливалось, слушатели сидели в шубах, валенках. В начале лекции в двери, ведущей в лекционный зал, появлялся Абрам Федорович в строгом черном костюме, с белоснежным воротничком. Что он поддевал под костюм, я не знаю, но вид у него всегда был аккуратный, очень строгий. Начиналась лекция. И не я один, а буквально вся аудитория замирала и с волнением слушала то, что говорил Абрам Федорович.

У меня в памяти особенно запечатлелся раздел кинетической теории газов, который среди прочих разделов физики читал Абрам Федорович. Уж очень просто, необычайно просто, отчетливо он выводил знаменитые формулы коэффициентов теплопроводности, диффузии, внутреннего трения газов, и как-то так случилось в моей жизни, что именно с этими коэффициентами мне пришлось иметь дело. И неизменно, когда я что-нибудь начинал считать, передо мной возникала фигура Абрама Федоровича, стоящего у доски и выводящего эти формулы.

Закончился первый учебный год. Ряду студентов Абрам Федорович поручил за лето подготовить и затем прочитать на семинаре рефераты. Мне досталась тема: работы Резерфорда в области строения атома и теория атомного ядра. Это было мое первое, по личному поручению Абрама Федоровича, знакомство с ядерной физикой, интерес к которой никогда уже потом не покидал меня.

После окончания первого курса в моей жизни произошло другое знаменательное, важнейшее для меня событие. Как-то вызвал меня Николай Николаевич Семенов, прошли с ним в парк Политехнического института. До сих пор помню ту скамейку, на которой мы сидели. Семенов предложил мне работать в лаборатории, которую он собирался создать в Физико-техническом институте. Одновременно со мной он тогда пригласил Александра Филипповича Вальтера и Виктора Николаевича Кондратьева. С осени 21-го года мы начали работу в Физико-техническом институте, который тогда размещался в нескольких комнатах Политехнического института.

Работать в то время было непросто. В зимнее время надо было добыть дров, натопить печку, которая была сложена в комнате; надо было принести пару ведер воды из профессорского здания, в котором вода была (в главном здании воды не было), ну и т.д.

Надо отметить еще, что трамваи в то время ходили очень нерегулярно. Я жил в центре Петрограда, до Политехнического института расстояние было восемь километров. И вот частенько мне приходилось ходить пешком в институт, а иногда и обратно; ну а время от времени, когда заработаешься допоздна, приходилось оставаться в лаборатории, спать на лабораторном столе. Но в 17 лет — это не слишком трудное дело.

Одно из самых сильных впечатлений, связанных с началом работы в Физико-техническом институте, оставили семинары, которые проводил Абрам Федорович еженедельно. В то время уже был получен большой комплект журналов (в течение длительного времени Советский Союз был лишен связи с Западом, только в 20-м году начала поступать научная литература, после поездки Абрама Федоровича в Западную Европу для восста-

новления научных связей, закупки научного оборудования и т.п.), поэтому очень многие вопросы нужно было «пропустить» через семинар, чтобы сотрудники института могли полностью войти в курс современного состояния физики, которая на Западе в течение 1910-1920 гг. заметно продвинулась вперед.

Семинары велись в очень широком плане, они охватывали все отрасли физики, которая в то время была не так специализирована, как теперь, когда лишь очень малое количество физиков может считать себя более-менее компетентными во всех ее областях. Принимать участие или даже просто присутствовать на семинарах Иоффе было фантастически интересно.

Любопытно отметить такую деталь. Когда Капица по рекомендации Абрама Федоровича начал работать в Кавендишской лаборатории, там не было семинара. Петр Леонидович, уже привыкнув к обсуждениям такого рода у Иоффе, не мог удержаться и организовал семинар у себя на квартире. Он тогда еще не был женат, жил непосредственно в колледже, как полагалось неженатым сотрудникам лаборатории. И вот у него в небольшой квартирке стали собираться по 10-15 сотрудников лаборатории, и таким образом организовался Капица-клуб. Этот клуб существовал длительное время, а потом по его образу и подобию был организован клуб молодых сотрудников Кавендишской лаборатории. Я был участником капицевского клуба, участвовал в его работе, слушал работы из разных областей физики. Конечно, большая часть работ здесь была связана с вопросами ядерной физики, с общими вопросами теоретической физики.

После такого краткого отступления хочется рассказать о двух случаях, характерных для семинара Иоффе. После того как Физтех, если я не ошибаюсь, в 23-м году переехал из Политехнического института в специально для него отведенное здание, семинары проходили в большой комнате, в которой тогда находилась библиотека института.

Один из случаев — серьезный. Дело было в 28-м году, когда появилась работа Г.А. Гамова о теории альфа-распада (первая работа, в которой рассматривались подбарьерные переходы). Ландау изложил эту работу и сказал, что все это можно

сделать гораздо проще, чем сделано у Гамова, и написал несколько формул. И тут Абрам Федорович, который сразу оценил исключительную важность идеи подбарьерного перехода, как-то неприлично резко оборвал Ландау и сказал: «Неужели Вы не понимаете, что совершенно неважно, как такой важный результат получен». Для Иоффе, крайне деликатного человека, такая реплика была несвойственна, и это, пожалуй, одно из немногих исключений его неизменно доброжелательного отношения к людям.

У Шекспира есть фраза: «Распалась связь времен». Я хочу, наоборот, привести пример глубокой связи времен. Совсем недавно появились работы, сделанные, в частности, в ИХФ АН СССР, согласно которым ряд химических реакций может протекать подбарьерным путем. Все хорошо знают закон Аррениуса: скорость реакции зависит практически экспоненциально от температуры. Но вот обнаружен ряд реакций, скорость которых сначала спадает экспоненциально в зависимости от температуры, а потом становится постоянной за счет этого подбарьерного перехода. Это очень интересное явление, и оно позволяет совершенно по-новому думать о вопросах происхождения жизни во Вселенной, об образовании органических веществ и т.д. Так что то, что нас так сильно поразило на семинаре Иоффе в 1928 году, в конце 70-х гг. получило новое подтверждение, наполнилось новым содержанием.

Второй случай — комический. Как-то на семинаре докладывал один из молодых сотрудников. До сих пор помню его фамилию, но упоминать не буду. Человек он был вполне толковый, но как-то путано мыслящий. И вот он в процессе доклада изобразил некую кривую в некоторой области. Никто ничего не понял, и Абрам Федорович вежливо прервал его и спросил: «Что у Вас на осях отложено, скажите, пожалуйста?» В ответ мы услышали: «На осях ничего не отложено». Поднялся дикий хохот.

На этих же семинарах Абрам Федорович делал обычно сообщения о своих зарубежных поездках, рассказывал обо всех новостях в физике. Нужно сказать, что в то время ездило за границу гораздо меньше физиков, чем теперь, и из каждой поездки они привозили много нового, особенно Абрам

Федорович, который имел за границей обширные знакомства в среде ученых. Он всегда делал очень интересные сообщения и о результатах новых работ, и о людях, с которыми он встречался.

Абрам Федорович глубоко понимал важность физики для техники, что в то время осознавалось далеко еще не всеми. Поэтому он и создал Физико-технический институт, поэтому он создал физико-механический факультет в Политехе, оканчивающие его получали звание инженера-физика. Это звание с гордостью носил и я.

Иоффе хорошо понимал, что близко то время, когда физика будет давать огромное количество нового для техники. Естественно, он и сам стремился работать в той области, которая, по его мнению, могла внести существенно новые моменты в технику. Продолжая свою работу в области физики твердого тела, он работал над вопросами прочности твердого тела.

Было известно, что фактическая прочность твердых тел намного меньше, чем их теоретическая прочность. Это всячески пытались объяснить. В частности, одной из интересных была идея Гриффитса о наличии микротрещин на поверхности твердого тела, на концах которых концентрируются напряжения. Поэтому Гриффитс считал, что разрушение начинает идти гораздо раньше, чем это было бы при отсутствии трещин.

Абрам Федорович решил проверить, действительно ли это так и нельзя ли, уничтожив трещины на поверхности, получить существенно большую прочность. В качестве объекта исследований он выбрал каменную соль. Образец каменной соли растягивали, одновременно растворяя его поверхность, с тем чтобы образующиеся на поверхности трещины ликвидировать в процессе растворения. Абрам Федорович выбирал, по возможности, образцы каменной соли хорошего качества, которые внутри, казалось бы, не должны были иметь дефектов. Таким образом, разрыв должен был происходить, по его ожиданиям, при гораздо больших напряжениях. И это действительно было так. Оказалось, что в таком состоянии соль не хочет разрываться. Она тянется, вытягивается и разрывается только при напряжениях, во много раз больших, чем те, которые наблюдаются в обычных условиях.

Затем Абрам Федорович развил это направление дальше, проводил эксперименты с соляным шариком, который сначала охлаждался до очень низкой температуры, а затем быстро погружался, скажем, в расплавленное олово. При этом максимальные напряжения получаются внутри соляного шарика, потому что его горячая поверхность начинает расширяться и растягивает внутреннюю часть. Таким образом, Абрам Федорович показал (эти опыты проводились, я помню, его сотрудницей Марией Афанасьевной Левицкой), что в этих условиях внутри соляного шарика, несмотря на высокие напряжения, которые там возникают, трещины или какие-нибудь другие признаки разрушения не появляются.

Путь практического применения этих достижений А. Ф. Иоффе был очень непрост, но в ряде случаев его все же удавалось преодолеть, и даже через сравнительно непродолжительное время. В частности, была значительно повышена прочность свежеполученных стеклянных нитей, когда они покрывались для защиты от внешних воздействий тончайшим слоем какого-либо вещества.

Комната, где я работал с Виктором Николаевичем Кондратьевым, находилась рядом с комнатой, в которой работал Абрам Федорович, а также рядом с его кабинетом, так что я имел возможность больше, чем другие, видеть постановку многих опытов, проводимых Иоффе. Наблюдался, например, еще один очень занятный эффект (не знаю, описан он в деталях или нет, полной ясности о его природе не было тогда достигнуто). Когда образцы каменной соли подвергались напряжению, они растягивались скачками, и были слышны слабые щелчки, после каждого из которых происходило удлинение растягиваемого образца на незначительную величину. Эти щелчки как-то особенно интриговали гостившего в то время у Абрама Федоровича Эренфеста, и ему очень хотелось понять до конца, как это происходит. Но, насколько я помню, в то время построить сколько-нибудь строгую теорию этого явления не удалось. Может быть, потом это и было сделано.

По поводу увлечения Абрама Федоровича идеей увеличения прочности соли можно рассказать такой случай. В Физтехе ежегодно отмечался день основания института, когда проходило заседание

научно-технического совета, на котором делался доклад по какому-нибудь важному вопросу, относящемуся либо к работам, проводимым в институте, либо к работам, проводившимся в других странах. Днем было заседание совета, а вечером устраивался скромный товарищеский ужин сотрудников института с небольшим количеством гостей. Ужин оканчивался обычно весьма остроумным самодеятельным концертом. На одном из таких так называемых «капустников» Дорфман Я. Г. прочел большое стихотворение (он очень легко писал стихи), целую поэму, посвященную работам с каменной солью, которая кончалась словами (к сожалению, я только их и запомнил):

Я верю, что вскоре
Соляной экспресс
Меня повезет
На Сольвеевский конгресс.

Должен сказать, что Сольвеевский конгресс упоминался здесь не случайно. Дело в том, что Абрам Федорович пользовался очень большим авторитетом за рубежом и был неизменным участником этих конгрессов.

Вот я назвал имя Я. Г. Дорфмана. Хотелось бы несколько слов сказать о людях, с которыми начинал работать Абрам Федорович. В частности, Я. Г. Дорфман — человек незаурядный, блестяще знавший латинский и греческий языки. На этих языках от тоже писал стихи, читал их, переводил на русскую стихотворную форму. Он был исключительно эрудированным, необычайно высокой культуры человеком. Я не буду называть его работы, у него было их достаточно много. Позже он занялся историей физики и выпустил несколько очень хороших книг.

Петр Иванович Лукирский. Профессор университета, настолько увлекающийся человек, что когда он что-нибудь рассказывал, то часто в пылу рассказа добавлял что-нибудь такое, чего не могло быть на самом деле. По этому поводу в издававшемся в университете юмористическом журнале «*Physikalische Dummheiten*» («Физические глупости») в разделе типа «Фразы» было приведено однажды такое высказывание: «Откуда взялся обычай верить Петру Ивановичу Лукирскому?» — «Нет такого обычая верить Петру Ивановичу Лукирскому».

Я обязан П. И. Лукирскому одним очень ярким ощущением. Именно в разговоре с ним я впервые понял, что при испускании веществом бета-частиц как будто нарушается закон сохранения энергии. В самом деле: все мы знаем, что бета-частицы испускаются с разными энергиями, т.е. при переходе из одного и того же начального состояния в одно и то же конечное состояние получают бета-частицы с разными энергиями. Сейчас физики отлично знают, в чем тут дело. Для нефизиков стоит кое-что пояснить специально.

В течение ряда лет, пока шли бурные дискуссии по вопросам волновой механики, по всем тем новым представлениям, которые развивались Бором, Гейзенбергом и другими физиками, некоторые увлекающиеся физики считали, что раз так все сложно и непонятно, то, может быть, и вообще закона сохранения энергии не существует. Это вполне серьезно дискутировалось на страницах научных журналов. Ставились специальные опыты для проверки. И вот это страшно волновавшее физиков явление бета-испускания... Физики успокоились только тогда, когда Паули изобрел нейтрино, который уносит ту самую недостающую часть энергии. Закон сохранения энергии был реабилитирован.

Опять-таки, восстанавливая связь времен, не могу не сказать, что в самое последнее время появилась новая точка зрения. Когда Паули ввел понятие нейтрино, он ввел его как частицу, не имеющую массу, летящую со скоростью света. И так все всегда считали. А потом, следуя Марксу, который говорил, что надо сомневаться во всем, физики стали сомневаться: а, может быть, все-таки есть масса у нейтрино? И вот у нас, в Советском Союзе, были проведены эксперименты, которые показали, что у нейтрино действительно есть масса, очень маленькая, но все-таки есть. Масса порядка 1 эВ , в 10^5 раз меньше массы электрона. Как только появились первые публикации по этому поводу, сразу же раздался голос: «А почему, собственно, не иметь нейтрино небольшой массы? Ничего катастрофического при этом не происходит».

Обреимов И. В. — еще один сотрудник А. Ф. Иоффе. Очень интересный человек, очень тонкий физик. Как-то мы с Виктором Николаевичем Кондратьевым наткнулись в какой-то статье на тер-

мин «синусоидальная решетка». Мы ни в какой книге, которые нам попадались, такого термина не встречали. Тогда мы разыскали Ивана Васильевича и попросили его, чтобы он объяснил нам, что такое «синусоидальная решетка». Иван Васильевич подошел к доске и тут же во всех деталях разъяснил нам все тонкости, связанные с такой решеткой.

У меня сохранились также теплые воспоминания о встрече с Обреимовым И. В., происшедшей в ту пору, когда я собирался возвращаться из Кембриджа домой, в Советский Союз. Иван Васильевич в то время организовал Харьковский физико-технический институт, находился в Лейдене, где было заказано холодильное оборудование для производства жидкого азота, гелия. Сам он никогда этими веществами не занимался, но вспомнил, что в Физико-техническом институте мне было поручено наблюдение за тем, чтобы небольшая машина, снабжавшая институт жидким азотом, всегда находилась в хорошем состоянии. Он решил, что я должен что-то понимать в таких машинах, и попросил меня приехать в Лейден и проследить за этим заказом.

Около месяца провел я тогда в Голландии, работая в тесном контакте с Иваном Васильевичем Обреимовым. В связи с этим хочу рассказать об одном юмористическом случае*. Иван Васильевич связался с одним очень хорошим физиком, работавшим в фирме «Филиппс», — Ван-Аркемом. Этот физик — автор методов получения очень чистых металлов (берутся летучие галлоидные соединения металлов, в атмосферу этих паров помещается раскаленная проволока, на ней происходит разложение какого-нибудь галлогенида, и чистейший металл остается на проволочке, этот метод длительное время был самым распространенным методом получения чистых металлов в небольших количествах). Так вот, после осмотра лабораторий «Филиппс» Ван-Аркель пригласил нас пообедать. Мы с Иваном Васильевичем поехали к нему домой.

* Я все время отвлекаюсь. Но это позволит полнее воссоздать атмосферу тех лет. Абрам Федорович немалым вне окружения.

Приехав к Ван-Аркелю, мы вскоре сели обедать. Вначале нас несколько смутило то, что перед трапезой все встали, как мы поняли, для молитвы. Мы тоже встали, и Ван-Аркель прочитал предобеденную молитву. В конце обеда было подано что-то сладкое молочное, нам незнакомое. Оказалось, что это «что-то» приготовлено на молочной сыворотке, которая остается после каких-то технологических процессов. Иван Васильевич невольно сказал: «А у нас этим свиней кормят».

Несколько слов об Эренфесте, который был большим другом Абрама Федоровича и единственным человеком, с которым Абрам Федорович был на «ты». Знакомство их было давнее, с «немецких» времен, когда Иоффе работал у Рентгена. Эренфест много профессорствовал в разных университетах. Некоторое время и в Санкт-Петербургском университете. Для его характеристики можно рассказать, например, такую вещь (я знаю это со слов Абрама Федоровича). Эренфест был огорчен тем порядком присуждения ученых степеней, который существовал в России. Получение степени магистра, доктора было связано с экзаменами. Экзамены эти имели совершенно фантастический объем, не идущий ни в какое сравнение с теми экзаменами, которые сдают сейчас в соответствии с кандидатским минимумом. Нужно было знать буквально всю физику. Это было очень трудно, потому что экзамен принимала комиссия из профессоров, спрашивала детально, «въедалась».

Эренфест видел, что это мешает прогрессу, что люди вместо того, чтобы заниматься научной работой, тратят огромные усилия и большое время на детальное изучение вопросов никому не нужных. Каждый вопрос нужно изучать детально тогда, когда это требуется для дела, экзаменуемые должны твердо усвоить только основы физики. На каком-то совещании, где обсуждался этот вопрос, Эренфест выступил с горячей речью о том, что нужно ликвидировать этот ужасный обычай. В конце этой речи он расплакался. То есть он так болел за людей, которые подвергались такому истязанию, что не выдержал и расплакался.

Эренфест хорошо играл на рояле. И когда вечерами мы собирались в библиотеке Физтеха, в основном для разговоров, то Эренфест иногда са-

дился к роялю и играл. Абрам Федорович над ним подтрунивал, потому что Эренфест очень любил вальсы Штрауса. «Опять ты эту сентиментальную чепуху играешь», — говорил Иоффе. Сам он любил серьезную музыку.

Эренфест во время своего пребывания в Ленинграде прочитал для работников Физико-технического института ряд лекций. Он был очень общительным человеком. На лекции к нему приходило много сотрудников. Среди них был один (это было в 23-м или 24-м; время было трудное, и очень многие студенты жили, подрабатывая грузчиками и т.п.; были и такие, которые не умели подрабатывать и поэтому жили совсем плохо) студент политехнического института, который не мог позволить себе роскоши ходить летом в ботинках и ходил босиком. Это никого особенно не шокировало, но Эренфест очень расстроился, увидев, что парень ходит и в хорошую, и в плохую погоду босиком. Он всячески уговаривал его: «Слушай, позволь мне купить тебе ботинки». Но парень, естественно, не мог принять такого подарка, отказывался. Эренфест долго его уговаривал, но безуспешно. В конце концов, этот парень нашел способ заработать себе на ботинки.

Еще об Эренфесте. На одном из семинаров, на котором он присутствовал, зашла речь о только что полученной статье, в которой рассматривалась так называемая бозе-эйнштейновская статистика. До Эренфеста она не доходила, он ее не понимал. И вот на семинаре он стал волноваться, говорить: «Это неверно, Эйнштейн не додумал, Бозе его ввел в заблуждение. Вот я приеду и докажу ему, что это не так». На самом деле потом все оказалось «так», правильно. Такая вещь с каждым может случиться, не до каждого все доходит сразу. Как известно, и Эйнштейн не понял в свое время фридмановской работы.

О таких людях, как Н. Н. Семенов и П. Л. Капица, я говорить не буду, потому что о каждом из них можно говорить бесконечно. Так что я на этом ограничусь в своих воспоминаниях о людях, составлявших ближайшее окружение Абрама Федоровича.

У Абрама Федоровича была вера в могущество физики. Он глубоко верил в то, что сделать

можно все, что не противоречит законам физики. В частности, как-то он во время одной из своих зарубежных командировок пришел к заключению, что можно сделать необычайно компактные аккумуляторы, и написал об этом своей жене. Это письмо сохранилось, оно приведено в замечательной книге, написанной об Абраме Федоровиче его заместителем Монусом Самуиловичем Соминским. В этом письме он пишет, что, кажется, напал на идею, как сделать компактный аккумулятор, энергии которого хватило бы для того, чтобы небольшой самолет долетел из Ленинграда до Москвы.

Этим примером мне хотелось сказать, что Абрам Федорович, высказывая свои идеи, всегда основывал их на каких-то физических принципах. С такими вот идеями связана его работа по так называемой тонкослойной изоляции, которой он отдал несколько лет своей творческой жизни. Над этой идеей работали, в нее верили многие сотрудники института, в том числе и Курчатов Игорь Васильевич.

В одном из экспериментов с кристаллом, с которым много возился Абрам Федорович, Курчатов обнаружил, что в очень тонком слое кристалла происходит поляризация и что этот слой и нужно использовать. При высоком качестве материала тогда можно иметь изоляцию с высокой электрической прочностью. В течение длительного времени этой работе уделялось большое внимание. Известная фирма «Сименс» тоже увлеклась этим вопросом. Там были поставлены широкие исследования в этом плане, и в знак признательности фирма прислала Абраму Федоровичу в подарок автомобиль. Но все же того, чего хотел достичь Абрам Федорович, достичь не удалось. Конечно, в результате этих работ получились более высококачественные изоляторы, поэтому и проявила такую щедрость фирма «Сименс». Не всегда техника позволяет решить все сразу.

Круг интересов Абрама Федоровича был очень широк. Очень часто на семинарах, в дискуссиях по самым разнообразным вопросам он высказывал ту или иную, совершенно новую идею, новый подход к тем или иным явлениям. Осталось в памяти следующее. Был засушливый год, и Абрам Федорович выдвинул во время одной из дискуссий идею:

ледники, питающие реки, надо с самолетов сыпать сажей, что приведет к более интенсивному таянию ледников и к увеличению количества воды в реках, питаемых этими ледниками. Нужно сказать, что потом об этом его предложении все забыли, но в печати время от времени я встречаю подобные, вновь изобретенные, предложения, хотя хорошо помню, что впервые об этом я слышал от Абрама Федоровича.

Задолго до всяких разговоров об энергетическом кризисе Абрам Федорович стал беспокоиться о том, что на отопление расходуется много энергии. В связи с этим он высказал идею о том, что дома надо делать большими, освещать их изнутри искусственно (физика позволяет заменять дневной свет электрическим светом ближнего спектра). Тогда потребуется совсем немного энергии, чтобы поддерживать в доме соответствующую температуру (потери тепла в этом случае будут гораздо меньше).

В целом можно вспомнить много предложений Иоффе, которые потом высказывались как новые. И я, читая о той или иной «новости», думаю всегда, что Абрам Федорович говорил об этом тридцать лет назад, о том — сорок лет назад. Очень много идей рассыпал он вокруг себя, и многие из них подхватывались, многие реализовывались сразу же или гораздо позже, но количество таких идей было очень велико, и забота его о том, чтобы физика давала максимальную отдачу в технику, была крайне велика.

Абрам Федорович придавал огромное значение распространению физики в стране. Он организовал ряд институтов в разных городах, поставив во главе их крупных ученых: Обреимова И.В., Кикоина И.К., Курдюмова Г.В. Все они стали затем академиками. Они много сделали для широкого развития советской физики, проработав в течение ряда лет на периферии, создав там крепкие научные коллективы.

В 1928 году Иоффе сделал и вовсе необычную вещь. Он организовал плавающий съезд физиков, с тем чтобы этот съезд охватил как можно большее количество людей, чтобы он поднял волну интереса к физике в возможно более широких кругах. С этой целью он добился организации съез-

да в таком виде: в Ленинграде было открытие съезда (несколько докладов), потом значительная часть участников съезда на поезде доехала до Рыбинска и оттуда на пароходе отправилась вниз по Волге. На съезде было много иностранных гостей: П. А. Дирак, П. Дебай, Р. Поль и многие другие. В каждом университетском городе делалась остановка. В университете проводилось одно-двухдневное заседание с рядом докладов.

Таким образом, в конечном счете мы доехали до Тбилиси. Это было очень здорово придумано, ведь нельзя же в одном месте собрать такие аудитории, как это удалось сделать Абраму Федоровичу. Для преподавательского и студенческого состава этих университетов такая форма съезда была колоссальным событием. Они могли видеть и слышать многих известных физиков. Значительную часть докладов иностранных физиков переводил Абрам Федорович сам. Я был особенно удивлен, когда он взялся перевести доклад Филиппа Франка, который был известен как один из самых изощренных и тонких специалистов по теории относительности. Я даже немного испугался за Абрама Федоровича, потому что он все-таки был в большей степени экспериментатором, чем теоретиком, и поэтому со всеми тонкостями теории относительности ему просто не приходилось иметь дело. Тем не менее Абрам Федорович блестяще перевел очень сложные высказывания Франка.

Позволю еще одно маленькое отступление. В этой поездке мы с Виктором Николаевичем Кондратьевым очень подружились с сыном Р. Э. Милликена, который тоже был молодым физиком. В Тбилиси мы решили показать Милликену-младшему кавказскую экзотику и слегка потрясти его воображение. Узнали у знакомых тбилисских физиков, где самый интересный духан в Тбилиси, и привели его в этот духан. Он был разбит на маленькие отделения, в каждом из которых был столик. Нам хотелось удивить его кавказской кухней и вином, но и Милликен, и мы сами оказались потрясенными совсем другим. В этом тбилисском духане мы увидели на стенах портреты. Духан был вытянут в длину, и на длинных его стенах была сплошная череда портретов. Когда мы стали приглядываться к этим портретам, то увидели, что это портреты пи-

сателей, философов и ученых. Видеть их в духане было удивительно. Милликен вскочил и говорит: «Послушайте, это же Дарвин! Как можно было подумать, что в грузинском кабаке можно увидеть портрет Дарвина?» Это вызвало у него глубочайшее уважение к грузинам.

Хочу сказать еще вот о чем. Абрам Федорович сыграл очень большую роль в организации и развитии советской ядерной физики. Эта роль его, по моему, недооценивается. Он сразу горячо поддержал Игоря Васильевича Курчатова и Алиханьяна А.И., когда они предложили начать в Физико-техническом институте работы по ядерной физике. Нужно сказать, что это было очень и очень непросто. В те годы Абрам Федорович подвергался сильной критике за недостаточный технический выход работ Физико-технического института. Так что организовать в это время работы по ядерной физике, которая тогда рассматривалась как нечто совсем абстрактное, не имеющее никакого отношения к технике дело, было трудно и требовало большого гражданского мужества. Тем не менее Иоффе глубоко понимал, что ядерная физика — это тот раздел физики, который не может не дать выхода. Кроме того, он был убежден, что серьезное продвижение в области фундаментальных наук в принципе не может не дать практических плодов.

Несмотря на все трудности, Абрам Федорович добился разрешения организовать отдел ядерной физики, сначала во главе с Игорем Васильевичем. Потом, когда стало видно, что организационно это дело сложное и туго идет, Абрам Федорович сам возглавил этот отдел. Сохранив все остальные отделы в институте, он, оставаясь директором, возглавил отдел ядерной физики, чтобы таким образом максимально помочь развитию этого направления. Обо всем этом подробно можно прочитать в книге М.С. Соминского, о которой я уже упоминал.

Абрам Федорович организовал специальный семинар по ядерной физике, который проходил очень живо. Он выдвигал на семинарах интересные экспериментальные идеи, некоторые из которых были воплощены в жизнь значительно позже. В частности, расскажу о методе наблюдения частиц с помощью камеры Вильсона, которая долгое время оставалась основным инструментом физи-

ков-ядерщиков. Эта камера, как известно, работает периодически: в моменты расширения. Абрама Федоровича буквально мучила мысль о том, как усовершенствовать камеру Вильсона, и он чуть не на каждом семинаре говорил, что надо, чтобы камера могла в любой момент времени фиксировать частицы, а не только в отдельные, короткие промежутки времени. Высказывал разные идеи. Одна из них сводилась к тому, чтобы создать такую смесь воздуха с парами воды, выпускаемую через сопло в камеру, чтобы в какой-то ее области получался пересыщенный пар. Этот пар должен систематически уноситься, на его место должен поступать новый и т.д. Мы знаем теперь, что метод непрерывной регистрации частиц в конце концов был создан. Абрам Федорович в самом начале становления советской ядерной физики много думал о разработке экспериментальных методов в этой области и многое сделал для того, чтобы ускорить решение этой задачи. А. Ф. Иоффе непосредственно руководил международными съездами физиков, которые дважды проводились в Ленинграде, с приглашением большого количества иностранных ученых (Ж. Перрен, Ф. Жолио-Кюри, П. Оже и многие другие). Хотя я тогда уже и не работал в Физико-техническом институте, но, по старой памяти, ядерной физикой интересовался. Мне пришлось принять участие в редактировании сборника, вышедшего после одной из этих конференций, так что по этой линии мне приходилось много кон-

тактировать с Абрамом Федоровичем. Я видел, как сильно он озабочен и сколько усилий он прилагает к развитию ядерной физики, от которой сам уже совсем отошел.

Последний раз я видел Абрама Федоровича в Москве, в 1960 году. Проходило общее собрание АН СССР. Мне нужно было поговорить с ним относительно полупроводников. Хотелось попросить поставить в его институте некоторые исследования в этой области.

Абрам Федорович жил в гостинице «Москва». Мы с ним договорились, что я к нему заеду. Это было в апреле, вскоре после смерти Игоря Васильевича. Для Абрама Федоровича она была страшным ударом. Обычно, когда начинался разговор на какую-нибудь физическую тему, Абрам Федорович загорался, немедленно вступал в обсуждение, а здесь все было иначе: обменяемся мы с ним несколькими фразами, он замолкает и начинает что-то говорить об Игоре Васильевиче. Он очень его любил и ценил. Я видел, что Абрам Федорович не может сосредоточиться на разговоре со мной. Он все время переходил на воспоминания об Игоре Васильевиче, так что наша последняя встреча была грустной от начала до конца.

Скоро Абрама Федоровича не стало. Мало кто сделал для развития мощи нашей страны так много, как сделал Абрам Федорович, и образ его будет жить в памяти и всех тех, кто его знал, и всех тех, кто хоть что-нибудь узнал о нем.

Выступление Ю. Б. Харитона на торжественном заседании Научно-технического совета, посвященном 25-летию ВНИИЭФ

6 августа 1945 года, после взрыва американской атомной бомбы над японским городом Хиросима, миру стало известно, что появилось новое оружие, мощь которого примерно в тысячу раз превышала мощь старых стратегических средств поражения - авиационных бомб.

В сложной международной послевоенной обстановке реакционные круги США рассчитывали, что, располагая монополией на атомное оружие, они смогут длительное время проводить политику с позиции силы в отношении СССР и других стран социалистического лагеря. В многочисленных прогнозах военных и ученых, занимавших высокое положение в иерархии американского атомного проекта, указывались очень длительные сроки возможного появления советской атомной бомбы. Главный администратор проекта генерал Гровс предсказывал, что советская атомная бомба появится через 15-20 лет. Ряд американских ученых, трезво анализировавших уровень развития советской науки и техники, называли сроки в несколько лет. В их числе были такие крупные ученые, как Ирвинг Лэнгмюр и ведущие ученые американского атомного проекта Фредерик Зейтц (ныне президент Американской академии наук) и Ганс Бете, но их голоса тонули в оптимистических предсказаниях официальных лиц, суливших многие годы американской ядерной монополии.

Первый ядерный взрыв в СССР был произведен 29 августа 1949 года. Монополия США на владение атомным оружием была ликвидирована.

Сейчас, через много лет после этих событий, стоит вспомнить, что же позволило СССР, несмотря на гигантские потери, связанные с войной, и разрушение значительной части промышленных предприятий, расположенных в европейской части СССР, решить в короткий срок крупнейшие научные и технические задачи, связанные с разработкой и созданием атомной бомбы. Полезно рассказать о том, как протекала эта работа.

То, что советская наука и техника, советские ученые, инженеры и рабочие смогли успешно решить задачу создания атомной бомбы, связано прежде всего с большой, систематической заботой Партии и Правительства о развитии советской науки, определялось структурой, уровнем советской науки и техники в предвоенный период.

В тридцатых годах Советский Союз уже обладал широкой сетью академических и отраслевых научно-исследовательских институтов.

В академических лабораториях наряду с развитием фундаментальных исследований всячески поддерживались работы, связанные с попытками использования последних достижений науки для решения технических задач. В то же время отраслевым институтам, располагавшим высококвалифицированными кадрами (Государственный оптический институт, Физико-химический институт им. Карпова, Государственный институт высоких давлений), предоставлялась возможность ведения работ не только прикладного, но и фундаментального характера. В результате сеть научно-исследовательских институтов охватывала многие из важнейших направлений науки и техники того времени.

Напомним вкратце о возникновении и развитии тех научных учреждений, которые имели наиболее существенное значение для решения задачи создания ядерного оружия. Уже в 1918 году декретом В. И. Ленина был основан Ленинградский физико-технический институт. Создание этого и ряда других институтов и лабораторий в труднейшие годы, когда само существование молодого Советского государства неоднократно находилось под угрозой, является одним из ярких примеров, характеризующих государственную мудрость и широту мышления Ленина и его соратников. Название института, по мысли его основателя и директора академика А. Ф. Иоффе, обязывало не только к развитию физики, но и к поискам новых выходов физики в технику.

Когда развернулись работы по атомной бомбе и затем по атомной энергетике, директорами и научными руководителями более десятка крупнейших институтов, решавших основные проблемы новой техники, оказались ученики А. Ф. Иоффе, бывшие сотрудники Физико-технического института. В этом одна из крупнейших заслуг академика А. Ф. Иоффе перед советским народом. Его ученики всегда с глубоким уважением вспоминают неотступно владевшее им стремление как можно лучше использовать все достижения физики для совершенствования и развития техники, для укрепления народного хозяйства.

В 1922 году после получения первых советских препаратов радия был организован Радиевый институт, возглавлявшийся В. И. Вернадским и В. Г. Хлопиным. В распоряжение института был предоставлен один грамм радия.

Проводившиеся в Радиевом институте радиохимические исследования, связанные с развивающейся радиевой промышленностью, привели к созданию серьезной школы радиохимиков, возглавлявшейся В. Г. Хлопиным (Б. А. Никитин, А. П. Ратнер, И. Е. Старик, П. И. Толмачев и др.). Л. В. Мысовский впервые показал возможность наблюдения треков α -частиц в фотоэмульсиях. Им же был выполнен ряд исследований поглощения космических лучей.

В Физико-техническом институте Д. В. Скобельцын создал методику измерения энергии быстрых электронов по кривизне трека в камере Вильсона, помещенной в магнитном поле. Посредством этой методики им были открыты электроны со сверхвысокими энергиями в космических лучах.

Академик А. Ф. Иоффе своевременно почувствовал возрастающую важность фундаментальных исследований по физике ядра и горячо поддерживал в начале тридцатых годов инициативу А. И. Алиханова и И. В. Курчатова по разворачиванию в ЛФТИ работ в области ядерной физики. Эти исследования вскоре стали приносить плоды. Напомним, например, обнаружение Алихановым и Козодаевым испускания позитронов препаратами $Ra(C+C'')$ и $Th C''$ и объяснение этого явления внутренней конверсией γ -лучей с образованием пар.

Изучение Алихановым, Алиханьяном и Желеповым вида кривой распределения энергии β -частиц радия E и попытки оценки массы нейтрино. Проверку законов сохранения энергии и импульса в элементарном акте, проведенную Алихановым, Алиханьяном и Арцимовичем.

И. В. Курчатов с группой сотрудников вел широкий круг работ по исследованию эффективных сечений рассеяния медленных нейтронов в железе, меди, свинце, углероде и воде. Исследовалось также поглощение медленных нейтронов в ряде элементов и изучалась возникавшая при этом искусственная радиоактивность. Важнейшим результатом работ этой группы было открытие Курчатовым и Русиновым явления ядерной изомерии.

В Харькове в Украинском физико-техническом институте А. И. Лейпунский с группой сотрудников исследовал рассеяние и поглощение фото-нейтронов.

Академик С. И. Вавилов, который в 1934 году был назначен директором Физического института Академии наук им. П. Н. Лебедева, приложил большие усилия для развития в Москве работ по ядерной физике и космическим лучам. Пионерами здесь были И. М. Франк, Л. В. Грошев, В. И. Векслер, Н. А. Добротин, С. Н. Вернов, П. А. Черенков. Был организован ряд экспедиций на Эльбрус для изучения космических лучей. С. Н. Вернов во время морской экспедиции к экваториальным широтам обнаружил сильный широтный эффект космических лучей в стратосфере. Работа Н. А. Добротина по исследованию рассеяния нейтронов протонами с помощью камеры Вильсона внесла ряд уточнений в этот вопрос.

Проведенные по инициативе С. И. Вавилова исследования люминесценции под действием γ -лучей привели к открытию Черенковым широко известного теперь излучения, которому повсеместно присвоено его имя. За это открытие и создание теории эффекта П. А. Черенкову, И. Е. Тамму и И. М. Франку в 1958 году присуждена Нобелевская премия.

Развитие работ по ядерной физике в тридцатые годы требовало большой настойчивости и немалых усилий и от молодых энтузиастов, устремившихся в эту область, и от руководителей

институтов. В это время ядерная физика была областью, наиболее далекой от каких-либо технических приложений. Для многих областей науки, разрабатывавшихся в институтах Академии наук, не говоря уже об отраслевых институтах, можно было легко видеть те или иные связи с различными отраслями промышленности - если не в данный момент, то, по крайней мере, в перспективе. В ядерной физике ученые видели едва ли не единственный путь к глубокому проникновению в тайны структуры вещества, но и самые горячие головы не усматривали никаких возможных технических приложений даже в далеком будущем.

С появлением циклотронов и генераторов Ван де Граафа стало очевидным, что дальнейшее развитие экспериментальной ядерной физики будет требовать всевозрастающих затрат. Тем не менее работы по ядерной физике получили необходимую поддержку Партии и Правительства вплоть до строительства циклотронов в Радиевом и Физико-техническом институтах.

Следует отметить, что теперь так же, как в далекие тридцатые годы, многих - и физиков, и нефизиков - волнует сходный вопрос - надо ли заниматься физикой сверхвысоких энергий, которая ежегодно требует для своего развития десятки миллионов рублей и не обещает взамен ничего кроме более глубокого проникновения в структуру вещества. Но не чаще ли человечество получает наиболее ценные дары природы именно там, где оно ничего не рассчитывает получить?

В результате всех этих усилий в конце тридцатых годов в СССР образовался не сплошной, но достаточно широкий фронт работ по ядерной физике.

Необходимо отметить развитие еще одного центра, имевшего существенное значение для начального периода работ по созданию ядерного оружия. В 1931 году лаборатория электронной химии Физико-технического института, руководимая Н. Н. Семеновым, была реорганизована в Институт химической физики. Директором Института химической физики стал и является сейчас академик Н. Н. Семенов. В ФТИ, а затем в ИХФ Н. Н. Семенов с быстро увеличивающимся коллективом энергично развивал созданную им цепную теорию химических реакций (за эти работы ему вместе с

английским химиком Хиншелвудом в 1956 году была присуждена Нобелевская премия). В ряде лабораторий института велись работы по широкому кругу вопросов механизма химических реакций (В. Н. Кондратьев, С. З. Рогинский). В конце тридцатых годов развиваются работы по распространению пламени (Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий), горению и детонации газов, взрывчатых веществ и порохов (Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, А. Ф. Беляев), турбулентному горению и возникновению детонации (К. И. Щелкин).

В результате этих работ была создана последовательная картина явлений горения и детонации с учетом как тепловых и газодинамических, так и химических процессов, протекающих во фронте пламени и детонационной волны.

1939 год вошел в историю физики как год великих потрясений, год открытия деления ядра урана в результате поглощения ядром нейтрона.

История открытия деления ядер урана представлена во многих научных обзорных статьях, в многочисленных популярных статьях и в ряде книг, написанных талантливыми журналистами.

Мы не будем еще раз пересказывать драматическую четырехлетнюю историю искусных опытов и ошибок в их интерпретации, историю, завершившуюся знаменитой статьей Мейтнер и Фриша в английской журнале «Природа» от 11 февраля 1939 года. В этой статье с длинным названием «Распад урана под действием нейтронов: новый вид ядерной реакции» утверждалось, что ядро урана, поглотившее нейтрон, не испускает β -частицу, как это считалось ранее, а делится на две части с выделением энергии в количестве, в десятки раз превышающем энергию радиоактивных распадов. Но, воздерживаясь от изложения истории, нельзя не назвать имена ученых, чьи работы привели к этому замечательному открытию, - Ган и Штрассман, Ирен Кюри и Савич, Мейтнер и Фриш, Ида Ноддак (высказавшая в менее четком виде, но на четыре года раньше идею деления), имена Бора, Уилера и Френкеля, создавших общую картину взаимодействия ядер урана с нейтронами, и имена Ферми и Жолио, впервые поставивших со своими сотрудниками эксперименты по выяснению возможности развития цепной

реакции в смесях уран-вода. И наконец, а вернее в первую очередь, имя Чедвика, открывшего в 1932 году нейтрон.

Первые сведения об открытии деления ядер урана, пришедшие в Советский Союз в февральских тетрадах английских и немецких журналов, вызвали у советских физиков такое же волнение, как у физиков всего мира. Среди сотрудников ленинградской группы институтов - ЛФТИ, ИХФ, РИАН - начались обсуждения внезапно возникших вопросов о практической возможности использования энергии деления, возможности осуществления цепной ядерной реакции и ядерного взрыва. Начались экспериментальные и расчетные работы по новой увлекательной тематике. Вскоре многим из участников работы и руководителям институтов стало ясно, что необходимы серьезные усилия для того, чтобы работа приобрела нужные масштабы. Вопрос был вынесен для обсуждения в президиуме Академии наук СССР.

Сейчас, почти через 30 лет после этих событий, интересно взглянуть на первые официальные документы, связанные с развертыванием работ по использованию ядерной энергии в СССР. После ряда обсуждений среди физиков вопрос был поставлен на заседании президиума Академии наук СССР от 16 июля 1940 года, и было принято следующее решение:

1. Принять к сведению сообщение академиков В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и В. Г. Хлопина о том, что открытие в самое последнее время деления ядер атомов урана ставит вопрос о практическом использовании внутриатомной энергии и что техническое использование внутриатомной энергии, хотя и сопряжено с рядом очень больших трудностей, однако принципиально возможно.

2. Поручить комиссии в составе академика А. Е. Ферсмана, академика В. И. Вернадского и члена-корреспондента АН СССР С. И. Вольфовича не позднее 1 августа представить на рассмотрение президиума АН СССР мероприятия по дальнейшему развитию работ в Академии наук по использованию внутриатомной энергии урана, а также по разработке методов разделения изотопов урана и управлению процессами распада.

3. Поручить комиссии в том же составе разработать проект развернутой докладной записки в СНК СССР по вопросу научного и прикладного значения использования внутриатомной энергии урана и мероприятий, связанных с созданием государственного фонда урана, изучением и разведкой урановых месторождений.

На заседании президиума АН СССР 30 июля 1940 года опять рассматривался вопрос «О мероприятиях по дальнейшему изучению и возможному использованию внутриатомной энергии урана». Вот некоторые пункты решения президиума по докладу академика В. И. Вернадского:

1. В целях дальнейшего развития в Академии наук СССР работ по изучению урана и возможному использованию его внутриатомной энергии образовать при президиуме АН СССР Комиссию по проблеме урана.

Поставить в качестве основных задач перед комиссией:

- а) определение тематики научно-исследовательских работ институтов АН СССР в области изучения урана;

- б) организацию разработки методов разделения или обогащения изотопов урана и исследований по управлению процессами радиоактивного распада.

2. Утвердить Комиссию по проблеме урана в следующем составе: академик В. Г. Хлопин (председатель комиссии), В. И. Вернадский (зам. председателя комиссии), А. Ф. Иоффе (зам. председателя комиссии), А. Е. Ферсман, С. И. Вавилов, П. П. Лазарев, А. Н. Фрумкин, Л. И. Мандельштам, Г. М. Кржижановский, П. Л. Капица, зам. директора Биогеохимической лаборатории АН СССР А. П. Виноградов, старшие научные сотрудники И. В. Курчатов, Д. И. Щербаков и Ю. Б. Харитон.

3. В целях создания государственного фонда урана организовать изучение урановых месторождений, для чего считать необходимым командировать на главнейшие месторождения урана в Средней Азии осенью текущего года бригаду АН СССР.

4. Ввиду необходимости использования для работ по проблеме урана мощных циклотронов предложить:

а) Радиевому институту АН СССР закончить в текущем году дооборудование действующего циклотрона;

б) Физико-техническому институту АН СССР закончить не позднее первого квартала 1941 года строительство циклотрона.

Фактическим центром кристаллизации работ по вопросам цепной реакции деления урана продолжала быть группа ленинградских институтов - ФТИ, ИХФ и Радиевый.

Я. И. Френкель одновременно с Бором разрабатывал ряд вопросов теории деления ядра. В лаборатории И. В. Курчатова в ЛФТИ Г. Н. Флеров совместно с Петржаком (Радиевый институт) открыли самопроизвольное (без внешнего нейтронного облучения) деление ядер урана. Для начатой Курчатовым работы по выяснению возможности размножения нейтронов в системе уран-замедлитель они разработали высокочувствительный индикатор нейтронов в виде ионизационной камеры с большой поверхностью урана. Тщательно устранив всевозможные помехи, Г. Н. Флеров и К. А. Петржак обнаружили в отсутствие источника нейтронов редкие импульсы, величина которых соответствовала актам деления.

Самопроизвольное или, как обычно говорят, спонтанное деление урана оказалось чрезвычайно редким процессом, происходящим в миллионы раз реже, чем испускание α -частиц ядрами урана. Поэтому явление осталось незамеченным, пока Флеров и Петржак не построили свой сверхчувствительный индикатор нейтронов.

Открытие спонтанного деления урана явилось первым серьезным экспериментальным вкладом советских ученых в физику деления. Для урана это явление из-за крайне малой интенсивности практически несущественно. Но для ряда трансурановых элементов оно имеет большое значение. Так, для открытого в США Сиборгом калифорния с атомным весом 254 период полураспада в результате деления равен 54 дням. Это обстоятельство даже послужило основанием для предположений (в дальнейшем не оправдавшихся), что при вспышках сверхновых звезд энергия выделяется за счет деления калифорния-254, так как период уменьшения яркости сверхновых звезд близок к периоду полураспада калифорния-254.

Флеров и Петржак работали также над определением порога энергии нейтронов, вызывающих деление урана-238 и тория. Л. И. Русинов и Г. Н. Флеров произвели одно из первых измерений числа нейтронов, испускаемых при делении, а также исследовали радиационный захват медленных нейтронов ядрами урана-238.

И. В. Курчатов в это время уделял также большое внимание строительству циклотронов, к которому наша промышленность была недостаточно подготовлена, поэтому пуск циклотрона требовал огромной работы физиков. Его лаборатория была в то же время местом постоянных дискуссий о кратчайших путях осуществления цепной ядерной реакции в системах из урана с замедлителями и о требованиях к материалам для замедления нейтронов. В случае осуществления цепной реакции можно было бы надеяться получить в больших количествах трансурановые элементы в результате радиационного захвата нейтронов ядрами урана-238.

Особенно интересным представлялось получение элементов с атомным номером 94 и атомным весом 239. На возможность получения этого элемента указывали Мак-Миллан и Абельсон в своем историческом письме в редакцию журнала «Физикал Ревью» в июне 1940 года. Его свойства, как показывала теория Бора и Уилера и Френкеля, могли быть лучшими, чем у урана-235, который так трудно отделить от урана-238. По сравнению с задачей разделения изотопов урана задача выделения элемента с атомным номером 94 из урана выглядела значительно проще и привычнее, хотя было ясно, что наличие большого количества радиоактивных осколков тоже создаст немало хлопот. Как хорошо известно, плутоний-239 действительно стал в дальнейшем важнейшим ядерным взрывчатым веществом.

В Радиевом институте Хлопин, Пассвик-Хлопина и Волков занялись исследованием осколков деления урана.

В Институте химической физики Зельдович и Харитон отвлеклись от вопросов горения и детонации газовых смесей, взрывчатых веществ и порохов и занялись разработкой методов расчета условий возникновения цепной ядерной реакции

в природном уране, смесях природного урана с различными веществами и в уране-235. Результаты расчетов и обзор общего состояния вопроса были опубликованы в ряде статей в 1939-1940 гг. Многие важные физические константы, необходимые для расчета, были в то время известны с большими неточностями. Тем не менее было видно, что имеются серьезные основания ожидать осуществления цепной ядерной реакции при правильно подобранных и взятых в достаточном объеме смесях природного урана с веществами, замедляющими нейтроны и соответственно увеличивающими их поглощение атомами урана-235, сопровождающееся новым делением.

Рассмотрение влияния запаздывающих нейтронов показало, что их наличие существенно облегчает регулирование процесса. Обогащение природного урана ураном-235 вдвое, т.е. до 1,4 % вместо 0,7 %, обеспечило бы, согласно расчетам, протекание цепной ядерной реакции при смещении урана или его соединений с обычной водой. Тяжелая вода и углерод подавали надежду на возникновение цепной реакции в природном уране. Но точность экспериментальных данных была недостаточна для уверенного ответа. В чистом же природном металле реакция не должна была идти, хотя расчеты западных ученых (упускавших, правда, некоторые детали процесса замедления нейтронов) давали положительный ответ.

Зельдович и Харитон совместно с Бреслером провели детальный анализ различных методов повышения концентрации урана-235. Особенно заманчивым представлялся метод центробежного разделения, возможности которого были рассмотрены Ю. Б. Харитоном в работе 1938 года применительно к вопросам разделения газов.

Наибольший интерес представлял, конечно, вопрос о возможности возникновения реакции цепного деления в очищенном уране-235 и о его количестве, необходимом для осуществления цепной ядерной реакции, т.е. о величине так называемой критической массы урана-235.

Имевшиеся в то время экспериментальные данные о свойствах урана-235 не позволили получить точного значения критической массы. Но в этом и не было необходимости. Важно было знать

порядок величины, чтобы представить, является ли осуществление ядерного взрыва реальным делом или беспочвенной фантазией.

Расчеты, произведенные Зельдовичем и Харитоном совместно с И. И. Гуревичем, дали для критической массы урана-235 значение около 10 кг. Стало ясно, что даже если из-за неточного знания свойств ядер урана-235 расчет дал в несколько раз заниженное значение критической массы, то создание атомной бомбы на основе урана-235 является хотя и чрезвычайно трудным, но все же реальным делом.

Статья, содержащая результаты расчетов критической массы, завершала большой обзор, посвященный вопросам деления урана и возможностям технического использования этого явления. Первая часть уже была опубликована в журнале «Успехи физических наук». Вторая часть находилась в редакции. Однако в это время было принято решение о прекращении печатания материалов по вопросам деления, и конец обзора остался неопубликованным.

Директор ИХФ академик Н. Н. Семенов, ознакомившись с результатами расчетов, обратился в Народный комиссариат нефтяной промышленности, в ведении которого находился тогда институт, с письмом о необходимости широкого развертывания работ по созданию ядерного оружия.

Нападение фашистской Германии на СССР выдвинуло другие, более срочные проблемы. Научно-исследовательские институты АН СССР были эвакуированы из Ленинграда и Москвы в Казань. Возникло много неотложных научно-технических задач, связанных с непосредственной помощью армии, флоту и военной промышленности.

И. В. Курчатов вместе с А. П. Александровым возглавили работу по защите кораблей от магнитных мин и длительное время находились на Черноморском и Северном флотах. Институт химической физики был сконцентрирован на решении ряда задач, связанных с производством и совершенствованием боеприпасов и моторного топлива. В течение примерно полутора лет работы по ядерным цепным реакциям практически не велись.

Г. Н. Флеров находился на военной службе - сначала в Ленинградском ополчении, затем в Во-

енно-воздушной академии в Йошкар-Оле, но мысль о возможности создания ядерного оружия продолжала волновать его. После серьезных раздумий он написал в феврале 1942 года письмо в ГКО, в котором обосновывал необходимость немедленного развертывания работ над созданием ядерного оружия.

Исчезновение из американских журналов статей по вопросам физики деления, а также поступавшая Советскому правительству информация о том, что в Германии и США ведутся строго секретные работы над новым мощным оружием, - все это давало основание считать, что беспокойство советских физиков имеет серьезные основания. К концу 1942 года военное положение несколько улучшается. Армия Паулюса окружена под Сталинградом. Появляется возможность обратиться к вопросам, связанным с более далекими перспективами. Группу академиков - Вернадского, Иоффе, Капицу и Хлопина - вызывают в Москву, чтобы посоветоваться, как начать работу над проблемой ядерного оружия, кому поручить научное руководство. Иоффе, в институте которого наиболее интенсивно велись до войны исследования в области ядерной физики, решительно предлагает кандидатуру И. В. Курчатова. Курчатов, один из лучших специалистов по ядерной физике в Советском Союзе, показал себя как прекрасный организатор при строительстве циклотронов, во время работ по магнитной защите кораблей. С ним все охотно сотрудничают.

Предложение Иоффе принимается. Курчатов вызывают в Москву, и он получает правительственное задание возглавить так называемую урановую проблему, собрать необходимых ученых, начать исследования, где это возможно, подготовить базу для работы в Москве.

В 1943 году Курчатов получает во временное пользование пустующее здание эвакуированного из Москвы сейсмологического института в Пыжевском переулке, а затем часть Института общей и неорганической химии на Большой Калужской улице - теперь Ленинском проспекте. Из Казани и других городов, из армии, с оборонных заводов начинают набирать физиков. Поступает оборудование для первых простейших опытов. Флеров и

Давиденко начинают исследование поведения нейтронов в системах из урана и различных замедлителей.

Нужна серьезная экспериментальная база, нужен научный центр, где можно объединить активную группу ученых, которая занималась бы физикой деления и разработала физические основы всех процессов, необходимых для производства делящихся материалов и для осуществления ядерного взрыва. Принимается решение о создании института под названием Лаборатория № 2 Академии наук СССР. Курчатов, избранный в 1943 году вместе с А. И. Алихановым в члены Академии наук, становится директором нового института. Создание института и оборудование его современной аппаратурой в условиях, когда вся страна работает для фронта, дело нелегкое, но правительство уделяет этому большое внимание, и в начале 1945 года на окраине Москвы, на большом участке, выделенном для Лаборатории № 2, строится первое здание. Теперь это одно из многих зданий всемирно известного Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Пока институт строится, идет теоретическая работа. Померанчук и Зельдович углубляются в детали процессов замедления и диффузии нейтронов. Проектируется и заказывается небольшой циклотрон, разрабатывается аппаратура для намечаемых опытов. Экспериментальная работа налаживается медленно - еще нет хороших мастерских, в условиях ориентированной на войну промышленности плохо со специальной измерительной аппаратурой, трудно получить необходимые реактивы.

Тем более энергично ведется работа по оценкам масштабов будущих производств, по сравнению различных методов разделения изотопов, по схемам производства тяжелой воды и многим другим вопросам.

После освобождения Харькова директор Украинского физико-технического института К. Д. Синельников получает приказ срочно восстанавливать институт. Курчатов привлекает УФТИ к созданию электростатических ускорителей, нужных для прецизионного изучения ядерных реакций и других физических характерис-

тик ядер и мощной вакуумной аппаратуры. Без этого невозможно будет развернуть систематическую работу по многим важным направлениям ядерной физики. После прорыва блокады Ленинграда начинается восстановление ФТИ. В первую очередь ведутся работы по завершению строительства и пуску циклотрона. Алиханов и Арцимович уже не возвращаются в ЛФТИ, они переходят в Лабораторию № 2 и возглавляют крупные направления работ. Через некоторое время работы Алиханова приобретают такой масштаб, что для него создается новый институт - Институт теоретической и экспериментальной физики - в известном районе Москвы - Черемушках. Из Свердловска в Лабораторию № 2 переезжает директор Уральского физико-технического института, тоже старый сотрудник ЛФТИ - И. К. Кикоин.

В мае 1945 года победоносно завершается война с Германией. А 6 августа над Хиросимой американский бомбардировщик сбрасывает атомную бомбу, хотя всем ясно, что в этом не было военной необходимости. Это не просто военная операция, а атомный шантаж, демонстрация силы для устрашения всего мира и в первую очередь, конечно, Советского Союза. Значит, работа должна быть ускорена. Силе надо противопоставить силу.

Теперь работники уранового проекта уже не стоят перед закрытой дверью - ядерный взрыв - это реальность.

Лаборатория № 2 начинает работать полным ходом. Группе ученых, стоящих вместе с Курчатовым во главе проекта, и членам правительства, принимавшим участие в работе над проектом и наблюдающим за ходом дела, становится ясно, что в ближайшее время работа перейдет из стен лаборатории в проектные организации, затем на заводы и примет такие масштабы, что для руководства урановым проектом необходима будет организация типа Министерства (тогда еще Народного комиссариата). В качестве такой организации в августе 1945 года по решению Правительства создается Первое главное управление при Совете Министров СССР, или сокращенно ПГУ. Начальником ПГУ назначается Борис Львович Ванников, возглавлявший до этого Народный комиссариат боеприпасов. Научное руководство всем проектом по-прежнему было поручено И. В. Курчатову.

На ПГУ возлагается руководство всей урановой проблемой, начиная с обеспечения урановой рудой и заканчивая производством ядерного оружия. ПГУ должно было создавать необходимые новые научно-исследовательские организации и проектные бюро, проектировать и строить рудники, обогатительные фабрики, металлургические предприятия, заводы для разделения изотопов урана, атомные реакторы и заводы по извлечению трансурановых элементов и наконец разработать принципы конструирования ядерного оружия и обеспечить производство атомных бомб.

Заместителями Б. Л. Ванникова были назначены А. П. Завенягин, руководивший до этого рядом крупнейших строек, Е. П. Славский - специалист по цветным металлам, директор крупнейшего в СССР алюминиевого завода и затем заместитель наркома цветной металлургии, П. Я. Антропов - геолог и профессор В. С. Емельянов - специалист по легированным сталям. В первый состав Технического Совета ПГУ входили Б. Л. Ванников, И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, А. П. Завенягин, А. Ф. Иоффе, П. Л. Капица, И. К. Кикоин, Ю. Б. Харитон. В дальнейшем был организован ряд секций совета, на которых обсуждались отдельные направления работ.

Блестящий инженер и прекрасный организатор, Б. Л. Ванников в самое короткое время сумел найти общий язык с большим коллективом ученых, возглавлявшимся И. В. Курчатовым. Благодаря его влиянию ученые смогли быстро почувствовать себя не только физиками, химиками, математиками, но и конструкторами, технологами и научными руководителями производств. Его же влияние помогло быстро добиться того, что производственники научились выполнять жесточайшие технологические требования ученых, требования, которые поначалу казались производственникам бессмысленно завышенными и практически невыполнимыми. Нужно сказать, что и сами ученые были сильно смущены, когда после ряда расчетов выяснили, насколько тщательно необходимо очистить от примесей многих элементов уран и графит для использования в деталях атомной бомбы. Технологу 60-х годов, повседневно получающему еще более чистые материалы для изготовления полупроводников, трудности получения чистых материалов для урановой проблемы могут пока-

заться несерьезными, но в сороковые годы решение этих задач потребовало огромной изобретательности от металлургов, химиков, аналитиков и работников многих других специальностей.

По мере развертывания и углубления работ становилось все более и более ясным, насколько удачным и существенным для успеха дела было назначение И. В. Курчатова главным научным руководителем всего проекта. Уже в довоенные годы Игорь Васильевич был хорошо известен как крупный ученый и умелый организатор научной работы. Но его замечательный талант физика, умеющего видеть в каждом явлении все его многочисленные грани, оказался поистине неоценимым, когда результаты научно-исследовательских работ приходилось немедленно воплощать в конструкции и технологические процессы.

Думается, что пронизательное физическое зрение И. В. Курчатова было одним из важных факторов, позволивших сократить путь от исходных физических экспериментов до конечных технических результатов.

Не менее важными для всей организации дела были чисто личные качества Б. Л. Ванникова и И. В. Курчатова. Высочайшая требовательность и настойчивость Б. Л. Ванникова в отношении тщательного документального фиксирования всех мельчайших деталей технологии и многократной проверки надежности всех процессов и операций иногда доводили то одну, то другую группу специалистов до полного изнеможения. Но неиссякаемое чувство юмора позволяло ему в самый трудный момент опыта поднять настроение и помочь довести до конца дело, казавшееся уже почти безнадежным.

В Курчатове все видели не только большого ученого, но и государственного деятеля с огромным чувством ответственности как за решение первостепенной оборонной задачи, так и за состояние советской науки, в первую очередь, конечно, за состояние ядерной физики.

По складу ума и методам работы И. В. Курчатов всегда был прежде всего ученым. Но, взявшись за научно-организационное руководство всеми аспектами урановой проблемы, он с невероятной настойчивостью заставлял себя заниматься

прежде всего тем, что было нужнее всего для дела в целом, а не тем, что интересовало его лично как ученого.

Естественно, что работников Советского уранового проекта очень интересовало, в каком состоянии находятся немецкие работы по этому вопросу. Хотя многие крупные ученые эмигрировали после прихода Гитлера к власти в Англию и Америку, в фашистской Германии оставались такие виднейшие ученые, как Гейзенберг - один из крупнейших теоретиков мира, фон Арденне - создатель ряда электронных оптических устройств и тонких физических приборов, Ган - крупнейший радиохимик, авторы открытия орто- и параводорода, тонкие экспериментаторы Бонхефер и Хартек и другие известные ученые. Советским ученым были хорошо известны довоенные работы по диффузионному разделению изотопов с использованием тонких пористых керамических перегородок, проведенные Герцем, получившим в свое время вместе с Франком Нобелевскую премию за пионерские работы по определению энергетических уровней атомов.

Немцы могли располагать значительными количествами тяжелой воды, поскольку в их руках был крупнейший в Европе норвежский завод электролитического получения тяжелой воды. (Этот завод, как потом стало известно, был выведен из строя норвежскими силами сопротивления и английской авиацией.)

В связи с этим обстоятельством, как только советские войска взяли Берлин, в Германию была командирована группа ученых, которой было поручено выяснить состояние немецких работ по использованию ядерной энергии.

Осмотр ряда научно-исследовательских институтов и лабораторий, в том числе известного комплекса физических и химических институтов в Берлинском районе Далем, и беседы с учеными показали, что немцы находились лишь в самом начале пути. Особоуполномоченным правительства по ядерной физике был Вальтер Герлах, совместно с которым О. Штерн разделил Нобелевскую премию за классический эксперимент 1922 года, доказавший наличие магнитного момента атома серебра и наличие дискретной ориентации магнит-

ного момента во внешнем магнитном поле. В ряде мест отдельные группы вели работы по металлургии урана, по вопросам разделения урана, по ядерной физике. Делались попытки создания котла. Но, кроме работ по металлургии урана, все разделы расчетной и экспериментальной работы находились в начальной стадии.

Ряд групп находились в зонах, занятых союзными войсками, и об их работе можно было составить лишь косвенное представление, но полученные данные о состоянии разработок в целом практически совпали с результатами обследования, произведенного в западной части Германии группой американских ученых.

Фактически у немцев не было ни ясной идеи о том, как следует делать бомбу, ни веры в реальность решения задачи.

Большое внимание было уделено советской группой ученых поискам урана и тория и их соединений. Пришлось объездить большое количество городов в поисках крупной партии окиси урана, о наличии которой стало известно из картотеки организации РОГЭЗ. РОГЭЗ - это сокращенное название Общества по промышленному сырью. Под этим скромным названием скрывалась организация, которая вела учет материалов и оборудования, награбленных во всех оккупированных фашистской армией странах. РОГЭЗ обладала гигантской картотекой. Правда, использовать ее было затруднительно, так как для сохранности значительная часть картотеки и другой документации была вывезена из Берлина и рассредоточена по ряду городов и деревень. К тому же в обнаруженных карточках было отмечено только количество окиси и номера вагонов с датами перевозки. В конце концов большую партию конголезской окиси урана удалось обнаружить в цеху кожевенного завода в маленьком городке Нейштадт-Глеве. Эта партия оказалась полезным подспорьем при создании первого советского реактора, так как в тот период добыча урановой руды еще отставала от потребностей.

Некоторые из немецких ученых были приглашены на работу в СССР и в течение нескольких лет принимали участие в работах по металлургии урана (Риль), созданию тонких пористых перегородок (Герц) и центрифуг (Штенбек), физическо-

му приборостроению (Арденне). Естественно, что немецких ученых не привлекали к таким работам, как создание ядерных реакторов и заводов по разделению плутония, разработка и конструирование ядерного оружия. Через несколько лет они вернулись в Германию.

Вопросы, связанные с созданием первого советского атомного реактора и с производством делящихся материалов - урана-235 и плутония, изложены в других статьях. Здесь мы остановимся в том объеме, в котором это возможно, на работах по созданию самого ядерного оружия.

Напомним некоторые основные вопросы, связанные с осуществлением ядерного или, как часто говорят, атомного взрыва.

Представим себе некоторое количество урана-235 в форме сферы. В зависимости от размеров сферы судьба нейтрона, образовавшегося или введенного в уран-235, может быть двойной. При малом размере сферы нейтроны в основном будут вылетать наружу, так как на их пути практически не будет попадаться ядер урана-235. При большем размере сферы нейтрон с большой вероятностью встретит на своем пути ядро урана-235, поглотится им, и эта встреча приведет к делению ядра с испусканием иногда двух, иногда трех нейтронов (в среднем около 2,5). Каждый из новых нейтронов поведет себя таким же образом. В результате получится умножение исходного числа нейтронов в несколько раз. Наконец при достаточно большом размере сферы длина цепи ядерных реакций становится бесконечной, в результате начинается очень быстрое размножение нейтронов и соответственно все более быстрый темп деления ядер с огромным выделением энергии.

Количество урана-235 (или другого делящегося вещества), при котором выход нейтронов наружу как раз равен количеству вновь образующихся нейтронов, называется критической массой. Подходя к критической массе, мы будем иметь дело со все увеличивающейся длиной цепи ядерных реакций и можем взамен каждого нейтрона получить десятки, сотни, тысячи или миллионы нейтронов — в зависимости от того, насколько близко мы подошли к критической массе.

Критическая масса зависит от плотности делящегося вещества. Если вместо сферы из сплош-

ного урана-235 мы взяли бы сферу из уранового порошка, плотность которого примерно вдвое меньше, чем у сплошного материала, то окажется, что придется взять вчетверо большее количество, чтобы масса стала критической.

Рассмотрим, например, нейтрон, идущий из центра уранового куба урана-235 к какой-либо из граней. Пусть в одном кубе плотность вещества вдвое больше, чем в другом. Если мы хотим, чтобы оба куба были критическими, то это значит, что в обоих кубах нейтрон, идущий из центра к грани, должен встретить одинаковое число ядер. Число таких встреч будет тем больше, чем больше атомов в единице объема, т.е. пропорционально плотности, и тем больше, чем больше путь от центра до грани. Значит, чтобы число встреч было одинаковым, размер второго куба должен быть вдвое больше, чем первого, соответственно его объем будет в восемь раз больше, а масса вчетверо больше, так как плотность вдвое меньше.

Соображения о зависимости критической массы от плотности легли в основу разработки ядерного оружия. В самом деле, сразу было видно, что уран-235 и плутоний-239 являются очень дорогими материалами. Поэтому любой прием, позволяющий повысить плотность делящихся материалов (и соответственно уменьшить критическую массу), представляет большой практический интерес.

Конечно, можно было превзойти критическую массу попросту, путем быстрого сближения двух масс урана-235, что и было, как известно, осуществлено в бомбе, сброшенной на Хиросиму. Но то, что годилось для первой бомбы, не годится для дальнейших образцов. Дороговизна материала требует более разумного технического решения, т.е. обеспечения максимально возможного повышения плотности делящегося вещества.

На первый взгляд представляется странным, что речь идет об увеличении плотности металла. Обыденный опыт говорит нам, что металлы практически не сжимаемы. Но это лишь означает, что для повышения плотности металла надо применять очень высокие давления. Например, известно, что для сжатия стального стержня на 1% по длине необходимо давление около 20 000 кг/см². При этом цилиндр несколько раздастся в стороны, так

что объем уменьшится меньше чем на 1%. Для сжатия вдвое по объему потребуются давления, измеряемые миллионами атмосфер.

Отсюда и возникла мысль использовать для сжатия взрывчатые вещества, являющиеся сегодня самым мощным компактным средством создания сверхвысоких давлений, поскольку нет необходимости длительное время держать делящееся вещество при высоком давлении, а надо лишь перевести его достаточно далеко за критическое состояние и обеспечить некоторое количество нейтронов для начала цепной реакции, взрывчатое вещество, создающее кратковременные высокие давления, является наиболее подходящим средством для обеспечения ядерного взрыва с минимальным количеством делящихся веществ.

Для того чтобы обеспечить максимальные давления, применяется так называемая сходящаяся сферическая взрывная волна (в англо-американской литературе применяется термин имплозия). Это значит, что на внешней поверхности сферического заряда тем или иным способом осуществляется одновременная детонация. Детонационная волна распространяется к центру сферы, постепенно усиливается в процессе схождения и наконец на миллионные доли секунды обжимает делящийся материал до такой степени, что происходит переход через критическое состояние и возникновение цепной ядерной реакции.

Интересно отметить, что общие теоретические соображения о сходящейся сферической детонационной волне были рассмотрены Ландау и Станюковичем вне всякой связи с работами по атомной бомбе и опубликованы в 1945 году.

Быстро размножаясь в процессе последовательного деления ядер, нейтроны в течение десятиллионных долей секунды осуществляют ядерный взрыв вещества, переведенного в надкритическое состояние. Если для круглого счета принять, что взят один килограмм урана-235 или плутония и 10% ядер подверглись делению, то энергия, выделившаяся при этом, будет эквивалентна энергии, освобождающейся при взрыве примерно 1 600 тонн тротила (при взрыве 1 кг тротила выделяется около 1000 килокалорий).

Надо отметить, что в результате ядерного взрыва вследствие выделения огромных количеств энер-

гии в делящемся материале возникают давления порядка миллиардов атмосфер и температура порядка ста миллионов градусов. В этих условиях делящееся вещество превращается в плазму, т.е. в газ высокой плотности, состоящий из ядер и электронов, которые уже не связаны с отдельными атомами, как это имеет место при обычных условиях. Возникновение гигантских давлений приводит к чрезвычайно быстрому расширению еще не успевшего разделиться активного вещества. Заметное расширение происходит за время, меньшее чем миллионная доля секунды, в результате система переходит в подкритическое состояние, и цепная реакция прекращается.

Для того чтобы правильно сконструировать описанную выше систему, в которой ядерный взрыв осуществляется в результате перевода делящегося вещества в надкритическое состояние посредством обжатия сходящейся детонационной волной, необходимо создать и суметь применить расчетную технику, позволяющую предвычислить движение сходящейся детонационной волны и изменение ее характеристик (давление и плотность продуктов взрыва) в процессе движения. Нужно уметь измерять эти величины, знать, как зависит плотность материалов, входящих в конструкцию, от давления ударной волны, падающей на металл, для этого нужно знать поведение, например, металлов при давлениях в сотни тысяч и миллионы атмосфер так же хорошо, как мы знаем поведение газов при давлениях порядка сотен атмосфер, с которыми имеет дело обычная техника. И наконец, для понимания обеспечения наилучшего использования всех возможностей ядерного взрыва необходимо хорошее знание свойств плазменного состояния вещества при высокой плотности.

В результате этих вновь возникших потребностей техники была создана новая отрасль науки - физика сверхвысоких давлений. В тридцатые годы термин "сверхвысокие давления" относился к давлениям в десятки и сотни тысяч атмосфер, сейчас под этим термином понимаются давления в миллионы и десятки миллионов атмосфер.

В связи с большими трудностями экспериментального исследования вещества при указанных выше гигантских температурах 10^8 градусов

и давлениях 10^9 кг/см² становятся особенно важными теоретические методы выяснения свойств вещества в состоянии плотной горячей плазмы. Для твердых веществ и жидкостей при высоких температурах и давлениях порядка миллионов атмосфер теоретическое выяснение их свойств, например зависимости плотности от температуры и давления, очень затруднительно из-за сложного характера взаимодействия между электронными оболочками атомов. Поэтому здесь становится особенно важным получение экспериментальных данных о свойствах веществ.

По мере развития изложенных представлений о механизме действия ядерного оружия стало ясно, что для обеспечения разработки конструкции ядерной бомбы нужно создать научно-исследовательскую организацию, которая могла бы разработать количественную теорию газодинамических и ядерно-физических процессов, протекающих в ядерной бомбе, обеспечить изготовление необходимых прецизионных деталей из взрывчатых веществ и создать методы определения свойств различных веществ при сверхвысоких давлениях, создаваемых детонацией взрывчатых веществ. А помимо этого надо было решать многочисленные ядерно-физические и многие другие задачи, в рассмотрение которых мы здесь не можем входить. Все это привело к необходимости создания комплексного института с полигонами для производства крупных взрывных экспериментов, с лабораториями для решения ряда ядерно-физических задач, с базой для быстрой разработки и создания специальной измерительной техники, с соответствующими опытными заводами.

Совет Министров СССР принял решение о создании такого института. В 1946 году в глухом лесном районе на площади в несколько десятков квадратных километров началось строительство научно-исследовательского и производственного комплекса и жилья.

Основное ядро нового института составили сотрудники ИХФ (А. Ф. Беляев, Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий, Ю. Б. Харитон, К. И. Щелкин, В. К. Боболев, Ю. А. Зысин), Института машиноведения АН, Ленинградского ФТИ, Физического института АН (Л. В. Альтшулер, В. А. Цукерман,

А. А. Бриш, К. К. Крупников, В. А. Давиденко, Г. Н. Флеров), Военно-воздушной и Артиллерийской академии (Е. И. Забабахин, Е. А. Негин, С. Б. Кормер), впоследствии к ним присоединились И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров и Ю. А. Романов (ФИАН).

Для решения задач, связанных с конструкцией и электроавтоматикой бомбы, был привлечен Н. Л. Духов - создатель известного тяжелого танка.

Организационные заботы были поручены талантливому инженеру генерал-майору Зернову П. М., занимавшему до этого пост заместителя министра транспортного машиностроения. На пустом месте он сумел в кратчайший срок создать прекрасные условия для научной работы и проживания сотрудников.

Большие усилия были направлены на теоретическое и экспериментальное исследование вопросов создания сходящейся детонационной волны и процесса обжигания взрывом, обеспечивающего переход через критическое состояние.

Методы получения экспериментальных данных и способы их математической обработки, в результате которой определяется сжимаемость и другие термодинамические свойства различных веществ, уже опубликованы в физических журналах в течение последних лет.

Эта область науки была успешно развита рядом ученых, разработавших динамические методы исследования веществ, т.е. методы, в которых сжатие осуществляется ударом продуктов взрыва взрывчатого вещества или ударом твердой пластины, летящей со скоростью несколько километров в секунду. Такие методы позволяли определять свойства различных веществ при давлениях в десятки миллионов атмосфер.

Значительная часть этих результатов опубликована примерно через десять лет после их выполнения. Результаты опытов, выполненных за рубежом, с хорошей точностью совпали с данными, опубликованными в советской научной печати.

На случай каких-либо непредвиденных задержек в разработке конструкции атомной бомбы, в работе реактора для получения плутония или радиохимических производств, связанных с его выделением и очисткой, было принято решение параллельно вести работу над разделением изото-

пов урана и над урановой бомбой, работающей на принципе быстрого сближения. Все физические вопросы решались в том же институте, где разрабатывалась плутониевая бомба, а конструкторские и баллистические вопросы были поручены группе работников под руководством известного конструктора пушек В. Г. Грабина.

В декабре 1946 года Курчатов запустил первый опытный реактор в Лаборатории № 2. С помощью этого реактора были получены первые в СССР микрограммы плутония.

В Радиевом институте и Институте общей и неорганической химии отработывали технологию выделения и очистки плутония.

Среди беспредельных уральских лесов и бесчисленных озер строился первый советский мощный реактор и в некотором отдалении от него - завод для выделения плутония. Курчатов и Ванников проводили здесь значительную часть времени, вникая во все детали и участвуя в решении многих неожиданных вопросов, возникавших, несмотря на тщательную подготовку и строгую экспертизу проектов. Слишком много было нового, недостаточно изученного и просто непривычного, чтобы все могло идти гладко.

Хотелось бы отдать дань уважения самоотверженной работе радиохимиков и здесь, и в других местах. Хотя, по идее, в проектах всюду предусматривалось дистанционное управление аппаратами, в которых проводились процессы с сильно радиоактивными продуктами, не всегда все работало так, как было задумано, и не у каждого радиохимика хватало терпения и выдержки, чтобы дожидаться возможности провести исправления в условиях выполнения всех норм. Многие, особенно ведущие работники, набирали дозы облучения, значительно превышавшие установленные нормы.

К моменту предстоящего испытания необходимо было подготовить полигон, где испытание могло проводиться без риска для окрестного населения, полигон должен был быть оснащен специальным оборудованием, которое обеспечило бы регистрацию всех многообразных процессов, характеризующих ядерный взрыв и его боевое действие.

Строительство полигона было поручено Министерству обороны. Научное руководство поли-

гоном обеспечивалось ИХФ. Большая группа сотрудников ИХФ вместе с работниками оптической промышленности приняла участие в разработке скоростных и сверхскоростных луп времени, измерителей давления воздушной волны, болометров, приборов для записи развития ядерного взрыва, системы управления обширным комплексом приборов и т.п. К моменту испытания полигон, место для которого было выбрано в казахстанских степях, в районе Семипалатинска, был полностью оборудован всеми необходимыми приборами.

В 1949 году все направления работы начали выходить на финишную прямую. Первый реактор работал на проектной мощности и кроме возникших изредка «козлов» (урановые блоки, которые из-за тех или иных технологических дефектов набухали и заклинивались в алюминиевых каналах, по которым текла охлаждающая вода) не причинял никаких хлопот. В урановых блоках реактора накапливался плутоний. Часть блоков уже выгружена в бетонные каньоны, залитые водой, и «остывает» перед передачей на химическую переработку. Через шестиметровую толщу воды около блоков видно легкое голубоватое свечение - это черенковское излучение, связанное с γ -лучами от «горячих» блоков.

Теперь предстоит пропустить тонны и тонны урановых блоков через многочисленные химические процедуры, чтобы извлечь накопленный плутоний и очистить его от всех инертных и «горячих» примесей. Затем заключительные металлургические операции, и наконец первые маленькие слиточки. Если прикоснуться к слитку, то сквозь тонкую резину перчатки чувствуется, что он чуть теплее обычного металла. α -распад с полупериодом в 24 000 лет дает достаточно тепла, чтобы повысить температуру слитка.

Слитки накапливаются, начинается изготовление первой детали, и здесь возникает «чрезвычайное происшествие». Заготовка детали из плутония никак не извлекается из стальной матрицы, в которой она спрессовывалась, хотя весь процесс был отретепирован на материале с подобными свойствами. Пока группа ученых продумывала, как по-делikatнее извлечь драгоценную заготовку, не повредив ее, обладавший большим практическим опы-

том главный инженер завода Славский Е. П. разыскал солидный свинцовый молоток и крепким ударом выбил заготовку из матрицы.

Тем временем в институте, созданном для разработки бомбы, в результате напряженной работы газодинамиков и физиков были определены размеры всех частей бомбы и необходимое количество плутония.

Здесь тоже не обошлось без неожиданностей. Измерения, проведенные различными методами, давали согласующиеся между собой результаты. Были разработаны чертежи, изготовлены многочисленные виды технологической оснастки и изготавливались все детали бомбы, кроме деталей из плутония, который еще проходил последние стадии очистки. В это время было решено использовать еще один новый метод для определения давлений, осуществляющих обжатие, метод, предложенный одним из лучших советских физиков-экспериментаторов. Метод всем очень понравился своим изяществом. Были проведены измерения, и результаты их заметно разошлись с ранее полученными. Давление оказалось существенно меньше, чем следовало из ранее проведенных измерений. Если положиться на новый метод, то закладку плутония надо увеличивать, и первой партии плутония будет недостаточно для изготовления увеличенных деталей. А это значит, что надо на несколько месяцев отложить испытания, к которым идет напряженная подготовка и которые никак нельзя откладывать, так как близится зима, а зимой проводить испытания в казахстанских степях было практически невозможно. Прошло немало тяжелых дней, пока выяснилась тонкая методическая деталь, правильный учет которой опять поставил все на свое место.

Наконец все готово. Детали из плутония уложены в специальные контейнеры. Все детали бомбы и аппаратура для ее подрыва тщательно упакованы и вместе с многочисленными сборочными и контрольными приспособлениями погружены в железнодорожный состав. Поезд под усиленной охраной отправляется в далекий путь, в Казахстан. Все основные участники разработки и персонал, который должен принять участие в подготовке бомбы к взрыву, едут в следующем специальном поезде.

На полигон приезжает правительственная комиссия по проведению испытаний. И. В. Курчатову поручено научное руководство испытаниями. Б. Л. Ванников болен и не может принять участие в работах на полигоне. Первое главное управление представляет А. П. Завенягин. Вместе с Курчатовым они проверяют ход подготовки во всех подразделениях огромного полигона. Многочисленные железобетонные казематы начинены разнообразной аппаратурой для регистрации оптических, электрических, механических и тепловых явлений. На разных расстояниях от центральной башни расставлены самолеты, пушки, автомашины и другие виды военной техники. Один сектор предназначен для подопытных животных.

Идет сборка бомбы, каждая операция выполняется по точной инструкции, спокойно, отработанными движениями. В процессе отработки и испытаний конструкции это делалось уже много раз, и сборщики работают уверенно. Тем временем идет генеральная репетиция - по строгому расписанию проводятся все операции, связанные с подготовкой сотен измерительных приборов, установленных во многих сооружениях, с раскладкой многочисленных индикаторов излучения, с выводом и закреплением подопытных животных, с эвакуацией всех участников работы с опытного поля, наконец производится запуск всех приборов и проверка их работы.

Последний этап. Детально анализируются метеорологические данные. В момент взрыва направление ветра должно быть таким, чтобы радиоактивный «след» прошел через самые пустынные места. Все благоприятствует испытанию. Бомба заводится в клетку лифта тридцатиметровой стальной башни. Кабина лифта с бомбой медленно ползет на верхнюю площадку и наглухо закрепляется там. Проводятся заключительные операции - установки детонаторов и подключение проводов, идущих к аппаратуре подрыва, синхронизирующей взрыв с запуском регистрирующей аппаратуры.

Начинает портиться погода, и появляются сомнения. Дождь может усилить выпадение радиоактивных осадков, этого не следует допускать. Посылается самолет - разведчик погоды. Облака только на небольшой высоте, значит, облако взрыва пройдет сквозь них и спокойно уйдет над облаками.

Все кроме основных участников испытания покидают полигон и располагаются на безопасном расстоянии. Проверяются доски с персональными жетонами, чтобы убедиться, что все покинули поле. Оставшиеся располагаются в помещении командного пункта. Это небольшое железобетонное здание с глухой стеной, обращенной в сторону башни. Окна закрываются плотными щитами. Бронированная дверь, обращенная в сторону, противоположную башне, пока открыта. Автомат поля отщелкивает секунды, постепенно включает различные типы измерительной аппаратуры, последние секунды... Через открытую дверь видно, как все пространство заливают яркий, необычный свет - значит, все более или менее в порядке. Бронированная дверь закрывается. Через 30 секунд проходит воздушная ударная волна. Теперь можно выйти и посмотреть на быстро поднимающуюся к небу гигантскую колонну пыли. К сожалению, верхняя, наиболее эффектная часть облака взрыва закрыта слоем облаков.

Через некоторое время приборные данные показывают, что мощность взрыва близка к расчетному значению, значит, советская наука надежно овладела ядерно-взрывными процессами. Ядерное оружие в руках советского народа.

Создание ядерного оружия в СССР разрушило надежды реакционных кругов западных держав на проведение в отношении Советского Союза политики с позиции силы на основе арсенала атомных бомб. Тем не менее в США была предпринята еще одна столь же безнадежная попытка восстановить утраченную в 1949 году монополию на наиболее мощное оружие.

Как показала жизнь, эта попытка закончилась еще более плачевно, чем предыдущая.

В январе 1950 года президент США Трумэн принял решение о форсировании работ по созданию водородной бомбы. В результате мощность оружия должна была повыситься в сотни раз по сравнению с мощностью первых образцов, примененных в Японии.

В результате проводившихся широких теоретических исследований возможных механизмов детонации дейтерия и его смесей с тритием советским ученым была ясна принципиальная воз-

возможность создания ядерного оружия, в котором использовалась бы реакция синтеза, т.е. реакция, связанная с взаимодействием ядер дейтерия друг с другом или ядер дейтерия с ядрами трития. Тритий - это изотоп водорода с временем распада 12,5 лет, существующий в природе лишь в ничтожных количествах - один атом трития на 10^8 атомов обычного водорода. Тритий может получаться в атомных реакторах при облучении блоков, содержащих литий. При поглощении нейтрона ядром лития с атомным весом 6 образуется атом гелия и атом трития.

Было видно, что разработка эффективной водородной бомбы потребует новых огромных усилий от ученых и инженеров и крупных капиталовложений для создания соответствующих производств. Поэтому в течение ряда лет проводился расчетно-теоретический анализ различных возможных схем водородного оружия, но этим вопросам не уделялось особенно большого внимания. Советское правительство считало, что наличие у Советского Союза ядерного оружия уже является серьезным сдерживающим фактором для агрессивных западных кругов и что нет необходимости ускорять работы по водородной бомбе.

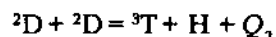
Форсирование работ по созданию водородной бомбы в США естественно привело к необходимости усилить соответствующие работы в Советском Союзе.

Наличие значительного научного задела по вопросам осуществления термоядерного взрыва позволило ряду советских теоретиков (Я. Б. Зельдович, А. Д. Сахаров, Ю. А. Трутнев) довольно быстро превратить общие схемы водородного оружия в конкретные задания для конструкторов. Большое значение для быстрого решения возникших при этом сложных расчетных проблем имело привлечение к работе по водородной бомбе крупных математиков, разработавших эффективные методы использования электронных вычислительных машин.

Принципиальная схема водородной бомбы описывалась во многих популярных книгах. Поэтому мы ограничимся здесь самыми краткими напоминаниями о сущности протекающих в водородной бомбе физических явлений.

Эти процессы в общем виде обычно описываются схемой: деление-синтез-деление. Это значит, что сначала происходит взрыв обычной атомной бомбы, в которой энергия выделяется за счет деления ядер плутония или урана. Эта энергия используется для зажигания водородного заряда, в котором энергия выделяется за счет реакций ядерного синтеза тяжелых изотопов водорода. При этом получается значительное количество быстрых нейтронов. В конструкцию водородного заряда вводится некоторое количество обычного урана, ядра которого претерпевают деление при попадании быстрых нейтронов. Так и получается: деление-синтез-деление.

Важнейшими реакциями, протекающими в водородной бомбе, являются реакции между ядрами дейтерия:



и реакция между тритием и дейтерием:



Получающиеся в результате первой и третьей реакций нейтроны используются для расщепления ядер обычного урана, в результате чего значительно увеличивается выделение энергии при взрыве.

Значения теплот ядерных реакций Q_1 , Q_2 и Q_3 таковы, что на один килограмм вступившего в ядерную реакцию дейтерия выделяется примерно в 3,5 раза больше энергии, чем при делении ядер одного килограмма урана-235 или плутония.

Дейтерий, входящий в конструкцию водородной бомбы, удобнее вводить в виде твердого соединения, а не в виде газа, так как в последнем случае потребовались бы либо большие объемы, либо тяжелые сосуды, выдерживающие давление сжатого газа. В качестве твердого соединения водорода было, естественно, обращено на самое легкое соединение водорода - гидрид лития. Это очень легкое кристаллическое вещество, получающееся при непосредственном взаимодействии водорода с расплавленным литием.

Применение дейтерида лития в качестве носителя дейтерия существенно в связи с еще од-

ним обстоятельством. Известно, что при захвате нейтрона легким изотопом лития с атомным весом 6, содержащимся в природном литии в количестве около 7,5%, происходит образование обычного гелия и трития ^3T - тяжелого изотопа водорода с атомным весом 3.

Вторым источником трития может явиться взаимодействие быстрых нейтронов с ^7Li , в результате чего ядро ^7Li распадается на ядра трития и гелия.

Образование трития из лития (помимо реакции $^2\text{D} + ^2\text{D} = ^3\text{T} + \text{P}$) может существенно улучшить полноту процесса взрыва водородного заряда, так как реакция между ядрами трития и дейтерия протекает значительно быстрее, чем реакция между ядрами дейтерия.

Принцип "деление-синтез-деление" и перечисление основных термоядерных реакций характеризуют лишь малую часть сложнейших физических процессов, протекающих при взрыве водородной бомбы, и не дают никакого представления о тех трудностях, которые надо было преодолеть физикам-теоретикам, математикам, физикам-экспериментаторам, газодинамикам, химикам, конструкторам, технологам и производственникам для того, чтобы общие идеи воплотились в образцы нового мощнейшего оружия.

Ход развития работ по созданию водородной бомбы в США и СССР характеризуется следующими данными.

1 ноября 1952 года на островах Тихого океана американцы произвели взрыв многотонного устройства для проверки основных соображений о характере явлений, протекающих в водородной бомбе. Другой мощный водородный взрыв был произведен также у поверхности земли на стальной башне на атолле Бикини 1 марта 1954 года (тогда произошел известный всему миру случай тяжелого радиационного поражения команды японского рыболовного судна "Счастливы дракон", на которое выпало большое количество радиоактивной пыли, поднявшейся после взрыва на высоту более 30 километров и унесенной ветром за сотни километров). И в 1956 году была взорвана авиационная бомба с водородным зарядом, сброшенная с самолета.

Первое испытание водородной бомбы в СССР было произведено 12 августа 1953 г. Это испытание,

как и первые американские испытания, было наземным. Однако уровень соответствующих разделов советской науки был к этому времени таков, что для решения основных вопросов, стоявших перед разработчиками советских мощных водородных бомб, достаточно было осуществить значительно ослабленный взрыв водородной бомбы мегатонного класса. Осуществив взрыв при слабом ветре, можно было обеспечить за границами полигона лишь незначительное выпадение осколков деления. Безопасность населения была обеспечена временным выводом жителей нескольких населенных пунктов из предполагаемой зоны радиоактивного следа. На основе результатов, полученных при исследовании августовского взрыва 1953 года, и дальнейших расчетных и экспериментальных работ советские ученые и инженеры смогли уже в 1955 году произвести испытание мощного боевого водородного заряда, пригодного для использования в любых носителях.

Испытание было произведено 22 ноября 1955 года. Чтобы осколки деления, образующиеся в огромных количествах при взрыве бомб мощностью, измеряемой несколькими мегатоннами, не вызвали опасных зон заражения, взрыв был произведен на значительной высоте над землей. В этом случае гигантский огненный шар, образующийся при взрыве и затем превращающийся в облако, уходит в верхние слои атмосферы, не смешиваясь с пылевыми частицами, которые засасываются в облако при сравнительно небольшой высоте точки подрыва. При подрыве на большой высоте активность связана с такими мелкими частицами, что их выпадение из атмосферы растягивается на многие годы, нигде не создается опасной концентрации и уменьшается дополнительная доза облучения сверх того, что человечество получает от радиации космического и земного происхождения.

При проведении испытания 22 ноября 1955 года командный пункт был расположен уже не на расстоянии 10 км от места взрыва, как это было в 1949 году, а на расстоянии 70 км, но в обычном доме, обращенном окнами к измерительному полю. Погода не благоприятствовала наблюдениям. Небо было затянуто тонким слоем облаков.

Прошли часы подготовки, правительственная комиссия заняла места на командном пункте. Яр-

чайшая вспышка, разросшаяся в гигантский огненный шар, и отчетливое ощущение теплового излучения, которое наблюдатели почувствовали несмотря на расстояние в 70 км, показали, что мощность взрыва примерно соответствует расчетной. Теперь надо было терпеливо ждать три с половиной минуты до прихода ударной волны.

Волна основательно качнула дом, полетели стекла и затрещали оконные рамы, посыпалась штукатурка. Теперь, не дожидаясь показаний приборов, можно было с уверенностью сказать, что водородная бомба сработала по верхнему пределу расчетов. Советская армия получила самое мощное новое оружие.

Анализ показаний приборов, позволяющих проследить за всеми тончайшими деталями сложного процесса, разыгравшегося за невообразимо короткий промежуток времени срабатывания водородной бомбы, а также измерения, характеризующие внешние проявления взрыва - размеры и скорость роста огненного шара, количество и длительность теплового излучения, давление в ударной волне, - все показало, что процесс взрыва протекал в удовлетворительном соответствии с теоретическими предвидениями.

В течение ряда лет Партия и Правительство уделяли большое внимание вопросам создания основных образцов советского ядерного оружия. Институты и лаборатории, занятые проблемами разработки ядерного оружия и термоядерного и смежными вопросами, в первую очередь получали все необходимое для своей работы. Эти усилия принесли свои плоды. Первый взрыв атомной бомбы в Советском Союзе был проведен через четыре года после создания атомной бомбы в США. Но первый образец боевого водородного заряда был создан и испытан в Советском Союзе на год раньше, чем это было сделано в США.

Через два года, в 1957 году, в Советском Союзе был запущен первый в мире искусственный спутник Земли. Эта новая крупнейшая победа советской науки и техники окончательно показала,

что Советский Союз имеет все возможности для создания наиболее эффективного вида оружия сдерживания - системы ракетно-ядерного оружия. Отныне любой агрессор должен был знать, что каждая попытка ядерного нападения на СССР повлечет за собой сокрушающий ответный ракетно-ядерный удар.

С момента первого советского ядерного взрыва прошло 18 лет. За это время советская атомная промышленность вооружила ядерным оружием все рода войск Советской Армии и Военно-Морского Флота. Советские ракеты с ядерными боеголовками стоят на страже завоеваний Великого Октября. Советский народ совершил еще один трудовой подвиг - в кратчайший срок создал арсенал ядерного оружия для защиты своей социалистической Родины и всего социалистического лагеря.

В руках советского народа, неизменно поддерживающего мирную политику Коммунистической партии, атомное и водородное оружие не представляет опасности ни для какой страны, не преследующей захватнических целей.

В своем выступлении на мартовской сессии Верховного Совета СССР 1953 года И. В. Курчатов сказал: «Только дружба народов, их взаимное доверие открывают путь к прогрессу и общему благосостоянию. Наш народ, руководимый великой Коммунистической партией, воспитанный на коммунистических идеях ленинизма, был и будет верным борцом за мир - будет первым борцом за то, чтобы все достижения науки и техники были направлены на благо человечества».

Советские ученые работают над совершенствованием ядерного и термоядерного оружия, уверенные в том, что их работа служит делу мира, а не войне. Они надеются, что мирная инициатива, неоднократно проявленная Советским правительством, в конце концов приведет к всеобщему ядерному разоружению. Тогда весь опыт, накопленный при создании ядерного и термоядерного оружия, несомненно, будет использован для мирных целей.

Химические и ядерные разветвленные цепные реакции

*(Выступление Ю. Б. Харитона на президиуме АН СССР в 1982 году
по случаю его награждения золотой медалью им. М.В. Ломоносова)*

Прежде всего я хотел бы выразить мою глубокую признательность президиуму АН СССР за такую высокую оценку моих трудов, как присуждение золотой медали имени М. В. Ломоносова. Я хотел бы также поблагодарить многих друзей, знакомых и даже совсем незнакомых, приславших мне поздравления в связи с этим событием.

В соответствии с тем, что вручение мне медали состоялось в сравнительно камерной обстановке, я не хотел бы затруднять президиум заслушиванием монументального доклада. Значительная часть моей жизни была связана с разветвляющимися цепными реакциями, как химическими, так и ядерными. И мне хотелось бы рассказать о некотором занятом параллелизме, имевшем место при начале развития каждого из этих двух мощных стволов химической и физической науки.

Я позволю себе сначала вернуться в далекое прошлое, когда некоторых из присутствующих здесь членов президиума еще не было на свете. Дело было в 1925 году. В одной из бесед с моим дорогим учителем Николаем Николаевичем Семеновым мы пришли к заключению, что стоит посмотреть, нельзя ли повысить удельный световой выход реакции окисления паров фосфора, понижая давление воздуха, при котором это окисление происходит. В то время недавно вошли в моду удары второго рода, т. е. те соударения молекул или атомов, при которых происходит отбирание энергии возбуждения молекул. Мы рассчитывали понизить роль этих соударений. Я сконструировал прибор (он представлен на рис. 1 статьи Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальты, см. с. 12 настоящего сборника) и, как полагалось в то время, собственноручно спаял его, получив от стеклодува наиболее ответственные детали. Сосуд А откачивался до глубокого вакуума. В отростке В находился кусочек белого фосфора. Из

сосуда О через очень тонкий капилляр С выпускался кислород. Давление кислорода измерялось чувствительным манометром. Шло время, давление кислорода повышалось так же, как при контрольном впуске в сосуд без фосфора, но никакого свечения не было. Пары фосфора не желали окисляться.

Однако через пару минут, когда давление кислорода достигло сотых долей миллиметра ртутного столба, во всем объеме А вспыхнуло стационарное свечение, давление кислорода перестало повышаться (см. рис. 2 в той же статье), и это продолжалось, пока не заперся кран, подающий кислород. Затем мы продержали смесь двое суток чуть ниже предела - реакция не идет совсем. Чуть добавить O_2 - идет. В дальнейшем обнаружили еще некоторые парадоксальные явления.

Не буду вдаваться в детали. Явления определенно противоречили закону действующих масс - основному закону тогдашней химической кинетики. Единственная аналогия, которая пришла в голову, - переход от тихого разряда к искровому пробую. Вместе с моей сотрудницей Зинаидой Вальтой мы опубликовали работу в Журнале Русского физико-химического общества, часть физическая и, как тогда было принято, в «Zeitschrift für Physik». И я поехал в командировку в Кавендишскую лабораторию к Резерфорду.

Прошло несколько месяцев. Просматривая в маленькой библиотеке Кавендишской лаборатории очередной номер, я с ужасом обнаружил статью главы немецкой школы химической кинетики Макса Боденштейна, в которой наши результаты объявлялись ошибочными и следствием неаккуратно проведенных экспериментов. Утверждалось, что такого не может быть, потому что этого не может быть никогда.

Но я-то знал, что наши опыты были проведены очень тщательно, и был абсолютно уверен в результатах. Написал Н. Н. Семенову обо всех деталях, опровергавших боденштейновские высказывания.

Николай Николаевич Семенов вместе с Александром Иосифовичем Шальниковым и другими сотрудниками воспроизвел и продолжил наши эксперименты, нашел еще некоторые парадоксальные явления и, самое главное, построил изящнейшую количественную теорию разветвления цепных реакций, объяснявшую все парадоксы. Боденштейн признал поражение.

Очень занятным в этой стычке советской и немецкой школ химической кинетики было следующее. Тщательный просмотр литературы выявил, что в 1874 году французский химик Жубер опубликовал в Известиях Французской академии наук (т. XXVIII, № 26, с. 1853) небольшую статью об окислении паров фосфора. В ней он, в частности, высказывает сожаление, что ошибочные взгляды Берцелиуса, считавшего, что свечение паров фосфора связано не с окислением, а с процессом испарения, еще не полностью потеряли влияние. Затем он приводит ряд фактов, подтверждающих, что свечение связано именно с окислением. И, что совершенно поразительно, приводит описание опытов, отчетливо указывающих на существование пределов давления кислорода, выше и ниже которых окисление фосфора - и соответственно люминесценция - не имеет места. Измерить значение нижнего предела кислорода (в азоте) Жубер не смог. Он пишет: «Нижний предел слишком мал, чтобы быть измеренным, но его существование не представляется мне вызывающим сомнение...».

Таким образом, Боденштейну следовало обратиться свою критику не в наш адрес, а на полстолетия назад. Правда, наша вина была больше, мы не только «переоткрыли» нижний предел, но, пользуясь техникой 20 века, а не 19-го, также установили его значение.

В общем, произошло нечто вроде хорошо известного переоткрытия законов Менделя, в 20 веке, но с существенным развитием.

В новом виде мне пришлось встретиться с разветвляющимися цепными реакциями в 1939 году, после открытия деления урана и появления пер-

вых экспериментальных данных о сечениях взаимодействия нейтронов с ураном и количестве нейтронов, образующихся при делении. Яков Борисович Зельдович и я провели с доступной для того времени точностью расчеты возможности возникновения разветвленной цепной реакции в чистом уране и в смесях урана с различными веществами. Также была рассмотрена кинетика цепного распада, и рассчитана критическая масса урана-235. Но сегодня я хотел бы рассказать не о деталях этих работ, а о еще одном случае пропуска опубликованной важной мысли. Своевременное использование этой мысли могло бы буквально изменить ход исторических событий. Прошу извинения у физиков, которым это, конечно, известно.

Дело обстоит так. Вскоре после открытия нейтрона (1932 г.) началось широкое исследование взаимодействия нейтронов с различными веществами. Вскоре супруги Жолио-Кюри открыли искусственную радиоактивность. Казалось, что все в порядке. Много интересных, полезных и вполне понятных результатов. Но при облучении, например, урана получались какие-то странные результаты. Как будто получались радиоактивные элементы, слишком далекие - по таблице Менделеева - от облучаемого материала. А этого не могло быть, потому что такого не бывает. В самом деле, ведь добавляется всего один нейтрон, в крайнем случае выбивается протон. Значит, могут получаться только близкие соседи.

И вот в одном из химических журналов появляется статья превосходного химика Иды Ноддак. Кстати, она была горячей поклонницей Менделеева. В молодости, вместе со своим мужем, тоже химиком, заполнила одну из еще пустых клеток таблицы Менделеева - открыла новый элемент, который назвала рением в честь Рейна, около которого родилась. Бывала в СССР на химических съездах.

В статье Иды Ноддак, опубликованной в 1934 году, обсуждались результаты некоторых работ по искусственной радиоактивности, и в связи с упомянутыми мною непонятными явлениями был написан всего один абзац. Но какой! В нем говорилось, нельзя ли предположить, что атомные ядра могут не только испускать альфа-частицы, т. е. ядра гелия, но могут разваливаться на две-три части.

Физики не читают химических журналов, а химики не могли оценить важность идеи Ноддак. Да и сама Ноддак, по-видимому, не думала о том, что деление обязательно связано с гигантским выделением энергии. Взрывчатый абзац Иды Ноддак тихо пылился на полках, и только в начале 1939 года, когда Отто Ган окончательно убедился, что при облучении урана нейтронами получаются радиоактивные элементы из середины таблицы Менделеева, Лиза Мейтнер и Штрассман догадались и тотчас же опубликовали в «Nature», что поглощение нейтрона ураном сопровождается делением ядра на две неравные части с выделением огромной энергии. А Ноддак осталась на роли не Троянской, но Рейнской Кассандры. Такое странное повторение событий произошло при открытии химических и ядерных разветвленных цепных реакций.

Длительное время я посвятил исследованию детонации взрывчатых веществ, но сегодня я хотел бы сказать несколько слов о том, что меня больше всего сейчас волнует, - о проблеме энергетики. Безудержно развивающаяся энергетика на основе сжигания ископаемого топлива в симбиозе с ежегодным уменьшением на 1 % площади тропических лесов грозит нам в первой половине будущего века удвоением содержания углекислоты в воздухе и соответствующим тепличным эффектом. Кроме того, сжигание угля влечет за собой кислотные дожди и повышение радиоактивности атмосферы. Все это может привести к экологической катастрофе. Поэтому мне представляется, что необходимо скорейшее развитие атомной энергетики и скорейшее решение проблемы управляемого термоядерного синтеза. При правильной организации атомная энергетика, при взгляде вдаль, является, на мой взгляд, самой безопасной. То же можно сказать и об управляемом термоядерном синтезе, когда он будет осуществлен.

Поэтому последние десять лет я принимаю участие в работах по лазерному термоядерному

синтезу, в частности, с использованием йодного лазера. Для развития йодных лазеров, которые, по мнению некоторых специалистов, могут оказаться перспективными для УТС, много сделал скоропостижно скончавшийся прошедшим летом в расцвете творческих сил член-корреспондент нашей академии Самуил Борисович Кормер.

Мы являемся сегодня обладателями самого мощного в мире единичного луча йодного лазера для лазерных термоядерных исследований - 2 килоджоуля при длительности от 1 до 0,3 миллиардной доли секунды. Результаты экспериментов с таким лучом, пока разделенным на четыре части, сводимых на мишени в камере, докладывались на международных конференциях и вызывали хороший резонанс.

Каковы бы ни были успехи работ по управляемому термоядерному синтезу, до его широкого практического использования пройдет еще несколько десятилетий. Поэтому сейчас важнейшей задачей является скорейшее развитие атомной энергетики и ее совершенствование с целью наиболее эффективного использования сырьевых ресурсов.

Поскольку часть моих работ была связана с ядерной техникой, я хотел бы отметить, что никакие технические успехи не были бы возможны без одновременного ведения интенсивных исследований в области фундаментальных наук, без тесного контакта с рядом академических институтов. Именно фундаментальные исследования лежат в основе каждого серьезного шага в развитии техники.

В заключение не могу не сказать несколько слов о третьем виде разветвляющихся цепных реакций. Я имею в виду процессы, ведущие к неуправляемому росту народонаселения земного шара. Это глобальная проблема. Уйти от нее невозможно. Без ее своевременного решения человечество через некоторое время может оказаться на грани катастрофы. Ответственность ученых здесь весьма велика.

Счастливейшие годы моей жизни

Ю. Б. Харитон

Мне очень повезло в жизни: в течение примерно 25 лет я работал с фантастически интересным человеком и совершенно исключительным ученым — Яковом Борисовичем Зельдовичем. Широта его научных интересов поистине невероятная: катализ, теория горения и детонации, адсорбция и наряду с этим — элементарные частицы и ядерная физика, астрофизика и космология, теория относительности и квантовая механика. И всюду он был силен, универсален. Когда приближилось 70-летие Якова Борисовича, я остро почувствовал, что необходимо выпустить сборник его научных трудов, потому что такого разнообразия работ, которое он создал за свою жизнь, ни у кого не было. Президент АН СССР А. П. Александров горячо поддержал мою идею, попросив быть редактором издания. Была создана довольно большая редакционная коллегия, поскольку пришлось иметь дело с работами, относящимися к огромному кругу вопросов. Вышедшее к юбилею Зельдовича двухтомное издание поражает каждого, кто с ним знакомится, невероятно широким кругом затронутых проблем. Недаром, когда Якова Борисовича где-то в 70-х годах на конференции в Будапеште представили крупнейшему английскому физiku С. Хокингу, тот сказал, что теперь, наконец, убедился, что это действительно один человек, а не разновидность Бурбаки.

История появления Зельдовича в Институте химической физики в Ленинграде в 1931 г. уже многими и довольно детально описана, поэтому я не буду на ней подробно останавливаться. Напомню лишь, что в вузе он не учился — не хотел терять время. Первые его работы относились к адсорбции, катализу, детонации и горению. Видно было, как он растет буквально на глазах. Придя в институт 17-летним юношей, он через короткое время проявил себя самостоятельным исследова-

телем. Шло, например, заседание Ученого совета института, и этот совсем еще молодой человек вдруг выступает с совершенно неожиданной и очень интересной идеей. Повторяю, это была поистине уникальная личность, с самого начала отличавшаяся независимостью суждений. Он необычайно быстро разбирался в довольно сложных вещах; свободно, на равных чувствовал себя среди профессионалов, давно занимающихся определенной областью исследований. Признание специалистов пришло к нему очень быстро. Насколько я помню, он получил одну из первых Сталинских премий за работы по горению и детонации.

Вместе мы начали работать в 1939 г. Тогда появилась первая статья о наблюдении деления ядер урана, авторами которой были О. Ган и Ф. Штрассман, а затем работа Л. Мейтнер и О. Фриша, объяснивших это явление делением ядер урана под действием нейтронов. Прочитав об этом, мы поняли, что в данном случае возможны не обычные цепные реакции, а ядерные, которые могли бы быть и разветвленными, т.е. приводящими к ядерному взрыву с выделением огромной энергии. Дело в том, что в нашем институте много занимались вопросами, связанными с цепными реакциями. Директором института Н. Н. Семеновым была построена теория разветвленных цепных химических реакций. Поэтому нам было довольно легко перекинуть мостик к ядерным разветвленным цепным реакциям, и мы договорились заняться этим вплотную.

Поначалу, поскольку в наши официальные научные планы это не входило (я занимался взрывчатыми веществами, организовал соответствующую лабораторию, у Якова Борисовича была своя утвержденная тема по адсорбции), мы решили днем вести плановые работы, а по окончании рабочего дня заниматься исследованием возможности осу-

шествования цепных ядерных реакций. Но довольно скоро мы поняли, что имеем дело с проблемой, настолько важной, что необходимо сосредоточиться только на ней. Результатами мы делились с И. В. Курчатовым, который в Ленинградском физико-техническом институте, расположенном поблизости, руководил одной из лабораторий ядерной физики. Естественно, в курсе наших работ был и Н. Н. Семенов; он быстро оценил несомненную важность новой проблемы, ее возможный выход на ядерные взрывы и, не дожидаясь, пока мы оформим все в виде статей, направил письмо в Научно-техническое управление Министерства нефтяной промышленности (в то время Институт химической физики был в его подчинении), поручив одному из сотрудников, Ф. И. Дубовицкому (сейчас он член-корреспондент РАН и продолжает работать в ИХФ), отвезти его и постараться «протолкнуть» как можно дальше. В письме он обосновывал необходимость широко развивать эти работы.

В 1939 - 1940 гг. мы с Яковом Борисовичем опубликовали три статьи в «Журнале экспериментальной и теоретической физики», а также обзорную статью в «УФН» и послали туда же вторую обзорную статью. В тот момент мы уже работали вместе с И. И. Гуревичем. Нам удалось установить, что, если с помощью обычных взрывчатых веществ произвести обжатие 10 кг урана-235 до более высокой плотности, возникнет разветвленная ядерная реакция, а при достаточно сильном обжатии — ядерный взрыв. Оценка критической массы (10 кг) вошла во вторую обзорную статью в «УФН», но оказалась довольно грубой, поскольку расчеты велись достаточно примитивно — в нашем распоряжении не было ЭВМ, да и экспериментальных данных не хватало. В результате мы ошиблись примерно в пять раз (правильная цифра — 55 кг). Но, несмотря на эту погрешность, мы все равно были полны энтузиазма и, без сомнения, продолжили бы свои исследования по урановой проблеме, если бы не начавшаяся жестокая война с фашистской Германией. Тем временем в июле 1940 г. в журнале «Physical Review» появилось письмо в редакцию Тернера, дававшее основания надеяться, что химический элемент с атомным номером 94 и атомным весом

239 тоже может дать цепную ядерную реакцию. Один из способов его получения — воздействие нейтронов на уран. Впоследствии он был назван плутонием. Его критическая масса оказалась несколько больше 10 кг. (Пока наша статья находилась в редакции, в июне 1941 г. началась война, «ЖЭТФ» и «УФН» временно перестали выходить, а потом эту работу и вовсе засекретили. В итоге статья, с кратким описанием ее истории, вышла в 1983 г. в номере «УФН», посвященном 80-летию со дня рождения И. В. Курчатова.)

Итак, началась война, и всем нам пришлось заняться работами, непосредственно относящимися к созданию новых видов обычного оружия. (Да и лабораторию взрывчатых веществ в свое время я организовал, наблюдая развивающийся в Германии фашизм и понимая, к чему все это может привести.) Я был прикомандирован к одному из институтов Наркомата боеприпасов (НИИ-6), Яков Борисович начал заниматься порохами; потом мы работали совместно над некоторыми образцами оружия. В результате, на какой-то период мы перестали заниматься вопросами осуществления ядерного взрыва. (А в 1942 г. было написано известное письмо Г. Н. Флерова Сталину.)

За это время наша разведка получила очень важные сведения. В Германии до войны жил молодой талантливый физик-теоретик Клаус Фукс; он был коммунистом; опасаясь преследований, он в 1934 г. эмигрировал в Англию, где через некоторое время получил английское подданство. Там он продолжил свои теоретические исследования. Когда после открытия деления урана в Англии начали заниматься вопросами создания ядерного оружия, один из руководителей проекта физик Пайерлс пригласил Фукса принять в нем участие. Возмущенный тем, что все делалось в глубокой тайне от Советского Союза, союзника Англии в войне против фашистской Германии, хотя между этими двумя странами была договоренность об обмене информацией оборонного характера, Фукс пошел в советское посольство в Лондоне и сообщил о ведущихся работах. Но, видимо, информация не «пошла», застряла — из посольства она попала в Министерство обороны, там, судя по всему, не смогли оценить ее, а потому, видимо, дальше не передали.

Тем временем группа Пайерлса была приглашена для совместной работы по урановой проблеме в Америку.

Существует много книг с описанием работ по этому проекту. Напомню лишь, что также участвовал в нем венгерский эмигрант физик Л. Сцилард. Именно он уговорил А. Эйнштейна написать президенту Рузвельту письмо, в котором обосновывалась настоятельная необходимость развертывания исследований в этом направлении. В результате чего через некоторое время была организована Лос-Аламосская лаборатория в юго-восточной части штата Нью-Мексико. Помещения одного из стадионов использовали для строительства первого атомного реактора для получения плутония.

Советская разведка сумела связаться с Фуксом в США, и он начал систематически передавать крайне ценную информацию о ходе работ там. Позднее, благодаря разведке, нами были получены сведения по принципу имплозии и, в конце 1945 г., схема первой испытанной в США атомной бомбы.

В 1943 г. наше правительство приняло решение начать работы по созданию ядерного оружия. По рекомендации А. Ф. Иоффе общее научное руководство было поручено И. В. Курчатову. Зная наши с Зельдовичем работы, Курчатов предложил мне возглавить исследования по созданию конструкции ядерного заряда. Зельдович активно включился в комплекс работ. Некоторое время он, как и я, продолжал работы и по традиционному оружию.

Информация Фукса охватывала широкий круг вопросов; из касавшихся нашей работы в ней содержалось достаточно подробное описание составного заряда из взрывчатых веществ. В нем создавалась сходящаяся сферическая детонационная волна, обжимающая находящуюся в центре сферу из плутония. Было решено отложить изобретательскую деятельность и действовать в соответствии с полученной информацией. Конечно, мы не могли быть уверены в абсолютной надежности этих данных, в отсутствие дезинформации. Чтобы с уверенностью проводить испытания, требовалось провернуть огромный объем экспериментальной и расчетной работы, но люди были готовы работать день и ночь, чтобы все получилось надежно.

Яков Борисович тщательно подбирал коллектив теоретиков. Особенно удачной оказалась одна из первых кандидатур — Николай Александрович Дмитриев, ученик блестящего математика академика А. Н. Колмогорова. Прошло два-три года, и иногда, после какого-либо острого обсуждения на «высоком уровне», Яков Борисович говорил: «Пойду-ка я все-таки посоветуюсь с Колей».

Незадолго до наших испытаний, в начале 1949 г., двум группам физиков было поручено измерить скорость продуктов взрыва применяемого нами взрывчатого вещества. Знать ее было необходимо для расчета развивающегося при взрыве давления, действующего обжимающим образом. По данным первой группы, которой руководил В. А. Цукерман, получалось, что все в порядке, а вот из результатов второй группы, которую возглавил Е. К. Завойский (очень хороший физик, открывший электронный парамагнитный резонанс, но имевший меньший опыт работы со взрывчатыми веществами), получалось, что ядерного взрыва быть не должно. Помню, по этому поводу приехал Б. Л. Ванников — бывший нарком боеприпасов. Кстати, незадолго до войны он был арестован, но, когда война началась, вспомнили, что он крупный специалист, а посему вернули его на работу, назначив затем начальником 1 Главного управления при Совете Министров, которое и решало все вопросы создания ядерного оружия. Так вот, Ванников был весьма встревожен. Мы посадили обе группы вместе, чтобы они разобрались сами. Оказалось, что в эксперименте Завойского была поставлена недостаточно легкая пластинка для измерения давления, и когда сделали все, как следует, то результаты обеих групп совпали. Но до этого у нас было «небольшое» волнение. Эта история еще раз показала, что нельзя просто взять и использовать чужой опыт (тот же американский), необходимо все самим понять, просчитать, прочувствовать.

Поскольку необходимо было проводить довольно мощные взрывы, а осуществлять их под Москвой было невозможно, то стали искать место подальше, но все же не очень далеко от Москвы. Дело было после войны, многие заводы боеприпасов закрывались или переводились на мирную продукцию, мы ездили на некоторые из них. Так

как предполагалось взрывать около двух тонн взрывчатых веществ, требовалось достаточно уединенное место. Помог Ванников. По его совету мы поехали в маленький монастырский поселок Саров, где находился небольшой завод по производству новых типов боеприпасов для минометов. К заводскому поселку примыкал обширный лесной заповедник. Нам выделили в нем достаточно большую площадь, где можно было разместить испытательные полигоны и небольшой завод для изготовления прецизионных деталей из взрывчатых веществ. Директором завода назначили специалиста, бывшего во время войны главным инженером одного из предприятий по производству взрывчатых веществ, с ним у меня был давний контакт. Он с удовольствием согласился — ведь это было совсем новое применение взрывчатых веществ.

Началось строительство, и поскольку военный завод был небольшим, то потребовались дополнительные помещения под производство, лаборатории и жилье. Никто тогда еще до конца не осознавал масштабов проекта, поэтому, когда я сказал, что нужно построить трехэтажное лабораторное здание, меня сначала не поняли, уверяя, что вполне можно обойтись двумя этажами. Но вот наш поселок и производство стали быстро разрастаться, для работ надо было набирать новых людей. Кое-кого я взял из числа тех, с кем был связан во время войны, среди них — молодые ребята-дипломники, защищавшие свои выпускные проекты на оборонных предприятиях. Яков Борисович набирал теоретиков, параллельно Курчатов сформировал две группы московских физиков: под руководством Л. Д. Ландау из Института физических проблем, созданного П. Л. Капицей, и группу И. Е. Тамма из Физического института им. П. Н. Лебедева, в которую вошел А. Д. Сахаров. Первую атомную бомбу делали без их участия, и уже тогда возникли некоторые наработки, легшие затем в основу водородной бомбы. Когда я недавно просматривал старые отчеты Сахарова в ФИАНе, то натолкнулся на один из них (отчет группы Тамма, вышедший в январе 1949 г.). В нем Сахаров пишет, что развивает здесь идеи, высказанные ранее Зельдовичем. Имелось в виду начало работ — «заготовки» к водородной бомбе, сделанные еще в 1948 г.

В 1949 г. мы провели первые испытания отечественной атомной бомбы, сделанной по американскому образцу, но наши ученые уже работали над более совершенными и изящными конструкциями, которые и были испытаны через непродолжительное время. Применение испытанной схемы для нашей первой бомбы исключало излишний риск. В то время было важно как можно скорее показать миру, что мы тоже владеем ядерным оружием. Но уже тогда нам было ясно, что это только начало и созданное не есть «последнее слово» техники.

В дальнейшем продолжались работы по совершенствованию ядерных зарядов и созданию водородных. Сахаров и Зельдович (а у каждого была группа молодых теоретиков) уже работали над развитием идеи водородной бомбы. В 1951 г. американцы сделали несколько физических опытов, в которых с помощью атомной бомбы удавалось «поджечь» малые количества жидкой смеси дейтерия с тритием. А в ноябре 1952 г. они первыми произвели термоядерный взрыв мощностью около 10 Мт. Но это был взрыв огромного, с двухэтажный дом, наземного сооружения, которое бомбой, конечно, не было. Это был только промежуточный факт на пути к ее созданию. А первый в мире реальный водородный заряд мощностью около 400 кт, уже готовый к применению в виде портативной бомбы и без каких-либо жидких, низкотемпературных компонент, был испытан в Советском Союзе в августе 1953 г. Это испытание стало выдающимся приоритетным достижением наших физиков и прежде всего А. Д. Сахарова и В. Л. Гинзбурга. И с этим испытанием не могут отождествляться американские опыты с малым количеством трития и дейтерия, относящиеся к 1951 г., как и взрыв 1952 г., для которого использовалось термоядерное горючее в сжиженном состоянии при температуре, близкой к абсолютному нулю.

В «Военно-историческом журнале» утверждалось, что с помощью Фукса мы якобы получили от американцев все сведения по водородной бомбе. Г. Йорк же в своей известной книге «Советники (Оппенгеймер, Теллер и супербомба)» подробно описывает, как все было на самом деле.

Г. Бете, заведовавший в Лос-Аламосе теоретическим отделом, отмечал, что с октября 1950 г. по январь 1951 г. Теллер — отец американской водородной бомбы — был в полном отчаянии: польский математик Улам, принимавший участие в проекте, нашел у него серьезные ошибки, сводившие на нет все полученные к тому моменту результаты. А Фукс уже сидел в это время в тюрьме и передать ничего не мог. Так что утверждение о заимствовании совершенно несостоятельно.

В последнее время на Западе появились утверждения, что, когда американцы произвели свой первый термоядерный взрыв, нам, вероятно, удалось поймать вторичные продукты взрыва, содержащиеся в атмосферных осадках, и, проанализировав их, воссоздать всю схему процесса. На самом же деле мы в принципе не могли этого сделать, так как тогда улавливание радиоактивных осколков и их анализ были у нас недостаточно разработаны. Таким образом, и это утверждение не имеет под собой никаких оснований.

Над водородной бомбой параллельно работали две группы — Сахарова и Зельдовича, причем исследования велись в тесном контакте, резкого разделения не было. Как-то во время очередного приезда на «объект» Тамм пожаловался мне, что настолько погружен сейчас в наши дела, что стал отрываться от современной физики. И тут же отметил, что Зельдович умудряется каким-то образом быть полностью в курсе всех научных новостей, — должно быть, работает по ночам, так как днем занят основной работой. Как ему это удается? Я объяснил это просто — он был уникальной личностью, совершенно невероятной. (Если посмотреть двухтомник избранных трудов Зельдовича, в котором дан список его статей, сразу видно, сколько выдающихся работ он сделал.)

Но вот в определенный момент он принял решение уйти с «объекта». Я видел, что он полон

идей, здесь же ему становилось тесно. С другой стороны, уже выросли сильные ученики, так что особой трагедии в случае его ухода не произошло бы. Я не мог возражать, не имел морального права, просто грешно было бы его удерживать.

И вот еще о чем хочу сказать в заключение. В последнее время довольно часто противопоставляют Сахарова и Зельдовича, и не как ученых, а по их отношению к общественной деятельности. Надо, мне кажется, всегда осознавать, что у одних людей есть вкус к этой деятельности, у других нет. Яков Борисович был бесконечно увлечен физикой, поглощен ею. С другой стороны, он прекрасно понимал, что в той обстановке особого толку от «политики» не будет, а вот мешать, отвлекать от науки — она, безусловно, будет. На примере Сахарова было видно, что это не пройдет бесследно. В общем, Зельдович выбрал свой путь и в жизни, и в науке.

Для меня годы, проведенные в тесном контакте с ним, дружба, которая соединяла нас долгие годы, останутся годами огромного счастья. Решая какую-нибудь сложную проблему, мучаясь над нею, в глубине души я всегда знал, что есть Зельдович. Стоило прийти к нему, и он всегда находил решение любого самого сложного вопроса, причем делалось это еще и красиво, изящно. Ярко помню один случай. Приехавший к нам Курчатов проводил совещание по одному острому научно-техническому вопросу. В обсуждении энергично участвовал Яков Борисович. После длительной дискуссии пришли, наконец, к соглашению, и народ разошелся. Остались мы с Курчатовым. Некоторое время он сидел молча, а затем вздохнул, ударил кулаком о ладонь и сказал: «Да, все-таки Яшка гений!». Это был совершенно фантастический интеллект. Я преклоняюсь перед ним — как ученым и человеком.

85 лет И. В. Курчатову

(Выступление Ю. Б. Харитона 12 января 1988 года в ИАЭ им. И. В. Курчатова)

Дорогие товарищи, здравствуйте!

Мы слушали здесь двух ораторов. Я не оратор, не умею складно говорить, поэтому я прочту текст моего выступления. На своем долгом жизненном пути я встречал разных замечательных людей. Начну с моих дорогих учителей Абрама Федоровича Иоффе и Николая Николаевича Семенова. Встреча с ними в 16-летнем возрасте определила всю мою дальнейшую жизнь. Роль их в развитии советской науки и техники, а значит и в судьбе нашей Родины, — огромна. И все же фигура Игоря Васильевича Курчатова стоит как-то особенно, ярко выделяясь на фоне всего коллектива советских физиков, среди которых было немало высокоталантливых ученых, завоевавших высокий авторитет во всем мире. Когда по тому или иному поводу вспоминаешь Игоря Васильевича, то почти всегда возникает мысль — какое счастье, что он у нас был и что именно он возглавил поход за скорейшую ликвидацию американской ядерной монополии. Без него это могло бы занять больше времени, а ведь бывают случаи, когда промедление смерти подобно.

Об Игоре Васильевиче написано много. Когда я решил посмотреть сколько же именно, я попросил, чтобы из библиотеки принесли все книги, написанные об Игоре Васильевиче. Вскоре у меня на столе оказалась пачка из 18 книжек.

Не знаю смогу ли я сказать что-либо новое из того, что я знаю. О многом я говорить не могу.

Человек, не знавший лично Игоря Васильевича, может сказать, что само положение Главного атомщика уже создает некий ореол. Тот, кто знал Игоря Васильевича, скажет: «Нет, не в этом дело». Я впервые почувствовал особенность Игоря Васильевича, когда мы с Зельдовичем считали условия, необходимые для возникновения цепной реакции деления. Время от времени из Института химической физики мы заходили в находящийся рядом Физико-технический институт, в лабораторию Игоря Васильевича, обсудить новые ре-

зультаты расчетов, поговорить о новых статьях. В то время Игорь Васильевич не был формально обременен высокими званиями. А что-то особенное чувствовалось, и, возвращаясь к себе в Институт химической физики, почти всегда мы с Зельдовичем обменивались какими-нибудь теплыми словами об Игоре Васильевиче.

Хочется сказать о даре воздействия на собеседника, который был так важен для Игоря Васильевича. Ведь ему надо было привлечь к работе очень многих крупных специалистов из различных областей науки и техники. Нужно было оторвать их от любимого дела, в котором они часто лидировали в нашей стране, а иногда и в мире. Все это мог сделать только Игорь Васильевич.

Я помню, особенно трудно поддавался на уговоры хорошо известный многим здесь присутствующим блестящий металлург Андрей Анатольевич Бочвар. Не знаю почему, но однажды я оказался в кругу примерно семи его уговаривающих. Андрей Анатольевич никак не хотел расставаться со своими любимыми легкими сплавами. Я не знаю, часто ли применялся метод коллективного уговаривания, но на этот раз он оказался результативным. Часа через два Андрей Анатольевич сдался. Мы знаем, как велик его вклад в наше дело. С Андреем Анатольевичем у меня связано еще одно занятное воспоминание. Извините за отступление. Было это в 50-х годах. На нашем опытном заводе применялся технологический прием, разработанный в его институте. Андрей Анатольевич приехал посмотреть, как освоен его метод. Все прошло гладко, и работа завершилась до вечера. Был конец июня, белые ночи. На следующий день мне нужно было быть в Москве. Внезапно мне пришла в голову мысль предложить Бочвару экзотическую поездку в Москву на машине ночью. Он с удовольствием согласился. Поездка действительно получилась великолепная. До сих пор ее помню. Где-то недалеко от г. Владимира водитель увидел впереди на дороге что-то непривычное.

Выключив мотор, мы бесшумно, по инерции, догнали огромного барсука. Никогда не думал, что в таких людных местах живут барсуки. Андрей Анатольевич, как и я, был в восторге от такой неожиданности.

С марта 1942 года я был прикомандирован к так называемой «Шестерке» — официально это НИИ-6 Наркомата боеприпасов. НИИ-6 тогда располагался на окраине Москвы, на Ногатинском шоссе. Сейчас там уже город. Занимались суррогатированием взрывчатых веществ, так как тротила было мало, кумулятивными зарядами. Я переехал в одну из комнат здания Института физических проблем, которым руководил создавший его известный всем нам академик Петр Леонидович Капица. Между собой этот институт физики называли «Капичником». Ко мне приехал Игорь Васильевич. Он начал говорить о том, что надо возвращаться к прерванной работе над урановой проблемой. Его слова показались мне совершенным бредом. Тогда немцы занимали еще значительную часть нашей территории. Мне казалось, что надо всем, чем возможно, помогать армии. А тут урановая проблема. Война, вероятно, окончится раньше, чем мы сделаем атомное оружие. Вот кончится война, тогда, как мне казалось, можно будет со спокойной совестью заниматься ядерной энергетикой и ядерным оружием.

Игорь Васильевич не торопился, предложил ходить на семинары. Многие из присутствующих помнят эти семинары. Я начал ходить на них сначала изредка, потом чаще, так постепенно мысли стали возвращаться в сторону урановой проблемы. Вспомнилось, что в статье, несколько лет лежащей в архиве ЖЭТФ, находятся наши с Зельдовичем расчеты, согласно которым критическая масса урана-235 должна быть порядка 10 килограммов. Отмечу, что это не мы «провались» в расчетах. Очень еще мало было известно о входящих в расчет константах. Вспомнились и собственные слова из статьи в ЖЭТФ 1937 года о том, что центрифугальное деление изотопов не пригодно для массового производства, например, для производства чистого кислорода. Но когда речь идет о небольших количествах веществ, то, может быть, центрифуга и пригодится.

Зельдович только что вернулся из Казани, и пошли дальнейшие разговоры. Игорю Васильевичу уже не потребовалось больших усилий для того, чтобы я присоединился к урановой федерации.

Сейчас я хочу вернуться к 1925 году. В Физтехе появились два высоких красивых парня — Курчатов и Синельников, взявшиеся за работу с азартом, вызывающим уважение. (Мы уже считались ветеранами, так как работали в Физтехе с 1921 года.) Ребята работали крайне энергично. Тематика наша слишком сильно отличалась, что не могло способствовать контактам.

В течение ряда лет Игорь Васильевич занимался вопросами, которые меня совершенно не интересовали. Не буду останавливаться на этом периоде, о нем написано много книг и статей. Положение резко изменилось, когда он переключился на ядерную тематику. Я тщательно следил за ее развитием, когда организовался семинар, старался его не пропускать. Хорошо запомнились выступления Абрама Федоровича Иоффе, которого очень беспокоило то, что никто не берется всерьез за разработку аппаратуры, которая работала бы как надо, т.е. регистрировала бы треки непрерывно, а не только очень малую часть времени. Как известно, такая аппаратура в дальнейшем была разработана. Но участников семинара Абраму Федоровичу не удалось заинтересовать, и это очень огорчало его. А я его очень любил и жалел, что он переживает.

Я помню, что получал большое удовольствие от посещения этого семинара. Но, к сожалению, ничего конкретного в памяти не осталось, кроме того, что семинары проходили очень активно. Особенно запомнился молодой теоретик Бронштейн, автор популярных книг о солнце и рентгеновских лучах. Он погиб, как и ряд других физиков в это время.

Очень запомнилось умение Игоря Васильевича быстро улавливать ценность новых идей и способствовать их быстрой реализации. В один из приездов в наш Институт ему очень понравилось предложение Цукермана, которого многие здесь хорошо знают. Он помог очень быстро так организовать работу и здесь, и в других организациях, что все завершилось с максимальной ско-

ростью. К сожалению, не могу входить в детали, но после этого я часто спрашиваю себя: «А как бы поступил в такой ситуации Игорь Васильевич?» Второй случай многим, вероятно, известен, но не всем. В 50-х годах Андрей Дмитриевич Сахаров и Игорь Евгеньевич Тамм обратили внимание на ряд факторов, позволяющих считать, что возможно осуществление термоядерной реакции. Это было совершенно новым направлением. Через некоторое время в газетах появились статьи и заметки о том, что якобы в Аргентине что-то серьезное сделано по этой линии. Но потом все оказалось не так. Не буду входить в детали, но Игорь Васильевич, услышав это сообщение Сахарова-Тамма, вдруг как-то сразу сам загорелся. Было видно, как он напряжен, как он мучительно думает уже в процессе их доклада, как развернуть соответствующие работы. Многие сотрудники Института атомной энергии помнят, как началось фантастически быстрое развертывание работ в этой области, развертывание, которое позволило Игорю Васильевичу, когда он делал свой доклад в Англии в 1956 году, оказаться впереди европейцев, тщательно секретивших от нас соответствующие работы.

Игорь Васильевич был многократным руководителем испытаний ядерного оружия. Я помню, как на каком-то заседании в высоких инстанциях перед началом первого испытания зашел разговор о том, кого назначить руководителем испытаний. Всем хорошо известно, что лицом в правительстве, отвечавшим за эту работу, был Берия. Вот он подумал, подумал и сказал: «А вот он, — указал на Курчатова, — и будет сам руководить». Игорь Васильевич был назначен руководителем испытаний. Это в действительности было необычайно надежное руководство. Та тщательность, с которой он подходил к своим задачам руководителя такого гигантского мероприятия, — была поразительной. Я многому от него научился.

Последний раз Игорь Васильевич руководил испытаниями в 1955 году. После ряда небольших взрывов 22 ноября 1955 года была взорвана сброшенная с самолета водородная бомба с тротиловым эквивалентом 1 600 000 тонн, или 1,6 мегатонны. Я могу спокойно приводить эту цифру, так как она была сообщена американским докладчиком на Московской международной конференции в июне 1987 года. А он получил ее, как он сам пишет, из рассекреченного по истечении соответствующего времени архива разведки Соединенных Штатов.

Когда мы ехали на машине по месту взрыва, большие глыбы размером примерно с автомобиль были вырваны из земли и на протяжении многих, многих километров лежали в огромном количестве. Это был первый в мире взрыв водородной бомбы, сброшенной с самолета. У американцев в это время были проведены на островах в Тихом океане наземные эксперименты на очень тяжелых системах.

После испытаний мы с Игорем Васильевичем получили двухнедельный отпуск, сели в наш вагон и поехали в Алма-Ату, чтобы там встретиться с женой Игоря Васильевича Мариной Дмитриевны и моей дочерью Татьяной. В Алма-Ате нас пригласили посетить обсерваторию. Чтобы нас развлечь, астроном навел телескоп на луну. Игорь Васильевич со своей обычной вежливостью предложил посмотреть в телескоп мне первому. Я посмотрел и говорю: «Игорь Васильевич, у них тут на луне беспорядки». Игорь Васильевич, посмотрев в телескоп, ответил: «Да, в Ваш телескоп наблюдаются какие-то беспорядки, какие-то тени на луне». Астрономы заволновались, а потом сказали: «Мы совсем забыли — сегодня лунное затмение».

Мы посмотрели Среднюю Азию и через две недели вернулись к своим делам — Игорь Васильевич к реакторам, я к своим, так сказать, конструкциям.

Вернувшись из отпуска 17 февраля 1985 года (отдыхал Ю. Б. Харитон в санатории «Барвиха»), Юлий Борисович рассказал, что вдова Капицы попросила поделиться воспоминаниями о П. Л. Капице. Ю. Б. дал согласие и написал вступление к его «Письмам к матери»

Среди читателей «Писем к матери» П. Л. Капицы, несомненно, будет немало тех, кто знал Петра Леонидовича лично или по его замечательным популярным статьям о развитии науки, о крупных ученых, статьям о глобальных научных проблемах и о будущем науки, о философских и социальных вопросах. Круг его знакомых был очень велик и разнообразен — инженеры и ученые самых различных специальностей, деятели литературы и искусства. Его всегда интересовала не только творческая деятельность людей, но и люди как таковые. Так вот для тех, кто в той или иной мере знал Петра Леонидовича, самыми неожиданными, как мне кажется, будут те страницы публикуемых писем, где он пишет о своих трудностях. Например, в письме от 19 сентября 1921 года: «Но вот что меня мучает сейчас — сумею ли я выполнить те работы, которые я задумал тут, в Кавендишской лаборатории?.. Я задумал крупные вещи, а, может быть, опять все сведется к нулю». Или в письме из Ниццы от 14 сентября 1922 года так не соответствуют привычному образу Капицы слова: «Мне жутко и страшно. Справлюсь ли я? Может быть, это просто повезло?» Как это не похоже на Капицу, которого мы знали. Но нельзя забывать, что эти непривычные для него слова содержатся в письмах к матери — единственному человеку, которому он позволял себе доверять свои мечтания и переживания. А для всех остальных он и в те далекие времена оставался таким же твердым и уверенным в себе, каким мы его знали.

...Весной 1921 года группа советских ученых — академики А. Ф. Иоффе и А. Н. Крылов и профессор Д. С. Рождественский — выехала за границу. Наиболее важной задачей поездки было размещение заказов на оборудование для организу-

ющихся в Петрограде институтов. Стояли также задачи восстановления научных связей с западноевропейскими учеными, пополнения фонда научной литературы и обеспечения дальнейшей подписки на физико-математическую литературу: за время первой мировой и гражданской войн поступления иностранной научной литературы в нашу страну практически прекратились.

Вместе с А. Ф. Иоффе выехал и его молодой сотрудник П. Л. Капица.

В 1919 году Капица окончил электромеханический факультет Петроградского политехнического института и остался на преподавательской работе. К этому времени он уже опубликовал несколько статей. Глубокое знание и понимание физики, хорошее владение математикой, яркость и быстрота мышления — все это давало основание видеть в нем очень перспективного ученого. Капица прекрасно разбирался в физической аппаратуре, владел тремя языками — это делало его ценным помощником в поездке. По-видимому, Иоффе считал также, что необходимо как можно скорее дать ему возможность вести научную работу в хороших условиях (сам он начинал в лаборатории Рентгена), а во время поездки можно будет найти подходящее место и выхлопотать соответствующую командировку. Физикотехнический институт, организованный Иоффе в 1918 году, находился еще в начальной стадии формирования. Значительная часть многосторонней организационной работы легла на плечи друга Капицы и соавтора одной из первых работ — Николая Николаевича Семенова. В письмах Капица обычно называет его просто Колькой.

Думаю, что Иоффе, взяв с собой в поездку Капицу, учитывал и то, что на его молодого товарища недавно обрушился ряд тяжелых ударов судь-

бы. В ноябре 1919 года скончался отец Капицы, а месяц спустя умер его двухлетний сын. В начале января 1920 года родилась дочь, но вскоре после родов умерла жена Надежда Кирилловна, а вслед за ней и новорожденная дочь. Это было время, когда в голодном Петрограде свирепствовали грипп (знаменитая "испанка") и другие инфекционные болезни. Капица был глубоко потрясен этими страшными утратами. Я уверен, что Иоффе считал смену обстановки существенной для смягчения его тяжелого состояния, отзвуки которого прорываются в отдельных строках писем.

Иоффе выехал сначала в Германию, куда вслед за ним должен был приехать Капица. Однако германскую визу Капице получить не удалось, и после полуторамесячного ожидания в Ревеле (ныне Таллин) он выехал в Англию.

Из Ревеля в начале апреля 1921 года уходит в Петроград первое письмо Капицы к матери Ольге Иеронимовне. Она была не только любимой матерью, но и очень интересным человеком. Окончила словесное отделение Бестужевских курсов (одного из первых высших учебных заведений для женщин в России). Интенсивно занималась педагогической деятельностью в созданном после Октябрьской революции Педагогическом институте дошкольного образования и в других вузах. Основала в своем институте показательную библиотеку детской литературы, организовала студию детских писателей...

Вскоре после Капицы в Лондон приехал Иоффе.

12 июля Иоффе и Капица были у Резерфорда в Кембридже. Договорились о том, что Капица проведет год в Кавендишской лаборатории. По этому поводу в Англии и у нас ходит такая легенда. Сначала Резерфорд якобы отказал в приеме Капице, сославшись на то, что все 30 мест заняты. Тогда Капица неожиданно спросил, с какой примерно точностью ведутся работы в лаборатории. Удивленный Резерфорд ответил, что примерно 3 процента. «Но ведь один человек от тридцати составляет всего три процента, так что вы просто не заметите моего присутствия», — сказал Капица. Согласно легенде Резерфорд, очень ценивший юмор и быстроту реакции, был сражен такой аргументацией и дал согласие. За достоверность не ручаюсь.

Как все начинающие, Капица должен был начать работу на gadget — чердачном, но вполне приличном помещении. Здесь каждый претендующий на работу в лаборатории должен был под наблюдением Чедвика, молодого, но уже известного ученого, главного помощника Резерфорда по Кавендишской лаборатории, показать, что он собственноручно может изготовить простейшие приборы и провести заданные измерения. Для многих это испытание длилось несколько месяцев.

Капице было достаточно месяца, чтобы продемонстрировать, что он является зрелым экспериментатором. Ему предоставили место в основном помещении лаборатории. Стиль его работы произвел на Резерфорда сильное впечатление.

Резерфорд предложил Капице продолжить работу по измерению потери энергии альфа-частицами при прохождении через газ, которой он и его ученик Гейгер занимались десять лет назад. Пронзительный ум Резерфорда, которым так восхищается Капица в своих письмах, позволил ему увидеть в этом молодом русском ученом того человека, который может побить рекорды чувствительности соответствующей аппаратуры, поставленные в свое время им самим и Гейгером. И действительно, Капица, проявив большую изобретательность и тонкий анализ, сумел сделать прибор в 50 раз более чувствительный, чем применявшийся его достойными предшественниками. В результате он смог проследить за потерей энергии альфа-частицами, пока у них оставались лишь десятые доли процента от начальной энергии, в то время как его именитые предшественники не могли спуститься ниже 16 процентов.

Когда вышла из печати статья Капицы по измерению потерь энергии альфа-частицами, он позволил себе маленькую месть-шутку. (Он рассказывал об этом в 1966 году в своем докладе о Резерфорде в Лондонском королевском обществе¹.) Дело в том, что в первый день его работы в Кавендишской лаборатории Резерфорд неожиданно заявил ему, что он ни в коем случае не потерпит в лабора-

¹ Некий аналог нашей Академии наук, но без обширной сети институтов.

тории коммунистической пропаганды. Это удивило и расстроило Капицу. В дальнейшем он понял, что на Резерфорда повлияла политическая обстановка в Англии и на континенте. Напомним, что в то время Советская Россия не имела дипломатических отношений ни с одной из западных стран. Получив оттиски статьи, Капица преподнес ее Резерфорду с надписью: эта статья свидетельствует о занятиях наукой, а не коммунистической пропагандой. Резерфорд страшно рассердился и вернул оттиск Капице, который немедленно преподнес Резерфорду второй оттиск с подобающей дарственной надписью. Резерфорд сразу успокоился. Капица отметил, что он был очень вспыльчив, но столь же быстро остывал.

Один из советских обычаев Капица все же перенес на британскую почву. Он организовал семинар, чего не было ни в одном из 17 колледжей Кембриджского университета. Заседания проходили у него на квартире. Начало далось нелегко. Из первых 14 докладов половину сделал сам Петр Леонидович. Но затем все пошло нормально. Примерно 30 заседаний в год. В семинаре принимали участие в основном старшие сотрудники Кавендишской лаборатории. Семинар стал модным. Он назывался в просторечии Kapitza Club. На нем делали доклады такие ученые с мировым именем, как Эренфест, Гейзенберг, Дж. Франк и многие другие. Сохранился журнал заседаний за много лет. В течение долгого времени постоянным участником семинара был Сноу, сменивший затем, как мы знаем, физику на литературу.

Резерфорд со вниманием отнесся к предложению Капицы о дальнейшей работе. А предложение было крайне смелым. Капица хотел сделать батарею аккумуляторов специальной конструкции. В течение двух сотых секунды аккумулятор должен был разряжаться через катушку, внутри которой должно было создаваться магнитное поле значительно более сильное, чем в сильнейших электромагнитах. Внутри катушки помещается камера Вильсона, и в нее в нужный момент с точностью в одну тысячную секунды впускалось несколько альфа-частиц. Траектории альфа-частиц в сильном магнитном поле должны были сильно изгибаться. Исследование этих траекторий обещало дать интересные результаты.

Резерфорда не смутила смелость проекта и сравнительно большая стоимость выполнения работы. Он уже верил в Капицу и выхлопотал необходимую субсидию.

Опять было много собственноручной ювелирной работы. Результат оказался блестящим. В Кембриджском университете и вне его Капица после года работы был признан экспериментатором-рекордсменом.

После этих успехов Капицы Резерфорд предложил ему расширить объем работы и взять нескольких молодых сотрудников в качестве помощников. В числе этих помощников был Кокрофт, ставший в дальнейшем главой Британской атомной комиссии.

Между Резерфордом и Капицей установились очень хорошие отношения. Они основывались не только на глубоком взаимном уважении, но также и на том, что Капица менее, чем остальные сотрудники Кавендишской лаборатории, подчеркивал разницу в положениях. По-видимому, Резерфорду, человеку с очень живым характером, несколько надоело пребывание в положении некоего сверхчеловека, к которому многие обращались не иначе как сэр. (Резерфорд, как известно, получил титул лорда — Lord Rutherford of Nelson.) А Капица, не переставая восхищаться Резерфордом и не скрывая этого, позволял себе даже подшучивать над ним.

Однажды, когда Капица по рекомендации Резерфорда уже стал членом Тринити-колледжа, за профессорским обеденным столом в четырехсотлетней трапезной колледжа несколько человек обсуждали книгу Ч. Ломброзо «Гений и безумство». Капица сказал соседу по столу, что каждый действительно крупный ученый должен быть в какой-то степени сумасшедшим. Сидевший неподалеку Резерфорд услышал эти слова и своим громовым голосом (когда Резерфорд начинал подниматься по лестнице Кавендишской лаборатории и разговаривал при этом с кем-нибудь, его голос был слышен в комнатах третьего этажа) сказал Капице: «Так вы меня тоже считаете сумасшедшим?» — «Безусловно, — ответил Капица, — и я вам сейчас это докажу. Недавно вы рассказывали, что какая-то американская фирма, кажется «Дженерал электрик», предлагала вам перейти к ним, построить

для вас огромную лабораторию и назначить ска- зочную оплату. А вы только посмеялись и не стали даже рассматривать это уникальное предложение. Я думаю, многие скажут, что вы действовали как сумасшедший»...

Вернемся, однако, к дальнейшим работам Капицы. Успешно получив с помощью своего аккумулятора магнитные поля, достаточные для значительного изгиба траекторий альфа-частиц, он захотел новым путем пойти дальше, в область еще более сильных полей, чтобы провести в них широкий круг исследований. Аккумуляторы перестали удовлетворять его по ряду причин. Капица предложил разработать и построить мощный (2—3 тысячи киловатт) и особо прочный электрический генератор. Его надо было замыкать на мощную медную катушку на одну сотую секунды, получая сверхсильное магнитное поле. Сотая секунды — небольшое время, но тому, кто умеет распорядиться им как следует, это не так уж и мало, говорил Капица.

Предложение Капицы было чрезвычайно смелым, а многим могло показаться безрассудно смелым. В самом деле, ведь за эту сотую секунды быстро вращающийся ротор генератора весом 2,5 тонны должен превратить 20 процентов своей энергии вращения в многотысячаамперный электрический импульс тока. Между ротором и статором возникали гигантские электромагнитные силы. Медная катушка за сотую секунды должна была нагреться на 100 градусов, а замыкатель тока надо было разомкнуть за тысячные доли секунды, чтобы не возник дуговой разряд... Но Резерфорд уже верил Капице, своим быстрым умом он сразу схватил сущность его идей и, не входя в детали, пришел к заключению, что все это очень трудно, но для Капицы достижимо. А перспектива иметь в Кавендишской лаборатории магнитные поля в сотни раз более сильные, чем в любой лаборатории мира, была очень соблазнительной.

И Резерфорд со свойственной ему энергией добился от Департамента научно-технических исследований солидной субсидии на финансирование работ Капицы.

В 1926 году, когда я по рекомендации Капицы был командирован в Кембридж, генератор, изго-

товленный на заводе фирмы «Метрополитен-Виккерс», был уже водружен на специально амортизированный мощный фундамент, и монтировалась измерительная аппаратура. А сам Капица, хотя у него был прекрасный механик, день за днем проводил за токарным станком, приспособленным для изготовления медных катушек. Эти катушки долго не удавалось заставить выдержать в течение сотой доли секунды гигантские силы, развивавшиеся при взаимодействии огромных токов с небывальными магнитными полями. Это был один из тех случаев, когда Капица считал, что самое трудное он сделает лучше, чем кто-нибудь другой. По существу же, все эти четыре года он работал, объединяя тончайший физический анализ и высочайшее инженерное искусство.

Позволю себе здесь небольшое отступление. Как-то, примерно в 1944 или 1945 году, я зашел к Петру Леонидовичу — уже в Москве, после возвращения Института физических проблем из эвакуации в Казань — и застал его за чертежной доской. Я спросил, что он делает. Он ответил: «Чертеж газовой задвижки». (Это было время его интенсивной работы над реализацией нового метода получения кислорода из воздуха, принесшего впоследствии сотни миллионов рублей экономии.) «Зачем же вы тратите свое время на такую работу? — спросил я. — Ведь ее может сделать любой грамотный инженер». — «Сделать-то он сделает, — ответил Капица, — но я сделаю лучше»...

Вернемся опять в Кембридж. В конце концов, трудности, о которых шла речь, были преодолены, и началась систематическая работа, давшая много нового. Затраты себя оправдали. Не будем останавливаться на результатах. Физикам они известны, а неспециалистам неинтересны.

Комбинация блестящего русского ученого-инженера и мощи английской техники дала превосходный результат. Идея Иоффе оправдала себя. В то время выполнить работу такого масштаба в Ленинградском физико-техническом институте было практически нереально. И хотя Капице, как мы видим из писем, было тяжело проводить столько времени вдали от горячо любимой матери, остальных членов семьи и друзей, уникальные результаты, получившие широкий резонанс во всем науч-

ном мире, принесли ему некоторое успокоение. А с 1926 года Капица стал систематически приезжать на родину.

В 1927 году Петр Леонидович женился на Анне Алексеевне Крыловой и переехал из колледжа в отдельный дом. Бывая у них в доме, я мог видеть, насколько спокойнее и счастливее жил в ту пору Петр Леонидович.

Кембриджская лаборатория сверхсильных магнитных полей стала модным местом. Многие крупные физики приезжали, чтобы познакомиться с ведущимися здесь работами и уникальным оборудованием. Энтузиасты называли ее восьмым чудом света.

После того как Капица реформировал методику получения сильных магнитных полей, его увлекла идея преобразования другого раздела экспериментальной физики — методики получения сверхнизких температур. Лидером в этой области была лаборатория Камерлинг-Оннеса в Лейдене. Для охлаждения газов использовался классический метод многократного расширения сжатого до высокого давления газа в пространство с низким давлением... Неоднократно высказывались мысли, что более выгодно расширять газ не просто в объем низкого давления, а в каком-либо цилиндре, производя работу над перемещением поршня, подобно тому как это делается в двигателях внутреннего

сгорания, например автомобильных. Но никто не решался действовать таким образом.

Были многочисленные трудности и в этом деле. Но Капица блестяще справился с поставленной задачей.

Резерфорд поддержал и это новое начинание Капицы. Вскоре стало ясно — для объединения работ со сверхсильными магнитными полями с работами со сверхнизкими температурами необходимо строительство нового здания. И опять Резерфорд добился крупных субсидий от Департамента научно-технических исследований и от Королевского общества в размере 15 тысяч фунтов (150 тысяч золотых рублей по курсу того времени) на строительство и 10 тысяч фунтов на оборудование. Здание было построено и оборудовано, Капица был назначен директором этой новой лаборатории Кембриджского университета.

После переезда Капицы в Москву оборудование лаборатории было закуплено для его института Советским правительством.

Впоследствии, уже работая в созданном для него в Москве Институте физических проблем АН СССР и проводя дальнейшее усовершенствование методики получения жидкого гелия, Петр Леонидович мог сказать: «Теперь мы можем производить больше жидкого гелия, чем лаборатории всего мира, вместе взятые».

Академик Ю. Б. Харитон

**Президенту Союза Советских Социалистических Республик
товарищу Горбачеву М. С.**

Глубокое беспокойство за судьбу и состояние ядерно-оружейного комплекса нашего государства заставило меня обратиться к Вам с этим письмом.

Созданный в тяжелые послевоенные годы трудом миллионов советских людей, этот комплекс обеспечил своей продукцией стратегическое равновесие в мире. Советское ядерное оружие явилось мощным фактором сдерживания мировых ядерных конфликтов в течение более сорока лет.

Основой советского ядерно-оружейного комплекса являются научно-исследовательские и конструкторские организации, а также предприятия по производству плутония-239, высокообогащенного урана и трития, производственные объединения и предприятия по серийному производству компонентов ядерных боеприпасов и их сборки. В настоящее время они входят в Министерство атомной энергетики и промышленности.

Особое место в этом комплексе занимают два института: Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ) и Всесоюзный научно-исследовательский институт технической физики (ВНИИТФ).

В этих институтах сосредоточены высококвалифицированные кадры физиков, математиков, конструкторов, технологов, испытателей, которые осуществляют разработку ядерных зарядов и ядерных боеприпасов, проводят их модернизацию, исследование действия поражающих факторов ядерного взрыва, определение и повышение стойкости ядерных боеприпасов и их носителей. В институтах ведутся работы по созданию оружия на новых физических принципах с использованием энергии ядерного взрыва.

Следует отметить и Всесоюзный научно-исследовательский институт автоматики (ВНИИА), в котором разрабатываются для всей отрасли автоматика подрыва ядерных зарядов и бортовые приборы систем предохранения, а также ядерные боеприпасы отдельных видов оружия.

Все указанные работы самым непосредственным образом связаны с проведением ядерных взрывов на специальных полигонах. Сотрудники ин-

ституты проектируют не только заряды, но и постановку ядерного взрывного эксперимента; участвуют в проведении полигонных опытов, принимают самое активное участие в обеспечении их радиационной безопасности.

Наряду с разработкой ядерных боеприпасов проводятся работы фундаментального научного характера. Эти работы важны для более глубокого понимания решаемых проблем и перспективных разработок.

Сложность процессов, имеющих место при ядерном взрыве, такова, что без участия в анализе боевых ситуаций ВНИИЭФ и ВНИИТФ возможны серьезные ошибки. Недавно, разбираясь в стойкости системы управления одного из важнейших типов носителей ядерного боеприпаса, мы выявили грубые просмотры. Разработчики были вынуждены согласиться с нами, и производится соответствующая доработка.

Сохраняющаяся нестабильность во многих регионах страны настоятельно требует в кратчайшие сроки выполнить работы по повышению безопасности хранения и эксплуатации ядерных боеприпасов. Необходимо усиление работ по модернизации зарядов, чтобы на долгие годы была достигнута существенно меньшая вероятность радиоактивного заражения при авариях.

Нельзя забывать, что приземный взрыв взрывчатого вещества, содержащегося в ядерном заряде, при ударах и пожарах, связанных с авариями, может привести даже без ядерного взрыва, за счет рассеяния распыленного плутония, содержащегося в одном заряде, к образованию зоны, непригодной для проживания, около 100 квадратных километров. Для восстановления потребуется сумма около миллиарда рублей. Для повышения безопасности при перевозках нужны также вагоны специальной конструкции и соответствующие защитные контейнеры.

Необходимо не только сохранить имеющиеся кадры, но и обеспечить преемственность в развитии научного потенциала указанных институтов за счет пополнения молодыми специалистами и рабочими.

Эффективная работа институтов возможна только при наличии в них крупных ученых и способной молодежи. Сейчас молодежь будет стремиться в академические институты, где зарплата выше. И мы опасаемся утечки высококвалифицированных кадров.

Надо отметить, что ранее наши институты находились на Госбюджете. Теперь значительная часть финансируется через Министерство обороны (МО), которое хуже, чем мы, разбирается в тонких физических вопросах, связанных с ядерными взрывами. Это может губительно отразиться на нашей работе.

Необходимо перевести ведущие институты ядерно-оружейного комплекса на полное государственное бюджетное финансирование (в объеме, обеспечивающем их нормальное функционирование, без отвлечения на конверсионные задачи и поиски других источников финансирования).

Слабо финансируется развитие парка электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Его производительность в десятки (если не в сотни) раз слабее, чем в аналогичных институтах США, куда в первую очередь идут новые, более эффективные вычислительные машины. Необходимо серьезное качественное и количественное укрепление наших вычислительных комплексов, в том числе за счет приобретения некоторого количества зарубежной вычислительной техники. Конкретно на этот год нам необходимо 20 миллионов рублей.

Сильно устарел и требует обновления станочный парк, экспериментальная и приборная базы.

Исключительно важным является вопрос о натурных ядерных испытаниях. Эти испытания для ядерного оружия являются ключевым этапом в подтверждение всех его технических характеристик: боевой эффективности, надежности и безопасности.

До последних лет испытания ядерного оружия проводились на двух полигонах: Семипалатинском и на Новой Земле.

Недостаточное внимание к развитию полигона на Новой Земле и сложившаяся социально-политическая обстановка вокруг Семипалатинского полигона привели к резкому сокращению количества испытаний и, как следствие, к резкому замедлению важнейших работ по модернизации ядерного оружия и поддержанию его боеготовности.

В этих условиях настоятельно необходимым является принятие срочных решений по ряду мероприятий, которые обеспечат необходимый темп и число испытаний на Новой Земле и позволят провести на Семипалатинском полигоне хотя бы маломощные взрывы.

По имеющейся информации, ядерные вооружения рассматриваются Соединенными Штатами как одна из основных гарантий национальных интересов США, в особенности в связи с развитием общемировых кризисных явлений.

Ядерный комплекс СССР представляет собой систему, обладающую гигантской военной мощью. Такая система должна находиться под жестким, всеобъемлющим и единым государственным контролем. Никакое двоевластие и неопределенность ответственности в такой системе недопустимы. Поэтому, по нашему мнению, ядерный комплекс должен находиться в ведении центральных структур, обладающих исключительной полнотой власти над комплексом с возможностями ее реального осуществления.

Учитывая особую роль ядерного оружия в обеспечении обороноспособности страны и современную социально-политическую обстановку, представляется целесообразным управление ядерным оружием комплексом, утверждение ежегодных программ производства и испытаний ядерных боеприпасов сосредоточить в специальном органе при Президенте страны.

Считаю себя обязанным доложить, что в связи с надвигающейся потерей зрения и чрезмерным возрастом я, возможно, могу в близкое время потерять работоспособность. Я не считаю себя вправе уйти, не обратившись к Вам с просьбой о встрече с несколькими учеными и руководителями ядерно-оружейного комплекса, несмотря на Вашу невероятную занятость.

Изложенный материал отражает не просто мои мысли, но и сумму их обсуждений с научным руководством институтов (члены-корреспонденты Академии наук тт. Трутнев Ю. А. и Аврорин Е. Н.) и единственным человеком в нашем Министерстве, понимающим проблему в целом - нашим бывшим научным сотрудником, теперь заместителем министра т. Михайловым В. Н.

Искренне Ваш Ю. Харитон

Ядерная энергетика и общество

Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский

Обсудить в печати положение ядерной энергетике заставило нас глубокое беспокойство о ее будущем. Эта отрасль современной технологии оказалась в очень сложном положении, которое вряд ли предвидели энтузиасты и создатели первых АЭС. Сформулируем наше понимание сложившейся к настоящему времени ситуации. Мы имеем в виду ситуацию в Советском Союзе, но она в той или иной степени имеет место во всех странах. Более того, ситуация в одной стране влияет, причем самым существенным образом, на положение в других странах. Ничего удивительного, так как, несмотря на первоначальную разобщенность национальных энергетических программ, проблема ядерной энергетике была одной из первых, в отношении которой стала очевидной невозможность замыкаться на внутринациональном уровне.

Ядерная энергетика, как и многие другие новые технологии, возникла как одно из направлений разработок, проводившихся в военных целях, аналогично, например, гражданской авиации. Такое явление было вполне закономерным, так как по ряду направлений осуществить технологический прорыв бывает легче в военных целях, не связанных с необходимостью обеспечивать коммерческую эффективность. Первоначальная концепция ядерной энергетике рассматривала в качестве основного преимущества этого вида энергопроизводства благоприятную топливную ситуацию. Ее особенность состоит в том, что калорийность ядерного топлива в миллион раз или, как обычно говорят ученые, на шесть порядков выше, чем органического топлива. Вследствие этого физический объем загружаемого топлива в 10000 раз или на четыре порядка меньше в ядерной энергетике, чем в органической, что сильно упрощает снабжение топливом АЭС, снимая с транспорта часть топливных перевозок, до сих пор являющихся самой мощной струей в современном потоке народнохозяйственных грузов. Кроме того, использование реакторов

на быстрых нейтронах создает принципиальную, да и практическую возможность воспроизводить ядерное топливо, т.е. в процессе работы такого реактора ядерное топливо воспроизводится в количестве большем, чем сжигается. Это обстоятельство открывало перспективу полного топливного самообеспечения ядерной энергетике. Период конца пятидесятых - середины семидесятых годов характеризовался быстрыми темпами развития электроэнергетики как у нас в стране, так и за рубежом и высокой конъюнктурой на топливном, особенно на нефтяном рынке. Поэтому концепция ядерной энергетике того времени рассматривала преимущество в топливном обеспечении по сравнению с энергетикой на органическом топливе как главное. Это преимущество сохранилось и сейчас. Но вместе с тем проявились два существенных фактора противоположного свойства. С одной стороны, подтвердилось, что при нормальной эксплуатации атомные электростанции обеспечивают более чистое энергопроизводство по сравнению с основным производителем энергии - станциями, работающими на органическом топливе. Эта более высокая чистота определяется тем, что выход радионуклидов в окружающее пространство при нормальной эксплуатации существенно меньше, чем на станциях, использующих органическое топливо. Отсутствие на АЭС обмена с атмосферой исключает такие трудноустраняемые явления органо-топливной энергетике, кроме работающей на газе, как выброс двуокиси серы и других газообразных и твердых продуктов и принципиально неустраняемый выпуск в атмосферу углекислого газа. К сожалению, с другой стороны, эти, действительно важные, преимущества, может быть более важные, чем преимущества топливного обеспечения, в значительной степени обесцениваются в глазах общественности опасностью отклонения от нормальной работы, т.е. авариями. Имевшие место аварии, в особенности черномыльская, подорвали

в значительной степени доверие к атомной энергетике, и теперь трудно убедить общественность в возможности безаварийной эксплуатации АЭС.

Таким образом, сложилась необычная, по-видимому, не встречавшаяся до сих пор ситуация: парализовано дальнейшее развитие энергетической технологии, единственной, которая может составить существенную долю в энергетическом балансе, и вместе с тем являющейся экологически чистой при безаварийной эксплуатации. Именно то, за что борется общественность, - экологическая чистота обеспечивается ядерной энергетикой, в то время как другие технологии оказывают экологический прессинг и при нормальной эксплуатации.

В чем же выход из этой, почти тупиковой ситуации. Мы видим выход в широком проведении двух различных комплексов мероприятий, каждый из которых в отдельности не решит проблемы. Первый комплекс очевиден - это технологические мероприятия, обеспечивающие безопасность даже в случае ошибок персонала. Для начала это создание дополнительных мер безопасности на действующих АЭС, таких, например, как невозможность отключения автоматических аварийных систем по произволу оператора, как это было в Чернобыле. Необходимо снабдить АЭС железобетонными оболочками, окружающими реактор, способными выдержать давление, которое может возникнуть внутри этой оболочки (колпака) в случае крупной аварии, аналогичной чернобыльской. Такое сооружение, как известно, оказалось очень кстати при аварии на АЭС «Тримайл-Айленд», где была сохранена герметичность и тем самым предотвращен выход радиоактивности. Никто из персонала не пострадал и не получил дозу облучения, превосходящую полугодовую норму. Разумеется, необходимо, и это делается в полной мере, повышать квалификацию и ответственность персонала и осуществлять профессиональный отбор, выявляя тех, кто лучше ориентируется в сложной обстановке и адекватно реагирует на нештатные ситуации. Но этого мало. Необходимо совершенствовать реактор, повышая его коэффициент полезного действия и тем самым снижая долю энергии, уходящей в тепло, а главное — повышая его безопасность, добиваясь этого не только средствами аварийной за-

щиты, но и самой физической схемой реактора, переводящей его в подкритическое (безопасное) состояние автоматически, за счет невозможности разгона реактора при этой физической схеме.

По нашему мнению, это совершенствование реакторов должно производиться в рамках международного сотрудничества. По-видимому, целесообразно путем такого сотрудничества создать несколько международных серий стандартных реакторов, например, мощностью 1,5; 1 и 0,5 ГВт. Такие международные серии по условиям безопасности, несомненно, поднимутся над национальным уровнем, так как будут включать в себя все лучшее, что достигнуто в рамках национальных программ. Кроме того, опыт эксплуатации таких серий, при широком международном сотрудничестве и значительно большем тираже реакторов, чем в вариантах отдельных национальных программ, будет накапливаться значительно быстрее. Быстрее будет пройден и пережит этап выявления нештатных ситуаций и этап оповещения, ознакомления с ними и устранения условий их вызывающих. Проще будет также осуществлять помощь развивающимся странам в становлении у них ядерной энергетики. Международное сотрудничество будет, несомненно, плодотворным при выработке технических и других мер для предотвращения диверсий и сведения к минимуму их последствий на АЭС. И наконец, использование в национальных энергетических программах реакторов, созданных в порядке международного сотрудничества, встретит, по-видимому, меньшее недоверие, чем ориентация только на реакторы, создаваемые одной страной.

Второй комплекс мероприятий - проведение всестороннего диалога с общественностью по всем вопросам ядерной энергетике. Такой диалог необходим. Его следовало вести и раньше, но теперь, после чернобыльской аварии, без него развитие атомной энергетике в Советском Союзе просто невозможно. Эта авария обнажила два мощных пласта недоверия общественности: к атомной энергетике как средству энергопроизводства и к ученым, и не только работающим в атомной энергетике, но к ученым-ядерщикам в особенности. Это недоверие откровенно высказывается в публицистических статьях, в дискуссиях на страницах га-

зет и журналов. Статьи и письма, как правило, очень эмоциональны, не всегда достаточно компетентны. В них присутствует стереотип ученого как технократа-карьериста, озабоченного интересами своего ведомства и реализацией своих проектов, которому нет дела до подлинных интересов народа. Нельзя сказать, что такой стереотип возник на пустом месте. Некоторые основания к этому были. Но ведь и ученые бывают правы. Как довести свою правоту до массового сознания, от которого все больше зависит принимаемое в конце концов решение.

Что же делать? Терпеливо убеждать. Нельзя упрекать публицистов в некомпетентности или излишней эмоциональности. Ведь их гражданская обязанность в том и состоит, чтобы ставить перед общественностью вопросы, которые их беспокоят. И они это делают, используя самые простые доводы, понятные каждому, убеждая, что опасности, тревожащие автора, касаются читателя лично, т.е. грозящие беды, о которых предупреждает публицист, не минуют и читателя. В другом положении оказывается ученый. Он обязан опираться на факты и научные аргументы, и иначе действовать он не имеет права. На массового читателя, конечно, легче воздействовать эмоционально, с помощью доходчивых и ясных доводов, чем научными аргументами. Массовый читатель, не всегда имея возможность разобраться в аргументации ученого, может не поверить и аргументам, и выводам. И все-таки, ничего другого не остается, как убеждать. Привлекать к участию в дискуссии авторитетных ученых, пользующихся доверием у общественности, в том числе и зарубежных. Не скрывать сомнений, если они имеются.

Определенным положительным примером может служить Франция, где нет серьезного антиядерного движения. Осуществляя программу развития ядерной энергетики, французское правительство отнеслось к проблеме ее реализации всесторонне, не упустив и такой важный ее аспект, как психологическая подготовка населения. Это тем более было необходимо, так как Франция, небогатая природными топливными ресурсами, делала ставку на ядерную энергетику как на основного производителя энергии. В программу французс-

ких средних школ включен курс атомной энергетики, в котором излагаются основы ядерной физики, радиационной биологии и элементы технологии производства электроэнергии на АЭС. Каждый учащийся в порядке обязательной экскурсии или, если хотите, учебной практики посещает одну из АЭС, благо далеко ездить не приходится — атомные электростанции расположены по всей Франции. На этих экскурсиях учащийся знакомится наглядно с устройством и работой АЭС. Ему даже дают возможность посидеть у пульта учебного стенда и проследить за показаниями многочисленных приборов, испытывая ощущения человека, “управляющего” работой станции. В зонах, прилегающих к АЭС, действуют льготные тарифы за пользование электроэнергией населением, но не промышленностью.

О чем свидетельствует французский пример превращения ядерной энергетики в основную (65 - 70 %) базу производства электроэнергии? Прежде всего о том, что открытость и широкие знания, доступные каждому гражданину, о преимуществах и недостатках атомной энергетики идут на пользу самой атомной энергетики. И правы те публицисты, которые упрекают наши ведомства в излишней скрытности, оформляемой как служебная секретность. Это придает всему научно-техническому направлению атомной энергетики совершенно ненужный ореол таинственности, какой-то чрезмерной сугубо научной сложности, пугающей непонятности для простого человека. А надо, наоборот, чтобы такие понятия, как ядерный реактор, цепная реакция, были бы, если и не столь обыденны, как карбюратор или карданный вал, то, во всяком случае, лишены ореола доступности только посвященным.

Кстати, о карбюраторе. Ведь, пожалуй, автомобильно-транспортная система не уступит ни одной отрасли первенствующего положения по числу аварий, происшествий и человеческих жертв. Причем ни один гражданин не застрахован от перспективы стать жертвой дорожно-транспортного происшествия. Однако никто не протестует против постоянно развивающейся автомобильно-транспортной системы. Наоборот, в нашей стране констатируется ее недоразвитость, недостаточность дорожной сети, отставание по уровню автомоби-

лизации. Каждая семья стремится стать владельцем этого удобного транспортного средства, невзирая на тот вполне реальный риск, которому любитель подвергает себя и свою семью. Почему же, несмотря на высокую степень опасности, да и немалое отрицательное экологическое воздействие, автомобиль не породил направленное против себя "антиавтомобильное" движение. Мы думаем, что если говорить об опасности, то феномен приемлемости автомобиля состоит из двух элементов. Первый - это обыденность, понятность, привычность этого технического агрегата, который каждому знаком с детского возраста. А второй - это возможность выбора. Каждый человек решает сам, каким образом он поедет: на автомобиле, поезде, самолетом, сопоставив цели поездки, сроки, опасности. Ему представляется, что его безопасность в его руках, зависит от его поведения. Если он соблюдает определенные правила поведения, то безопасность гарантирована. Другое дело - атомная электростанция. Ее построили его, гражданина, не спросив. Ее работу он не знает. Если что-то с ней случится, он к этому не причастен, а последствия придется переживать ему.

В тех же целях открытости необходимо сделать доступными счетчики Гейгера - дозиметры ионизирующих излучений. Пусть они будут в каждой аптеке. Мы думаем, интерес к этому прибору, в общем-то ненужному в повседневной жизни, скоро пропадет, но вот наличие его в физическом кабинете каждой школы, в том числе и сельской, необходимо. И чтобы ученики умели им пользоваться, также необходимо. В итоге у населения и общественности должна быть уверенность, что никто с ними в прятки не играет.

Одним из часто используемых аргументов против атомной энергетики является рассуждение, что энергетических мощностей имеется достаточно и что переход на энергосберегающие технологии обеспечит необходимый уровень потребления при существующем производстве. Никаких электростанций, тем более атомных, строить не следует. Такая техническая политика предотвратит дальнейшее техногенное давление на природу. Может быть, даже стоит отказаться от комфорта и роста жизненных благ во имя сохранения природной среды. Мы ду-

маем, что возможность осуществления такой технической политики, во-первых, иллюзия, а во-вторых, интересы сохранения и бережного отношения к природной среде - ее не требуют. Конечно, переход на энергосберегающие технологии необходим. Эта мера диктуется не только экологическими, но и просто экономическими причинами. Но она может сэкономить 20%, максимум 25, расходов электроэнергии и соответственно на столько же поднять полезное потребление. Затем этот резерв будет исчерпан. Если быть более точным, то следует ожидать после довольно быстрого перехода к уже известным энергосберегающим технологиям очень медленного улучшения этих технологий, которое существенного влияния на электропотребление не окажет. Следует вспомнить, что электроэнергия является особым товаром. Он нужен всем. При любых производствах. Его не заменить подобно тому, как в некоторых случаях металл заменяют на керамику или пластики. Электроэнергию можно только экономить, переходя на более прогрессивные технологии. Но экономия не поспевает за расширением потребления, хотя, и что очень отрадно, несколько притормаживает его рост. Этот всеобщий характер электроэнергии как товара приводит к тому, что какая бы отрасль не получила ускорение, она потребует увеличения электропотребления. Это может быть расширение сферы применения бытовой техники или сокращение ручного труда в сельском хозяйстве и других отстающих отраслях. По производству электроэнергии на душу населения наша страна отстает от США в два раза. По экономической структуре, включающей все отрасли, от добывающих до машиностроения и электроники, мы все-таки ближе к США, чем, скажем, к Японии, у которой существенно меньшую долю занимают энергоемкие производства. Поэтому для нас неизбежна перспектива увеличения производства энергии на душу населения до американского уровня, тем более, что в США очень высоко потребление энергии в быту. По этому показателю, носящему социальный характер, безусловно, следует достичь американского уровня. Рост населения также потребует наращивания энергетических мощностей. Для нашей страны характерен также прирост мощностей, связанный с освоением новых территорий.

Если же учесть ситуацию в развивающихся странах, то приходится признать, что мировую энергетику ожидает увеличение мощностей в несколько раз: уж очень велик разрыв в энергопотреблении развивающихся и развитых стран. Экологическое воздействие энергетики не всегда признает государственные границы. Кислотные дожди генерируются в одних странах, а выпадают в других. Развитие энергетики — категория глобальная, а развивающимся странам не запретишь наращивать энергетику для поднятия своего жизненного уровня.

Весь современный промышленный комплекс кроме машиностроения, электроники, легкой промышленности оказывает сильное экологическое давление. Это — энергетика, химия, добывающая промышленность, металлургия, транспорт. Но они тоже необходимы. Поэтому дальнейшее развитие экологически напряженных технологий должно пойти по пути уменьшения их воздействия на природу. Но экологизация технологий не дается бесплатно. И расплачиваться приходится дополнительными расходами энергии. Вот типичный пример. Одно из наиболее экологически неблагоприятных и масштабных производств — черная металлургия. Из трех металлургических переделов — доменное, мартеновское или конвертерное и прокатное — только последнее сравнительно благополучно экологически. Если перейти в черной металлургии на электродоменное производство, то весь металлургический цикл будет экологически благополучным, но это потребует увеличения производства электроэнергии примерно на 10-15%.

Назрела необходимость в большинстве водопотребляющих производств перейти на оборотное водоснабжение. По-видимому, проточное водоснабжение следует оставить только за бытовым водопотреблением. Даже часть коммунального водопотребления, например прачечные, целесообразно перевести на оборотное водоснабжение. Это дорогое мероприятие, но, по-видимому, единственное, которое сможет сохранить в чистоте водные ресурсы, наиболее беззащитные перед воздействием технических отходов. Его осуществление также потребует дополнительных затрат энергии, на перекачку воды и ее более полную очистку, а в некоторых производствах и дистилляцию.

Еще одна ситуация. Как известно, загазованность воздуха в городах связана с автомобильным транспортом. Она для некоторых городов, особенно в дни, сопровождающиеся туманами, принимает катастрофический характер. В эти дни, как известно, увеличивается смертность. Кардинальным решением был бы отказ от использования в городах транспортных средств, работающих на органическом топливе, даже на газе. Таким транспортным средством могут стать, хотя и не в близком будущем, электромобили. Если они смогут, благодаря прогрессу в аккумуляторной технологии, занять основное место во внутригородском транспорте, то это увеличит потребность в электроэнергии примерно в 1,8 - 2 раза.

Другой проблемой городской экологии является отопление. Если город отапливается сотней мелких котельных, то городская атмосфера загрязнена так, что это сказывается на здоровье горожан: астма, респираторные заболевания, аллергия не оставляют город. Несколько лучше, но не намного, если отопление обеспечивается несколькими крупными ТЭЦ. Более радикальным мероприятием был бы перевод отопления на газ.

Итак, удержать производство электроэнергии на современном уровне ни в СССР, ни тем более во всем мире невозможно. Рост производства электроэнергии, во-первых, необходим для повышения жизненного уровня и в СССР, и в развивающихся странах до уровня высокоразвитых стран Европы и Америки. И во-вторых, необходимость перехода к экологически чистым производствам также требует расширения энергопроизводства. Какую же технологию производства электроэнергии выбрать как базовую. Выбор не очень широк. Традиционные: гидроэнергетика, теплоэнергетика, не ставшая еще традиционной и не утратившая характера экзотической атомная энергетика и нетрадиционные: ветровая, солнечная и приливная энергетика. Мысленно при выборе будем исходить из двух положений: насколько данная технология может обеспечить потребность в электроэнергии и насколько она безвредна или, наоборот, очень вредна для окружающей среды. В отношении к окружающей среде следует иметь в виду, что воздействие на среду по мере роста энергетики все больше смещается от влияния узколокального к глобальному.

Начнем с нетрадиционных технологий. Вообще говоря, они вполне традиционны, достаточно вспомнить ветряные мельницы. И ветровая, и солнечная технологии имеют тот недостаток, что они нерегулярны и требуют больших площадей для сбора энергии и соответственно большего расхода материалов, например, алюминия для солнечных зеркал. Эти технологии могут быть полезны как дополнительный источник энергии, но никак не базовый. Гидроэнергетика является экологически чистой, но пагубно влияет на состояние рек, перекрывая пути нерестовой миграции рыб, заливая пойменные луга, изымая из оборота окультуренные земли. В европейской части СССР весь энергетический потенциал рек уже задействован и резервов больше нет. Такие резервы еще есть в азиатской части, но как раз там они меньше нужны, и именно там основные культурные земли расположены в зонах затопления предполагаемых ГЭС. Есть, правда, еще неиспользованный потенциал малых рек, и его использование не связано с большими потерями, но он невелик и не может быть серьезной базой энергетики.

В настоящее время базовой энергетикой служат тепловые электростанции на органическом топливе. Можно ли их оставить в этой роли? Хороши они или плохи, но, видимо, в этой роли они останутся надолго. А это опасно по двум причинам экологического характера. Первая - это выбросы всевозможных примесей и продуктов их сгорания в атмосферу, присутствующих в любом органическом топливе кроме газа. Отсюда и кислотные дожди от сгорания серы, и радиоактивный калий, и пылевые частицы (дым). Вообще говоря, этот недостаток негАЗового органического топлива в принципе устраним. Но для этого нужно будет провести сложный комплекс технических мероприятий, требующий создания что-то вроде подотрасли, производящей фильтры, дымоуловители, поглотители и т.п., и при этом пойти на снижение электрической мощности станций. На это, видимо, придется пойти, так как полностью перейти на газ как на единственное топливо не удастся.

Вторая причина принципиально неустранима. Это образование углекислого газа. Это химическое соединение, пожалуй, занимает недостигае-

мое первое место среди продуктов, полезных и вредных, производимых человечеством в процессе производственной деятельности. Углекислый газ выбрасывается в атмосферу в количестве 30 миллиардов тонн ежегодно. Выброс такой огромной массы приводит к так называемому парниковому эффекту, о котором уже много говорят и пишут. Связанное с ним потепление угрожает подъемом уровня мирового океана и затоплением многих прибрежных территорий. У большинства проблем, в том числе экологических, имеется коварное свойство: они зарождаются незаметно. На них обращают внимание одиночки, которых вначале всерьез не воспринимают. Затем после довольно длительного процесса научного изучения проблемы она получает признание в научных кругах. Но, для того чтобы положить начало серьезным исследованиям, этого мало. Необходимо, чтобы тревогой прониклась широкая общественность. А для этого нужно время. И к моменту, когда общественность осознает необходимость действовать, проблема может разрастись до таких масштабов, что с ней будет трудно справиться. Нам представляется, что проблема накопления в атмосфере углекислого газа развивается как раз по такому сценарию.

Приведенные выше соображения, к которым можно добавить значительно меньший объем транспортных операций в атомной энергетике по сравнению с органической, операций, подверженных, если это морские перевозки, тяжелым экологическим авариям с разливом нефти, указывают, по нашему мнению, на то, что развитие энергетики следует вести в основном на базе ядерной энергетики.

Мы еще не коснулись двух аспектов, которые рассматриваются общественностью как серьезные трудности и даже опасности в случае ориентации на ядерную энергетику. Один из них - вопросы захоронения отходов атомной энергетики. Это действительно серьезный вопрос, значение которого будет возрастать по мере накопления отходов. До чернойбыльской аварии он многим казался более серьезным, чем вопрос безопасности реактора. Нам все же проблема захоронения отходов представляется технически менее сложной, чем создание безопасного реактора. Она допускает несколько вариантов решения, которые в настоящее

время рассматриваются. Одним из таких вариантов является захоронение отходов в глубинные геологические формации (глубина порядка 1 километра), полностью изолированные от подпочвенных вод, например, в массивах каменной соли. И хотя в настоящее время количество отходов находится еще на восходящей стадии своего накопления, уже сейчас необходимо приступать к практическим мерам по захоронению отходов всех типов активности: высокой, средней и низкой.

В этой связи следует признать, что у нас нет полностью замкнутой, завершенной по состоянию знаний на сегодняшний день концепции ядерной энергетики, включающей завершающие стадии: по топливному циклу - захоронение, по энергетическому циклу - демонтаж станционного оборудования и использование сохраняемых сооружений либо для реконструкции станции на новом оборудовании, либо для других целей. Нам представляется, что такую концепцию необходимо иметь в документированном и доступном для общественности виде. Это должна быть не застывшая на длительное время доктрина, а постоянно меняющаяся концепция, учитывающая перемены в нашем быстроменяющемся мире, такие как изменение экологической ситуации, совершенствование ядерной технологии, растущие или стабилизирующиеся потребности в энергии в развитых и развивающихся странах, состояние дел в альтернативных энергетических технологиях и, наконец, настрой общественного мнения в Советском Союзе и других странах. По-видимому, раз в два — три года обновленную концепцию следует заново формулировать.

Другой аспект, который относится в первую очередь к нашей стране, - это беспокойство, связанное с низкой технологической дисциплиной. Собственно, непосредственной причиной чернобыльской аварии и было ее несоблюдение. Другое дело, что конструкция и схема управления реактором должны противостоять таким нарушениям технологической дисциплины. Но сам факт, что толчком к аварии послужила именно недисциплинированность персонала, заставляет считать связанные с этим опасения достаточно серьезными. Принятые по этому поводу решения: технические, контрольные и кадровые - представляются обеспечи-

вающими безопасность, но общественность, разувверившись в нашей технологической культуре вообще, с сомнениями относится к любым мероприятиям, направленным на повышение безопасности. Концентрированным выражением такого скепсиса является иронический заголовок статьи Алеся Адамовича в «Новом Мире»: «Честное слово, больше не взорвется или мнение неспециалиста». Что ж, и в этом придется терпеливо убеждать общественное мнение.

Отказ от ядерной энергетики порождает также массу проблем и на национальном уровне. Например, Швеция. Страна высокой технологической культуры. По решению национального референдума предполагается постепенно останавливать и демонтировать АЭС, дающие сейчас чуть более половины производства электроэнергии. Остановка первой АЭС предполагается через три года. Швеция не располагает топливными ресурсами. Чем компенсировать останавливаемые мощности? Развитие энергетики на органическом топливе крайне нежелательно из-за неизбежного загрязнения воздушного бассейна и возможных аварий с нефтеналивными судами. Единственный источник - импорт энергии из Норвегии, получаемой на гидроэлектростанциях. Но это увеличивает стоимость электроэнергии вдвое, а также ведет к повышению цен на продукцию почти всех отраслей промышленности, да и сельского хозяйства, широко использующих для производства и отопления электричество. Обсуждение этих вопросов привело к решению повторить референдум перед тем, как начать демонтаж первой АЭС.

Цель настоящей статьи отнюдь не в том, чтобы переубедить противников ядерной энергетики. Одной статьей этого сделать невозможно. Для этого нужно другое. Широкий, обстоятельный, разносторонний и уважительный диалог со всеми противниками ядерной энергии и открытые для общественности дискуссии между специалистами по ядерной энергетике, радиационной медицине, экономистами.

Выполнение такой программы, по нашему мнению, невозможно без издания научно-публицистического журнала. Этот журнал представляется нам в виде ежемесячного издания, в котором по-

мешались бы статьи о месте ядерной энергетики в общем топливно-энергетическом балансе страны, о ее экономических аспектах. При этом наиболее полезна была бы дискуссионная форма, подразумевающая широкое предоставление страниц журнала противникам ядерной энергетики. В журнале можно было бы вести дискуссии между специалистами о тех или иных проектах безопасности реактора на общедоступном уровне, обсуждать конкретные проекты размещения АЭС в том или ином регионе с учетом экологических и социальных последствий, предоставляя слово авторитетным представителям данного региона, публиковать бюллетени о радиационной обстановке в районе размещения наших и зарубежных АЭС, анализировать причины и последствия имевших место аварийных ситуаций, помещать результаты экспертиз и заключений атомно-энергетических проектов, проведенных отечественными экспертами и экспертами МАГАТЭ, а также общественными экспертами, если такая экспертиза будет иметь место. Все должно быть сделано для того, чтобы у общественности возникла уверенность: никто ее не обманывает. Мы думаем, что в этом

журнале можно было бы предоставлять возможность выступать нашим ученым с публицистическими статьями не только на темы, непосредственно связанные с атомной энергетикой и другими профессиональными интересами, но и на более общие экономические и общественно-политические темы. Желательно также приглашать для дискуссии на страницах журнала зарубежных ученых. Полезно участие в нем ученых других специальностей: химиков, биологов, экономистов, а также гуманитариев (социологов, историков).

Мы считаем, что атомная энергетика является прогрессивной энергопроизводящей технологией, экологически чистой, имеющей существенные преимущества перед энергетикой на органическом топливе, безопасность которой можно в ближайшее время довести до уровня не ниже других энергетических и промышленных производств. Но, чтобы она могла развиваться, необходимо добиться полного взаимопонимания с общественностью, чтобы никто не чувствовал себя «заложником», чтобы общественность, сопоставив различные варианты решения энергетических и экологических проблем, сама предпочла атомную энергетику.

Ядерное оружие СССР: пришло из Америки или создано самостоятельно?

Юлий Харитон
(С комментарием Юрия Смирнова)

Бывшие сотрудники советской разведки, чью опасную работу мы высоко ценим и уважаем, в своих выступлениях утверждают, что по первым образцам атомной и водородной бомб наши резиденты получили документацию, по которой якобы прямо можно было делать бомбы. Что касается схемы атомной бомбы, разведчики формально правы. Но относительно водородной бомбы - совершенно не правы.

Сначала немного подробнее об атомной бомбе.

Задолго до получения какой-либо информации от наших разведчиков сотрудниками Института химической физики (ИХФ) Я. Зельдовичем и автором этой статьи в 1939 и 1940 годах был проведен ряд расчетов по разветвленной цепной реакции деления урана в реакторе как регулируемой управляемой системе. В качестве замедлителей нейтронов уже тогда авторами предлагалось использовать тяжелую воду и углерод. В те же предвоенные годы Г. Флеровым и Л. Русиновым экспериментально были получены важные результаты по определению ключевого параметра цепной реакции - числа вторичных нейтронов, возникающих при делении ядер урана нейтронами. В ряду фундаментальных достижений того периода было и открытие Г. Флеровым и К. Петржаком самопроизвольного, без облучения нейтронами, деления урана.

Перечисленные результаты, как и другие важные работы советских физиков, были сразу опубликованы в научных журналах и явились основой решения атомной проблемы в СССР.

Кроме того, Я. Зельдовичем и мной были выяснены условия возникновения ядерного взрыва, получены оценки его огромной разрушительной мощи. Сообщение на эту тему было сделано нами

летом 1939 года на семинаре в Ленинградском физико-техническом институте. Позднее, в 1941 году, нами с участием И. Гуревича была уточнена критическая масса урана-235 и получено ее весьма правдоподобное, но из-за приближенного знания ядерных констант, конечно, неточное значение. Однако эта часть наших работ не была тогда опубликована из-за введенных к тому времени требований секретности.

Директор ИХФ академик Н. Семенов в 1940 году направил в свой наркомат письмо о необходимости развития комплекса работ по созданию ядерного оружия. Отклика не последовало. Сотрудник руководимой И. Курчатовым лаборатории ядерной физики Ленинградского физико-технического института Г. Флеров, находясь в армии, обратился со сходным письмом к Сталину в 1942 году. Правда, обстановка на фронте была уж очень тяжелой, и трудно было ожидать положительной реакции на предложения, казавшиеся тогда многим фантастическими.

В США в 1939 году физик Л. Сцилард понял, что только воздействие самого высокого научного авторитета непосредственно на верховную власть может помочь началу работ по ядерному оружию. Сцилард уговорил Эйнштейна, работавшего тогда в США, написать письмо президенту Рузвельту. Письмо подействовало. Вскоре был создан ряд научных и производственных центров по этой проблеме.

В СССР начавшаяся война, эвакуация из Ленинграда Института химической физики, Физико-технического института и Радиевого института в Казань, а также необходимость подключиться к работам, связанным с оборонной промышленностью, прервали исследования по созданию ядерного оружия.

Началу практических работ по ядерному оружию способствовали достаточно неожиданные обстоятельства. Молодой немецкий физик-теоретик Клаус Фукс был коммунистом. В начале 30-х годов он выехал из Германии, так как при развивающемся фашизме ему грозила опасность. В 1934 году переехал в Англию и через несколько лет принял английское подданство. В 1941 году Фукса пригласил в свою группу другой немецкий эмигрант физик Р. Пайерлс. Его группа работала над вопросами, связанными с созданием ядерного оружия.

Вскоре Фукс узнал, что работа ведется в секрете от СССР, союзника по войне. Он считал это недопустимым и сообщил известную ему информацию представителям Наркомата обороны в советском посольстве в Лондоне. В дальнейшем резидентами советской разведки была установлена связь с Фуксом и систематическая передача информации в Москву.

Научно-технический центр по созданию ядерного оружия в СССР был организован правительством в 1943 году. Руководителем центра по рекомендации академика А. Иоффе был назначен И. Курчатов. Это была действительно наилучшая кандидатура – прекрасный физик с исключительным организаторским талантом. Игорь Васильевич был необыкновенно обаятельным человеком, что очень полезно, когда приходится иметь дело с огромным количеством совершенно различных людей.

На окраине Москвы Курчатов по решению правительства начал создавать институт под названием “Лаборатория № 2” Академии наук, хотя к академии это учреждение, естественно, не имело отношения. Курчатов был знаком с нашими с Зельдовичем работами и предложил мне взять на себя руководство разработкой ядерного заряда или, как часто говорят, атомной бомбы. Я согласился.

В 1946 году для этой работы правительством было принято решение об организации специального института, который в настоящее время называется ВНИИЭФ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (Российский федеральный ядерный центр).

В 1946 году в Лаборатории № 2 у Курчатова заработал первый в Советском Союзе ядерный ре-

актор (конечно, не промышленный, а исследовательский). Затем были построены заводы для производства и выделения плутония. Много совершенно новых идей было вложено нашими учеными в создание точнейших электронных и оптических приборов для гидродинамических измерений, измерительной аппаратуры для ядерно-физических исследований и регистрации различных видов излучений, возникающих в процессе ядерного взрыва. По существу, в те годы в кратчайшие сроки была создана новая отрасль науки и техники – атомная. Изготовление первой атомной бомбы потребовало огромных усилий многих ученых, инженеров, техников и рабочих.

С 1943 по 1946 год Фукс вместе с группой Р. Пайерлса работал в США, затем вернулся в Англию. Информация, переданная Фуксом и другими агентами, охватывала широкий круг разделов науки и техники, необходимых для создания ядерного оружия. Например, ядерный реактор, в котором под действием мощного потока нейтронов образовывался плутоний, различные расчеты и, наконец, подробная схема первого ядерного заряда США. Конечно, мы не могли безоговорочно доверять этой информации. Она могла содержать элементы дезинформации, ведь мы понятия не имели, как добывались эти сведения, и поэтому они нуждались в тщательной проверке и дополнительных расчетах.

Но о возможности получения плутония нам уже было известно из статей Э. Мак-Миллана, Ф. Абельсона и Л. Тернера, опубликованных ими еще в открытой печати в июньском и июльском номерах журнала “Физикал Ревью” за 1940 год.

Нами были выполнены крупномасштабные экспериментальные работы по измерениям параметров в конструкции под давлением продуктов взрыва вещества массой от одной до двух тонн, а также различные ядерно-физические исследования.

Когда мы получили информацию о том, что бомба, о которой нам было ранее сообщено, успешно испытана в США, стало ясно, что и нам лучше испытывать именно эту схему. Необходим был самый быстрый и самый надежный способ показать, что у нас тоже есть ядерное оружие. Более эффективные конструкции, которые нам виделись, могли подождать. Они и были отработаны в последующие годы.

Как известно, первое испытание атомной бомбы в СССР прошло благополучно 29 августа 1949 года.

За обширную информацию, которую передавал для советских физиков Клаус Фукс, весь советский народ должен быть ему глубоко благодарен. В СССР эта помощь, как и все связанное с деятельностью НКВД, держалась в секрете. После освобождения Фукса в 1959 году я обращался к Д. Устинову с просьбой ходатайствовать о награждении Фукса за помощь, которую он оказал СССР. Дмитрий Федорович занимал высокие посты в государственном и партийном аппарате и внимательно следил за работами по созданию ядерного оружия. Он согласился с тем, что это следует сделать, и сказал, что попытается. Но положительного результата не получилось.

С первой водородной бомбой дело обстояло следующим образом.

В США идея о возможности создания водородной бомбы (или супербомбы, в тысячи раз более мощной, чем атомная) была выдвинута венгерским эмигрантом, очень квалифицированным физиком-теоретиком Эдвардом Теллером в 1942 году. Он с группой помощников энергично занимался конкретно этим проектом и к 1946 году считал, что в основном возможность создания водородной бомбы доказана. Информация об этой разработке была сообщена Фуком нашим разведчикам.

Пока обсуждали целесообразность разработки водородных зарядов, математик Улам (тоже эмигрант) со своим помощником Эвереттом в 1950 году обстоятельно проверил расчеты Теллера и обнаружил, что предложенная концепция ошибочна. Американским специалистам стало ясно: схема водородной бомбы Теллера неработоспособна, а выбранный путь тупиковый. Соответственно все полученные нашими разведчиками данные о работе в США по водородной бомбе оказались бесполезными и для нас.

В начале 1950 года Фукс, вернувшийся в 1946 году из США в Англию и продолжавший контакты с советскими разведчиками, был арестован. Американская и английская контрразведки сумели выявить его связи с советской разведкой. Фукс был вынужден признать факт передачи им для СССР материалов, связанных с разработкой ядерного оружия.

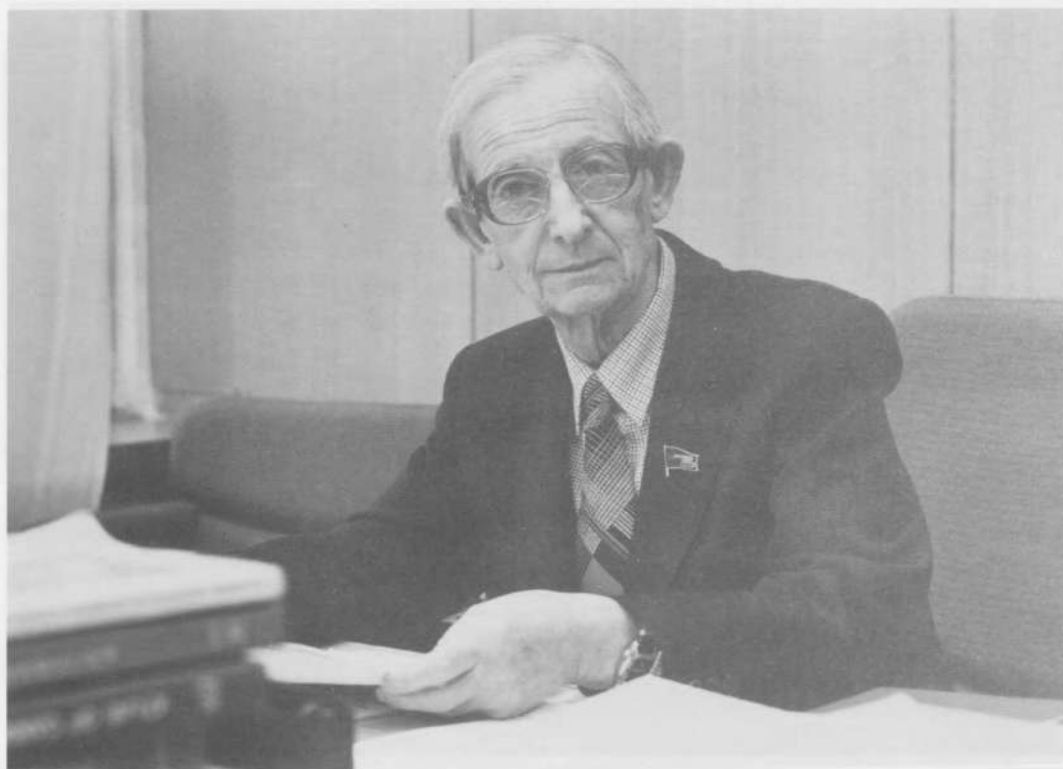
Суд состоялся в Лондоне 1 марта 1950 года. Фукс был приговорен к тюремному заключению на 14 лет. Через 9 лет он был освобожден и немедленно переехал в ГДР.

Таким образом, Фукс был изолирован от внешнего мира в начале 1950 года, когда ошибки в расчетах по американской водородной бомбе еще не были выявлены. К тому же информация из США в Великобританию не передавалась. Поэтому никому было сообщить советским разведчикам, что полученная ими информация о водородной бомбе была для нас совершенно бесполезна. Но представители разведки продолжают, к сожалению, упорно повторять, что советские ученые при создании своей первой водородной бомбы ничего сами не придумали.

В последние годы в американской печати появились высказывания о том, что, быть может, советские физики получили полезную информацию о конструкции американских водородных бомб, анализируя продукты взрыва, унесенные ветром. Действительно, аппаратура для сбора продуктов взрыва, размещенная на самолетах, использовалась в США и в СССР, но организация работ у нас была в то время еще на недостаточно высоком уровне, и полезных результатов не было получено.

Из вышесказанного ясно: разработка водородной бомбы была проведена советскими физиками совершенно независимо. Физики-теоретики при этом постоянно сотрудничали с математическим сектором нашего института и специально созданным отделением Математического института АН СССР.

Первый в мире реальный водородный заряд с использованием термоядерных реакций, готовый к применению в виде бомбы, который по мощности примерно в 20 раз превышал бомбу, сброшенную американцами на Хиросиму, был испытан в Советском Союзе в 1953 году. Автором этого заряда был А. Сахаров. В этом заряде уже использовалось перспективное термоядерное горючее, которое американцы впервые применили в испытаниях 1954 года. Этот вид термоядерного горючего был предложен еще в 1948 г. В. Гинзбургом, сотрудником группы академика И. Тамма, в которую входил и А. Сахаров. Эта группа работала тогда в Физическом институте АН СССР.



Ю. Б. Харитон в рабочем кабинете



В этом здании с 1979 по 1996 г. работал Ю. Б. Харитон



Ю. Б. Харитон среди сотрудников отделения № 4, 1991 г.



Академики Ю. Б. Харитон и Ю. А. Трутнев. Рабочий момент



Ю. Б. Харитон и Ю. А. Романов



*Юлий Борисович со своим
помощником А. И. Водопишиным*

Открытие музея ядерного
оружия в Арзамасе-16.
Слева направо:
Ю. А. Трутнев,
Ю. Б. Харитон, В. А. Белугин, В.
Н. Михайлов

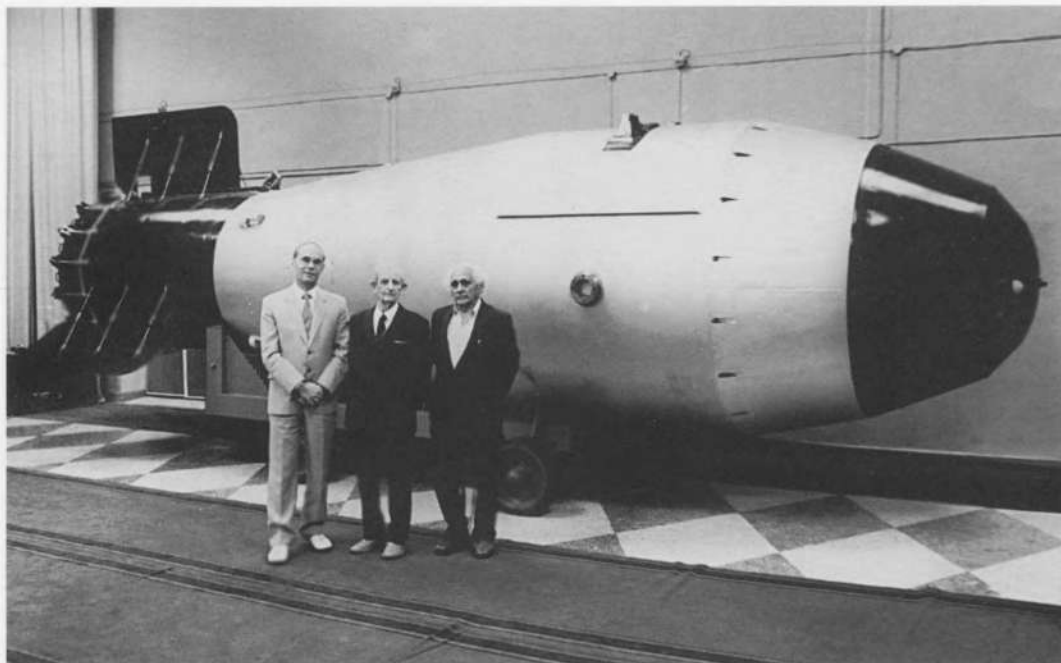


Ветеранам ВНИИЭФ — участникам открытия первого в России
музея ядерного оружия на память и с благодарностью
за участие в создании отечественного ядерного щита.

Министр АЭ России

В. Н. Михайлов

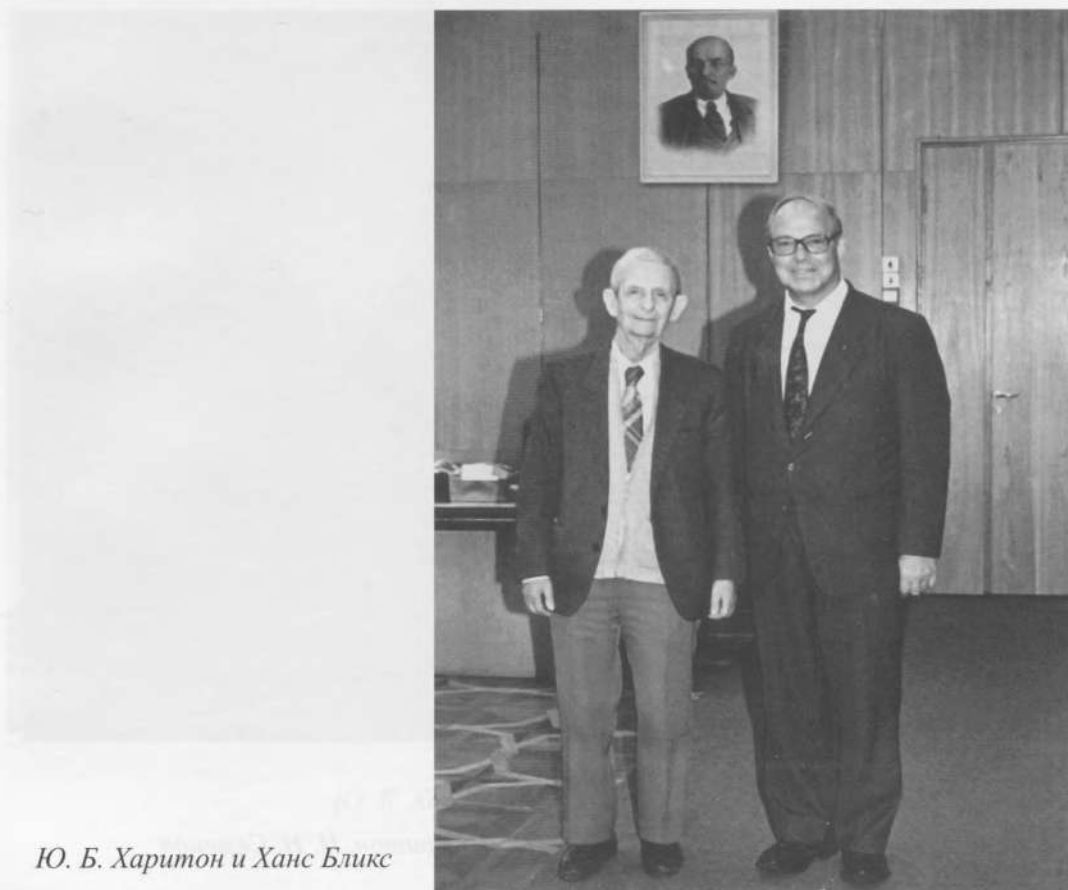
14.11.02



В музее ядерного оружия. Рядом с макетами 50-мегатонной и атомной бомб.
Слева направо: Ю. Н. Смирнов, Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский



*Ю. Б. Харитон и Ю. А. Трутнев беседуют
с председателем МАГАТЭ Хансом Бликсом, 1995 г.*



Ю. Б. Харитон и Ханс Бликс

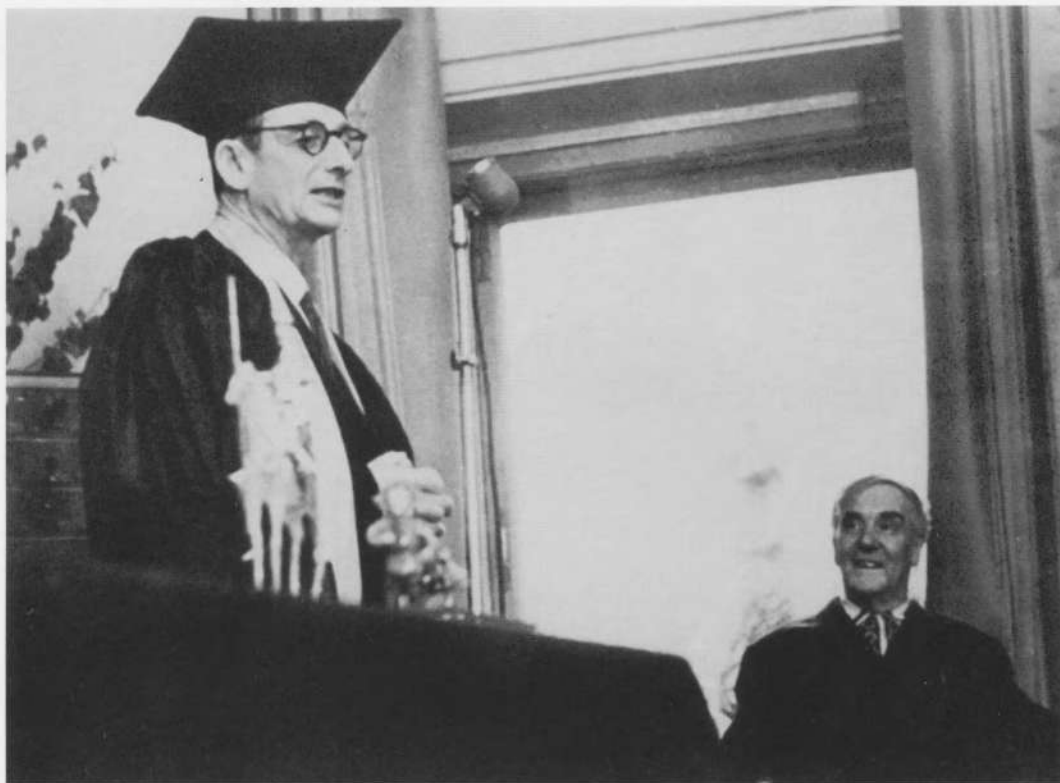


Ю. Б. Харитон и Н. Н. Семенов



Три академика.

Слева направо: Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, Н. Н. Семенов



*Выступление Юлия Борисовича по случаю 80-летия П. Л. Капицы.
ФИАН, 1974 г.*



Ю. Б. Харитон и И. В. Курчатов



50-летие РНЦ «Курчатовский институт».
Слева направо: Ю. Н. Смирнов, Ю. Б. Харитон и его внучка Муся



В Доме ученых ВНИИЭФ. Декабрь 1991 г.



Участники Российско-американской встречи у Дома ученых ВНИИЭФ



На пикнике



Ю. Б. Харитон среди своих и американских коллег. Май 1991 г.



Первый приезд в г.Саров патриарха Алексия II (справа от него Ю. Б. Харитон)



На празднике Победы. 9 мая 1988 г.



*Ю. Б. Харитон (в верхнем ряду третий слева)
среди приглашенных в Кремль на торжества,
посвященные 50-летию Великого Октября*



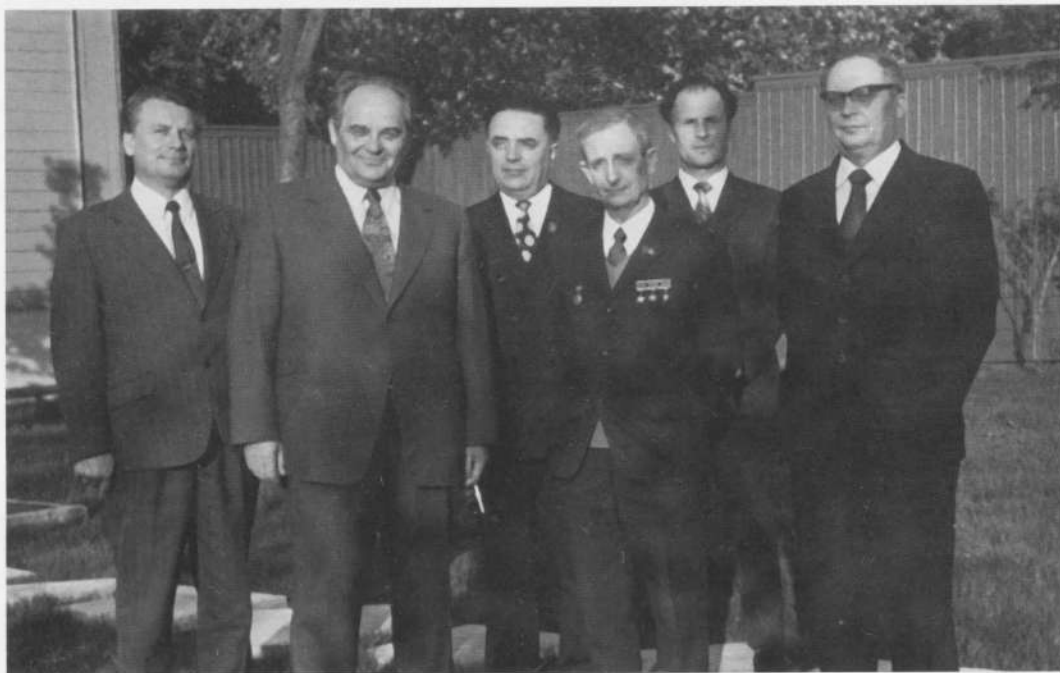
Делегаты партконференций



*Делегаты комсомольской конференции института.
17 ноября 1979 г.*



*Юлий Борисович среди депутатов
Верховного Совета СССР от Горьковской области,
декабрь 1969 г.*



*В гостях у первого секретаря Тамбовского обкома партии Черного В. И.
Слева направо: Л. А. Золотухин, В. И. Черный, П. А. Гусев, Ю. Б. Харитон,
А. И. Водопишин и В. М. Макаров, 1974 г.*



*Встреча с избирателями.
Тамбовская область, 1979 г.*



*Посещение завода резинотехнических изделий,
г. Тамбов, 1974 г.*



В Тамбовском институте химического машиностроения



*Ю. Б. Харитон в Тамбовской области.
Посещение животноводческой фермы и свекловичного поля*



*Ю. Б. Харитон и группа кинофирмы «Надежда»
во время съемок документального фильма «Научный руководитель», 1992 г.*



Юлий Борисович со своими шоферами Курковым и Алешиным



*Руководители города В. А. Ивановский и В. В. Захаров поздравляют
Юлия Борисовича с 80-летием*



Подарок от сотрудников отделения № 13



Поздравления сотрудников отделений № 1 и 2



Конструкторы КБ-1 во главе с Д. А. Фишманом вручают Ю. Б. Харитону юбилейный подарок



Банкет в Доме ученых в честь 80-летия Ю. Б. Харитона



Среди друзей и коллег



Руководство института поздравляет Ю. Б. Харитона с днем рождения



Харитону 85 лет

Справка: Дом ученых имени Ю. Б. Харитона



90-летний юбилей.

*Ю. Б. Харитон среди друзей и родственников в Доме ученых.
Слева направо: А. А. Бриш, Ю. Б. Харитон, за ним его внучка Муся,
З. М. Азарх, Семенов А. Ю. с женой*

В 1955 году в СССР был испытан водородный заряд с использованием принципиально новых физических идей, которые применялись и в дальнейшем, при разработке других термоядерных зарядов. Мощность испытанного в 1955 году заряда составила более 1 000 000 тонн тротила и совпадала с расчетным значением. Как отмечает А. Сахаров в своей книге "Воспоминания", работа над новой перспективной схемой водородного заряда была коллективной. Тем не менее можно назвать ученых, чей вклад в создание этой новой конструкции водородного заряда был определяющим. Это А. Сахаров, Я. Зельдович и Ю. Трутнев.

Ошибочность результатов первых лет работы по водородной бомбе в США отмечается и в книге "Советники" бывшего директора созданной в

1952 г. Ливерморской лаборатории Г. Йорка. С октября 1950 года до января 1951 года Теллер был в отчаянии. Но затем ему совместно с Уламом постепенно удалось найти неожиданное решение. Могу засвидетельствовать: нашим теоретикам тоже пришлось изрядно помучиться, пока правильный путь был найден. Добавлю, что мы обошлись без чрезвычайно сложного опыта, выполненного американцами на атолле Тихого океана в 1952 г.

В последующие годы появились атомные заряды, разработанные советскими учеными с использованием новых идей и обеспечивающие повышение удельной мощности зарядов в десятки раз. Именно эти заряды и составляют основу нашего ядерного оружия.

Статью академика Ю. Харитона дополняет интервью с ним и комментарий, выполненные Ю. Смирновым, который несколько лет работал в Арзамасе-16

Вклад разведки в советский атомный проект бесспорен. Он заключается в том, что информация из-за рубежа способствовала принятию руководством страны трудного решения о начале работ по ядерному оружию в ходе кровопролитнейшей войны. Разведка позволила нашим физикам максимально сократить время, помогла избежать "осечки" при проведении первого атомного взрыва, имевшего огромное политическое значение. Разведка сделала И. Курчатова самым информированным физиком-ядерщиком, который, зная достижения своих коллег, одновременно на важном начальном этапе ядерной гонки был посвящен в результаты западных специалистов.

Однако полученная разведкой информация, сколь бы она ни была полезной потенциально, сама по себе мертва. Мертва, пока не будут найдены доказательства, подтверждающие, что "улов" не есть ошибка или еще хуже - дезинформация. И потому нельзя согласиться с заявлениями наших "атомных" разведчиков о добытых ими "настолько подробных данных", что они "позволили Курчатову строить сразу производственные цехи, минуя стадии опытного производства".

«Когда мы убедились, - говорит Юлий Борисович Харитон, что в наших руках полностью кондиционный материал, уже испытанная американцами схема бомбы, конечно, в тот драматический период надежнее и менее рискованно было использовать именно ее для первого нашего взрыва. Учитывая государственные интересы, любое другое решение было тогда недопустимым».

Как вспоминает Л. Альтшулер, непосредственный участник советского атомного проекта, на вопрос о том, почему в ходе первого испытания идут на самый примитивный и дорогой вариант, Ю. Харитон объяснил: важно, как можно скорее продемонстрировать, что бомба у нас имеется.

Обратим внимание: в ответе не прозвучало, что испытываемое устройство - воспроизведение американского образца. Об этом знали только единицы из числа высших руководителей проекта. Остальные участники оставались в неведении вплоть до наших дней. Ю. Харитон поясняет:

«Представляете, что было бы, если бы я рассказал о разведматериалах?! Запрет на разглашение самого факта получения подобной информации был суров. И уж кому-кому, а нашим "атом-

ным” разведчикам должно быть особенно ясно, почему советские физики не обсуждали эту тему ».

- Но ученые не очень-то любят, когда начальство им что-то навязывает, отклоняя собственные идеи...

«Конечно, это так. Но какого-то особенного противодействия нашим с Зельдовичем предложениям не было. Люди видели: наши предложения в действительности того типа, что нужно. И делали. Потом, несколько позднее, эти же люди сделали гораздо лучше, более совершенные образцы. Очень скоро ими были созданы атомные заряды в несколько десятков раз меньшего веса и в несколько раз меньшим расходом активного вещества.

Следующая атомная бомба, испытанная в СССР в 1951 г., была мощнее первой более чем в два раза. При этом ее диаметр был существенно меньше копии американской бомбы, и она была почти в два раза легче своей предшественницы. Важно отметить, что проработки этого, более совершенного варианта бомбы имели весьма ясные очертания уже к 1949 году ».

Однако промежуточные этапы, успешно преодолеваемые в коллективах И. Курчатова и Ю. Харитона, не производили должного впечатления на руководство страны. В том числе и на курировавшего советский атомный проект Берия. Даже пуск первого атомного реактора 25 декабря 1946 г. не шел в сравнение с демонстрацией новой военной техники - самолета, пушки или грозно грохочущего танка. Увидев метнувшийся “зайчик” гальванометра при начале цепной реакции да услышав нарастающую частоту щелчков репродуктора, Берия, обращаясь к Курчатову, воскликнул: “И это все? И больше ничего?!”

Подобные “показы” были крайне невыразительны. Не случайно Берия стал задумываться: а не занимается ли Курчатов надувательством? Игорю Васильевичу было известно о подготовленных ему на смену “дублерах”, и все понимали: если бомба не взорвется, курчатовскому коллективу несдобровать. Сгущающиеся тучи мог развеять только успешный взрыв атомной бомбы в СССР. И чем скорее - тем лучше!

И. Курчатов как-то рассказал, что на встрече у Сталина до взрыва первой бомбы вождем произнес: “Атомная бомба должна быть сделана во что бы то ни стало”. А когда взрыв состоялся и вручались награды, Сталин заметил: “Если бы мы опоздали на один-полтора года с атомной бомбой, то, наверное, попробовали бы ее на себе”.

- Юлий Борисович, сейчас много разговоров на тему о том, кто является, так сказать, “отцом” советской атомной бомбы. Называют Курчатова, Вас. Намекают на Фукса. Как бы Вы ответили на этот вопрос?

«Первыми в СССР атомной бомбой начали заниматься мы с Зельдовичем, еще с начала 1939 года. Но одно дело теоретически разрабатывать конструкцию и совсем другое - реализовать на практике, осуществив поистине огромный объем работ. Так что если выражаться в терминах вопроса, то было три “отца” - Курчатов и мы с Зельдовичем. Заслуга Фукса и других наших помощников за рубежом несомненна. Однако мы реализовали американскую схему при первом испытании не столько из технических, сколько из политических соображений ».

В истории с Фуксом, как бы она ни была неприятна американцам, они придерживаются беспристрастных оценок. В середине 50-х годов, когда полемика вокруг Фукса еще была животрепещущей для США, было опубликовано заключение: “Основные трудности, которые должны были преодолеть Советы для создания бомбы, были связаны с тяжелой промышленностью и производством. У Советского Союза были свои прекрасные ученые, которые могли найти ответы на все вопросы самостоятельно”.

Более того, Ханс Бете, в группе которого работал Фукс в Лос-Аламосе, в своей объяснительной записке к меморандуму 1952 года отметил, что если бы советские физики воспользовались информацией Фукса по водородной бомбе, то “нам остается лишь радоваться, ибо это означает, что им приходится разоряться ради проекта, никчемного в военном отношении”.

А как теперь, в наши дни, смотрят в Америке на перипетии, связанные с “атомным шпионажем”, затронувшим когда-то самые чувствительные

струны двух мировых держав? В беседе с авторитетным американским специалистом по истории советского атомного проекта профессором Стэнфордского университета Д. Холлуэем я коснулся этой темы.

- На Западе широко обсуждался вопрос, - сказал Д. Холлуэй, - какую помощь получил Советский Союз от разведки, особенно от Фукса. Фукс был квалифицированным физиком. У него была достойная репутация, хотя он и не являлся физиком высшего класса, подобно Х. Бете. Давая показания по научным вопросам после своего ареста, Фукс говорил правду, ничего не скрывая и ничего не искажая. У него был обширный доступ к информации в Лос-Аламосе.

Естествен вопрос, как повлияла информация Фукса на решение Сталина дать жизнь советскому атомному проекту. Мне кажется, эта информация могла играть для Сталина очень важную политическую роль. Техническая сторона уступала ее политическому значению. Очень часто, когда пишут о Фуксе, не понимают именно этой важной разницы.

Другой вопрос имеет уже техническую окраску: можно ли провести сопоставление во времени передаваемой Фуксом информации с прогрессом советского атомного проекта? Обращает на себя внимание интересный факт. Когда во время войны с советской стороны задавали Фуксу вопросы, почти все они были безграмотны с точки зрения физики. Любопытно, кому они принадлежали? Я просто не могу поверить, что они предлагались Курчатовым, Харитоновым или Зельдовичем. И мы знаем, что после 1945 года Фуксу задавали уже очень специфические, очень точные вопросы.

- И все-таки, насколько выиграл, по-вашему, советский атомный проект благодаря разведке?

- Когда я старался оценить выигрыш, который принесла Советскому Союзу информация Фукса, я обратился к опыту послевоенной Англии. В Лос-Аламосской лаборатории работало около 20 англичан. И когда после войны сотрудничество в области атомного оружия между Англией и США прекратилось, все они, включая Фукса, в 1946 году, то есть через год после испытания атомного оружия в США, вернулись на Родину и

включились в работу по созданию английской атомной бомбы. И все-таки англичанам при их весьма высоком уровне промышленности и технологии было очень трудно. Несмотря на высокую информированность, множество проблем пришлось решать самостоятельно. Конечно, у СССР было меньше информации извне, чем у Англии. Так что вы должны были пройти гораздо больший и очень трудный путь. (Первая британская атомная бомба была взорвана на три года позже советской. - Ю. С.)

Важная роль Фукса в истории советского атомного проекта не уменьшает вклада советских физиков. Кроме того, наиболее трудоемкая проблема при создании атомной бомбы - не теоретическая ее разработка, а практическая организация, создание соответствующей промышленности и новой техники.

- Что Вы можете сказать о регулярных в последнее время выступлениях наших "атомных" разведчиков в средствах массовой информации?

- В этих публикациях я не вижу неточностей с точки зрения фактического материала. Но в них есть, конечно, очень ясный политический замысел: не столько физики, сколько КГБ обеспечил создание советской атомной бомбы. А если говорить о водородной бомбе, то не Сахаров...

В качестве первооткрывателей атомной эры, ставшей поворотным этапом в развитии цивилизации, история выбрала Соединенные Штаты Америки и Советский Союз. В первую очередь этим двум державам пришлось в полной мере испытать, как ядерная гонка форсировала и даже подчинила себе наиболее передовую часть технологий и науки. Эти страны первыми осознали, что обладание ядерным оружием никому не дает решающих преимуществ и, напротив, таит в себе угрозу всеобщего уничтожения. Ядерное оружие, породив глобальные проблемы, в том числе и моральные, во многом предопределяет сейчас стратегию мировой политики. По этой причине исследователи вновь и вновь будут обращаться к начальным драматическим страницам атомной эпопеи, стараясь "докопаться" до их подлинного содержания.

О некоторых мифах и легендах вокруг советских атомного и водородного проектов

Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов

Последние 10 лет жизни Игоря Васильевича Курчатова его имя и дела были окружены исключительным почетом и любовью. Его фигура стоит как бы особняком, ярко выделяясь на фоне всего коллектива советских физиков, среди которых было немало выдающихся ученых, завоевавших высокий авторитет во всем мире.

Престижная и широко известная однотомная "Энциклопедия Мак-Миллана" 1989 года издания [1] среди тщательно отбираемых кандидатов включила на свои страницы имя Курчатова в ряду других корифеев отечественной физики - П. Л. Капицы, Л. Д. Ландау и А. Д. Сахарова. Специально отмечено при этом, что команда Курчатова построила в Советском Союзе ядерный реактор в 1946 году, создала атомную бомбу и первую водородную бомбу, что в его честь назван химический элемент "курчатовий".

Быть может, именно сейчас, в наши дни, особенно ярко осознается могучий созидательный потенциал и полководческий в науке талант Игоря Васильевича. В значительной мере его усилиями наша страна, обескровленная войной и полуразрушенная, обрела передовую атомную науку и технику, создала принципиально новые отрасли промышленности, сумела защитить себя от реально грозившей ей смертельной опасности.

Время по справедливости только ярче высветит основную грань этого человека: он предстанет перед потомками могучим богатырем на ниве науки. Одним из тех ее великих подвижников, которые ввели человечество в атомную эру. Надо полагать, нынешняя горькая ассоциация атомной энергии с ядерным оружием - преходящее явление. Оно, как и это оружие, - наследие периода идеологического противостояния и "холодной" войны. В исторической перспективе, освободившись

от этого наследия, умудренное человечество вступит, наконец, только в созидательную эпоху использования энергии атома, употребит ее исключительно на благо людей. В это глубоко верил сам И. В. Курчатов.

Тщательность, с которой Игорь Васильевич подходил к своим задачам руководителя такого гигантского мероприятия, как советский атомный проект, совершенно поразительна. Он необычайно быстро завоевал всеобщие симпатии, и его человеческому обаянию и доброжелательности невозможно было противостоять. Вероятно, в сочетании с его необыкновенным научным кругозором и даром создавать большие, великолепно работающие коллективы это качество его покоряющей личности - одна из загадок успеха всего дела. Объяснение того, как Игорю Васильевичу удавалось вовлечь в небывалое и в общем-то рискованное предприятие многих крупных специалистов из самых разных областей науки и техники. Ему удавалось оторвать их иногда вместе с возглавляемыми ими коллективами от любимого и привычного дела, в котором они нередко были лидерами. Он так организовал работу, что все завертелось с максимальной скоростью.

Это счастье, что среди нас оказался такой человек, как Игорь Васильевич, и что именно он возглавил поход за скорейшую ликвидацию американской атомной монополии. Без него решение проблемы могло занять больше времени, а ведь бывают случаи, когда промедление - смерти подобно. И мы должны быть глубоко благодарны Абраму Федоровичу Иоффе, что он сумел разглядеть и оценить молодого, совсем недавно приобщившегося к ядерной физике Игоря Васильевича и рекомендовал именно его возглавить столь ответственное и важное для страны дело.

Игорь Васильевич еще при Сталине пользовался исключительным доверием в правительстве. Его высоко ценил Хрущев [2]. Даже находясь в опале и диктуя в микрофон свои мемуары на скромной подмосковной даче, он не забыл упомянуть, что при поездке в Великобританию включение Игоря Васильевича в правительственную делегацию поднимало ее престиж. Хрущев считал Курчатова великим ученым нашего времени и говорил о нем как о замечательном человеке. Общение с Курчатовым почитал за счастье Е. П. Славский, возглавлявший долгие годы нашу отрасль. Он не раз восклицал: "Игорь Васильевич был изумительный человек, причем такой изумительный, какого редко встретишь! Я любил его как человека..."

Впервые приехавший в нашу страну в августе прошлого года известный американский физик-ядерщик Эдвард Теллер первое, что пожелал увидеть, был мемориальный дом-музей И. В. Курчатова. Его привезли к этому коттеджу прямо с аэродрома. Войдя в гостиную и увидев рояль, Теллер тут же извлек из своего портфеля ноты с произведениями Бетховена и сел за инструмент. А затем, после музицирования, он и сопровождавшие его американские коллеги очень тепло говорили об Игоре Васильевиче Курчатове...

Имя Игоря Васильевича, 90-летие со дня рождения которого мы отмечаем сегодня, окружено легендами. Но для всех нас реальностью является то, что наши личные судьбы и даже в значительной мере судьба нашей страны испытали несомненное влияние этой необыкновенной личности. Такое в истории случается не часто. По существу, все мы - наследники грандиозных свершений И. В. Курчатова, представители или последователи его школы.

В нашем календаре и замечательные полувековые юбилеи.

Ровно через три месяца - 50 лет со дня организации Лаборатории № 2 АН СССР, а еще через три года КБ-11 - ныне Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (ВНИИЭФ), на долю которого выпало заниматься непосредственно созданием ядерного оружия. Игорь Васильевич был душой обоих

коллективов. И не случайно некоторые сотрудники Института атомной энергии, будучи откомандированными во ВНИИЭФ, годами успешно работали в его стенах. Среди них Георгий Николаевич Флеров, Виктор Александрович Давиденко, Юрий Сергеевич Замятин, Дмитрий Петрович Ширшов и другие. Но и ВНИИЭФу приятно сознавать, что именно из его коллектива в стены Курчатовского института была занесена плодотворная идея А. Д. Сахарова и И. Е. Тамма о магнитной термоизоляции горячей плазмы. И вряд ли широко известно, что А. П. Александров летом 1967 года всерьез вынашивал мысль сделать своим преемником на директорском посту одного из наиболее ярких сотрудников ВНИИЭФ. Вы хорошо знаете этого человека. Даже специальная встреча и собеседование состоялись между ними в знаменитом курчатовском кабинете. Но собеседник этот со свойственной ему обезоруживающей мягкой улыбкой - а им был Андрей Дмитриевич Сахаров! - сказал Анатолию Петровичу: "Я, Анатолий Петрович, никакой не организатор. От этого меня Бог избавил! Я никем командовать не могу и никогда не командовал... Это совершенно невозможно..."

Жизнь идет. Продолжаются контакты между нашими коллективами. Легендами окружаются не только имя Игоря Васильевича, но и его дело. Даже обрастают наслоениями и домыслами, а то и просто мифами.

В этом мало удивительного. У нас, не в пример американцам, не было принято записывать для истории по горячим следам даже основные этапы реализации советского атомного проекта. Сверхжесткий режим секретности позволял только отдельным людям из числа высших руководителей проекта осознавать в целом всю картину разворачивавшихся событий. На долю остальных выпали, как правило, частные фрагменты из общей мозаики. Составить из них безошибочную панораму - очень сложная задача. Недавний пример - преувеличение роли разведки некоторыми ее представителями в создании советского ядерного оружия. При всей удачливости, профессиональном мастерстве и результативности ее работников при добывании материалов за рубежом.

Многих непосредственных участников тех героических лет уже нет с нами. Появляющиеся же после десятилетий вынужденного молчания воспоминания ныне здравствующих ветеранов неизбежно окрашены субъективными красками и содержат иногда неумышленные неточности и искажения. Реконструкция событий той поры требует поэтому особой тщательности, ответственности и аккуратности. Кроме того, сейчас, когда важнейшие документы становятся достоянием обществу, снимаются искусственные секреты и устанавливаются контакты и сотрудничество с нашими зарубежными коллегами в закрытых прежде областях атомной техники, представляется необходимым исправить получившие широкое хождение некоторые заблуждения и ошибки в отношении истории создания отечественного ядерного оружия.

Кстати, на Западе рассекречивание в связи с истечением срока давности документов преподносит свои сюрпризы. К примеру, ставший хрестоматийным рассказ [3] о сверхбыстрой публикации в "Натурвиссеншафтен" статьи О. Гана и Ф. Штрассмана об открытии деления урана [4] благодаря якобы бескорыстному дружескому участию директора издательства "Шпрингер" Пауля Розбауда в действительности имел совсем иную подоплеку [5]. Оказывается, Пауль Розбауд был одним из самых выдающихся, глубоко законспирированных разведчиков Великобритании, который работал под кодовым именем "Гриффин". Неприимный враг нацизма, Розбауд первым сообщил Уинстону Черчиллю о гитлеровском плане блицкрига против Англии с помощью подлодок, о создании немцами ракет для разрушения Лондона и об их попытках создать атомную бомбу. Сверхсрочная публикация статьи Гана и Штрассмана была сознательной акцией Розбауда, который сумел увидеть в их открытии огромные и опасные перспективы. Таким образом, он постарался без промедления ознакомить научную общественность с результатами исключительного значения, опасаясь, быть может, что их засекретят фашистские службы.

Чрезвычайная засекреченность работ по созданию ядерного оружия как у нас, так и за рубежом хорошо известна. Даже в наших научных отчетах

долгое время использовался "птичий" язык: "нулевая точка", "гудрон", "гуща" и т.п. Для непосвященных поясним, что "нулевая точка" означала нейтрон, а под "гущей" понималась столь почитаемая в Курчатовском институте плазма. То, что Лаборатория № 2 АН СССР, ЛИПАН - бывшие названия Курчатовского института, знают все. Но легко ли догадаться, что "Приволжская контора", КБ-11, объект №550, "Кремлев", Москва, Центр-300, Арзамас-75 - синонимы одного и того же места, известного ныне как Саров или Арзамас-16?! Вряд ли все знают и смысл аббревиатуры первых советских атомных и водородных зарядов, которую придумал один из помощников Берии генерал Махнев: РДС-1, РДС-2 и так далее - "Реактивный двигатель Сталина". И потом очень гордился этим своим изобретением! Хотя многим известно, что на Западе первые наши ядерные заряды называли по имени Сталина - "Джо-1", "Джо-2"... Как видите, Запад был близок к правильной расшифровке.

О написании какой истории мы могли тогда мечтать, если имел место даже такой случай. В ноябре 1959 года, побывав с небольшой группой наших специалистов в США, В. С. Емельянов привез только что появившуюся на Западе книгу одного из участников Манхэттенского проекта Арнольда Крамиша. В ней на основе доступных в то время американцам сведений рассказывалось о становлении работ по использованию атомной энергии в СССР. Книгу хотели перевести на русский язык и издать у нас. Но вскоре от этого намерения отказались: посчитали, что сам факт ее издания в СССР косвенно подтвердит правильность некоторых сведений, упоминавшихся в книге Крамиша, но оберегаемых нашими спецслужбами.

Отсутствие информации создавало благоприятную почву для различных фантазий.

Еще когда отечественный атомный проект только набирал силу, а США оставались единственными обладателями атомной бомбы, в народе, как бы для равновесия, стали поговаривать о своем, уже имеющемся оружии колоссальной силы. Только с креном в низкие температуры. С упоминанием о бомбах, мгновенно замораживающих все окрест. Были даже интерпретаторы среди ученых. Хорошо известный курчатовцам О. А. Лаврентьев,

письмо которого руководителям страны инициировало советские исследования по управляемому термоядерному синтезу и о котором В. Д. Шафранов сказал:

“Вот этот самый дядя,
Что в армии служил,
Без взрыва синтез ядер
Устроить предложил!”

вспоминал, к примеру, что даже в 1950 году на лекции по химии проректор Московского университета Г. Д. Вовченко пояснял: “Водородная бомба - это когда землю заливают жидким водородом, все замораживая”.

Был период в первые годы работы над ядерным оружием, когда даже в Арзамасе-16 далеко не все сотрудники знали, чем они занимаются на самом деле. Известен прямо-таки анекдотический случай, рассказанный Е. А. Негиным [6], когда один из начальников конструкторского отдела в канун испытания первой советской водородной бомбы, облокотившись на нее, рассуждал перед своими коллегами: “Вот до чего же дошла секретность у нас в стране! Где-то есть еще один центр, там тоже работают над оружием, а мы об этом даже не догадываемся! Вчера выступал Маленков и говорил, что в нашей стране создано водородное оружие, а мы даже не знаем, где именно и кто его сделал!”. А ведь шел уже август 1953 года...

Еще более жесткие ограничения при определении объема допуска к тем или иным видам работ, существовавшие при создании нашего первого атомного заряда, привели к тому, что ветераны, пытаясь теперь нарисовать развернутую картину происшедшего, иногда невольно становятся пленниками либо своего воображения, либо устоявшихся представлений прошлого. Так, один из участников тех работ, объясняя, как была создана конструкция первой советской атомной бомбы, испытанной 29 августа 1949 года, заключил, что все шло чуть ли не от известных геометрических параметров бомболока американского самолета: “Опубликованный в одном из американских журналов снимок подвески атомной бомбы, сброшенной над Хиросимой, под самолет Б-29, ...позволил установить габариты этой бомбы. Ведь размеры бомболока нам известны. Копией Б-29 являлся наш са-

молет Ту-4. Исходя из размеров бомболока, наружный диаметр авиабомбы не должен превышать 1500 мм, а длина не более 3325 мм. Вытягивая толщины баллистического корпуса авиабомбы и корпуса сферического заряда, обеспечивающего необходимую прочность конструкции, получим отправной габарит сферического заряда ВВ. Он и определит размер всех конструктивных элементов, входящих в этот сферический заряд” [7].

В действительности ситуация была обратной. В процессе работы над первой нашей бомбой Ю. Б. Харитон ездил в конструкторское бюро А. Н. Туполева. Но ездил для того, чтобы убедиться, войдет ли готовая бомба по габаритам в бомболок Ту-4, и согласовать с авиаконструкторами другие вопросы по ее транспортировке самолетом.

Как теперь хорошо известно [8], для конструкции первой советской атомной бомбы были использованы попавшие к нам благодаря Клаусу Фуксу и разведке достаточно подробная схема и описание первой испытанной американской атомной бомбы. Эти материалы оказались в распоряжении наших ученых во второй половине 1945 года. Когда специалистами Арзамаса-16 было выяснено, что информация достоверная (а это требовало выполнения большого объема тщательных экспериментальных исследований и расчетов), было принято решение - для первого взрыва воспользоваться уже проверенной, работоспособной американской схемой. Учитывая государственные интересы в условиях накаленных отношений между СССР и США в тот период, а также ответственность ученых за успех первого испытания, любое другое решение было бы недопустимым и просто легкомысленным. Информация о разведывательных данных и принятое решение были строгой засекречены.

После суда над Клаусом Фуксом в начале 1950 года факт его работы на СССР стал известен на Западе, но у нас эти обстоятельства продолжали оставаться тайной. Причем тайной, “освященной” на самом высоком уровне. 8 марта 1950 года было опубликовано специальное заявление ТАСС: “Агентство Рейтер сообщило о состоявшемся на днях в Лондоне судебном процессе над английским ученым-атомщиком Фуксом, который был

приговорен за нарушение государственной тайны к 14 годам тюремного заключения. Выступавший на этом процессе в качестве обвинителя генеральный прокурор Великобритании Шоукросс заявил, будто бы Фукс передавал атомные секреты "агентам советского правительства". ТАСС уполномочен заявить, что это заявление является грубым вымыслом, так как Фукс неизвестен Советскому правительству и никакие "агенты" Советского правительства не имели к Фуксу никакого отношения" [9].

Можно понять чувства здравствующих ныне ветеранов, которые первый заряд, а если сказать точно, то схему первого заряда считали тогда достижением советских ученых и конструкторов. И думали так до самого последнего времени. Но открывшаяся правда несколько не уменьшает значения сделанного нашими первопроходцами. В тот драматический период, когда над страной нависла угроза атомного нападения и стоял вопрос о миллионах человеческих жизней, поступать надо было исходя из жесткой логики реальной ситуации. Кроме того, чтобы воплотить принятую схему в конструкцию, в изделие, надо было сначала, очевидно, в масштабах страны совершить настоящий подвиг: создать атомную промышленность и соответствующие технологии, создать уникальное аппаратное обеспечение высочайшего класса, подготовить кадры. Все это в условиях истерзанной войной страны. И потом, разве переживали и сомневались американцы, как поступить, когда они, опасаясь, что их может опередить фашистская Германия, по существу, объединили в усилиях по созданию атомной бомбы крупнейших физиков мира, превратив свой проект в интернациональный!

Но здесь необходимо отметить и другое важное обстоятельство. Приняв решение реализовать для первого взрыва американскую схему, советские ученые временно притормозили разработку своей оригинальной и более эффективной конструкции. Тем не менее ее экспериментальная отработка была начата уже весной 1948 года, а в 1949 году Л. В. Альтшулером, Е. И. Забабахиным, Я. Б. Зельдовичем и К. К. Крупниковым был выпущен "отчет-предложение", в котором новый и, несомненно, более прогрес-

сивный в сопоставлении с американской схемой вариант ядерного заряда был обоснован уже экспериментально и расчетно. Этот заряд был успешно испытан в 1951 году, и его взрыв представлял собой второе испытание атомного оружия в СССР.

Ныне в музее ядерного оружия в Арзамасе-16 макеты двух изделий - с использованием американской схемы и схемы, испытанной в 1951 году, - стоят рядом и являют собой разительный контраст. Бомба на основе нашей собственной схемы, будучи почти в два раза легче копии американской бомбы, получилась одновременно в два раза мощнее ее. Кроме того, существенно меньшим оказался и диаметр новой бомбы благодаря оригинальному инженерному решению по обеспечению импlosionи, предложенному В. М. Некруткиным.

В некоторых наших и зарубежных публикациях проскальзывали утверждения, будто к созданию нашей атомной бомбы были причастны немецкие специалисты, работавшие в Советском Союзе после окончания войны, в частности, находившиеся в Сухуми. Хотя отдельные немецкие ученые и участвовали в поиске методов разделения изотопов и получения металлического урана, эти работы оставались вспомогательными. К конструкции оружия, его разработке прямого отношения немецкие специалисты не имели. Еще в 1948 году американские эксперты, анализируя возможности России создать свою атомную бомбу, заключили: "Немцы сами достигли небольших успехов в секретных научных исследованиях по атомной энергии в военные годы. Этот факт твердо установлен в официальных отчетах высококомпетентных научных наблюдателей. В этом направлении России нельзя ожидать сколько-нибудь значительной помощи" [10].

Один из наиболее видных немецких специалистов, работавших в СССР, Макс Штеенбек так суммировал вклад своих соотечественников в советский атомный проект: "Западная пропаганда... при каждом удобном случае утверждала, что советскую атомную бомбу создали якобы немецкие ученые. Абсолютная чепуха! Конечно, мы сыграли определенную роль в разработке ядерной темы, но наша задача никогда не выходила за те границы, где освоение энергии четко переходит от мирного применения к использованию в военных целях" [11].

В современной печати встречаются прямо-таки фантастические домыслы, как появилось в нашей стране атомное оружие или, напротив, почему оно не появилось раньше. Хотя, как кажется некоторым журналистам и рассказчикам, перед войной у нас были сделаны некие далеко идущие, но недооцененные изобретения по атомному оружию.

Многим, наверное, памятна опубликованная не так давно нелепая версия. Будто бы американцы сбросили на Японию не две, а три атомные бомбы, одна из которых не только не взорвалась, но даже... сохранилась. И будто бы эта третья бомба и была передана японцами Советскому Союзу.

В печати популяризировали и так называемый "Харьковский проект" [12]. Поводом послужила заявка на изобретение, поданная в октябре 1940 года сотрудниками Харьковского физикотехнического института В. А. Масловым и В. С. Шпинелем, под названием "Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества". При ознакомлении с формулой этого изобретения выясняется, что авторское нововведение, представляющее суть изобретения, заключается в следующем: предлагалось несколько подкритических частей из урана-235 в бомбе разделить "рядом непроницаемых для нейтронов перегородок из взрывчатого вещества, например, ацетил-серебра, уничтожаемых путем взрыва в требуемый момент". В действительности такое изобретение к реальной атомной бомбе и к ее работоспособности отношения не имеет.

Оглядываясь в прошлое, мы знаем, что фундаментом стремительного продвижения к труднейшей цели - созданию отечественного атомного оружия - стали два главных обстоятельства: превращение атомного проекта в СССР в дело исключительной, первостепенной, государственной важности и предвоенные достижения советских физиков, занимавшихся изучением атомного ядра и проблемой урана. Блестящая когорта молодых ученых - Я. Б. Зельдович, Г. Н. Флеров, К. А. Петржак и другие, группировавшихся вокруг столь же молодого И. В. Курчатова, уже тогда ставшего неформальным лидером советских ядерщиков, сумела выйти на передовые рубежи мировой науки и сделать работы выдающегося, пионерского значения.

Я. Б. Зельдович и Ю. Б. Харитон выяснили условия осуществления разветвленной цепной реакции деления урана в реакторе и предложили использовать в качестве замедлителей нейтронов тяжелую воду и углерод [13]. Независимо от западных физиков Г. Н. Флеров и Л. И. Русинов экспериментально установили число вторичных нейтронов при делении урана [14]. Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли самопроизвольное, без облучения нейтронами, деление урана [15], а Ю. Б. Харитон еще в 1937 году предложил метод разделения газообразных веществ различного молекулярного (и, конечно, атомного) веса с помощью центрифугирования, обосновав его количественно [16].

И. В. Курчатов в своей знаменитой докладной записке [17], подготовленной в 1943 году и ставшей своеобразным самоучителем по ядерной физике для высших администраторов нашего атомного проекта, отметил, что по состоянию на июнь 1941 года, когда из-за начала войны работы по урану в Советском Союзе были прекращены, советские физики уже изучали следующие конкретные схемы осуществления цепных реакций: в обычном металлическом уране; в металлическом уране-235; в смеси из обычного урана, обогащенного ураном-235, и воды; в смеси из обычного урана и тяжелой воды и, наконец, в смеси из обычного урана и углерода.

Менее известно, что Я. Б. Зельдович и Ю. Б. Харитон в те же предвоенные годы выяснили условия возникновения ядерного взрыва и получили оценки его огромной разрушительной мощи. Сообщение на эту тему было сделано ими летом 1939 года на семинаре в Ленинградском физикотехническом институте. Позднее, в 1941 году, основываясь на еще приближенных тогда значениях ядерных констант, эти же авторы вместе с И. И. Гуревичем уточнили критическую массу урана-235 и получили весьма правдоподобное, хотя и неточное, ее значение [18].

Тем не менее в нашей стране, в противоположность мнению небольшой группы энтузиастов, преобладающим было представление, что техническое решение проблемы урана - дело отдаленного будущего и для успеха потребуется 15-20 лет [19]. Направленное в 1940 году Н. Н. Семеновым в свой наркомат письмо о необходимости

развития комплекса работ по созданию ядерного оружия осталось без ответа [8].

Тем временем на Западе события, подогреваемые страхом, что в решении урановой проблемы фашистская Германия может вырваться вперед, развивались необычайно быстро. Вскоре там было выяснено, что задача может быть решена в более короткие сроки.

В конце 1941 года важные события развернулись и у нас. С одной стороны, стала поступать агентурная информация о начавшихся масштабных работах по урановой проблеме в Великобритании, а затем и в США. Одновременно, прямо с фронта, Г. Н. Флеров стал настойчиво атаковать письмами И. В. Курчатова и уполномоченного Государственного Комитета Обороны (ГКО) по науке С. В. Кафтанова, обосновывая безотлагательную необходимость вернуться к урановой проблеме и работе над атомной бомбой. Весной 1942 года он обратился с письмом непосредственно к Сталину, подчеркнув, что с появлением атомной бомбы "в военной технике произойдет самая настоящая революция".

В декабре 1941 года Г. Н. Флеров переслал в Казань И. В. Курчатову рукопись своей статьи, в которой, обсуждая возможность осуществления ядерного взрыва, предлагал схему такого опыта на основе "пушечного" варианта, т.е. быстрого сближения двух полусфер из урана-235. Он также высказал здесь важную идею "использования сжатия активного вещества". И. В. Курчатов не расставался с рукописью своего ученика. После кончины Игоря Васильевича она была обнаружена у него дома в ящике письменного стола.

Весной 1942 года в ГКО страны было направлено письмо о необходимости создания научного центра по проблеме ядерного оружия, подписанное С. В. Кафтановым и А. Ф. Иоффе [20]. С. В. Кафтанов свидетельствовал, что Сталин обсуждал с ним этот вопрос. И в это же время Берия направил информационный документ Сталину о начале работ над атомным оружием на Западе*.

*Как теперь установлено, И. В. Сталин подписал первое распоряжение о начале работ по атомному проекту 28 сентября 1942 г. Первое информационное письмо о работах на Западе по атомной тематике Берия направил Сталину только 6 октября 1942 г. - Прим. Ю. С.

11 февраля 1943 года ГКО принял специальное решение об организации научно-исследовательских работ по использованию атомной энергии. И. В. Курчатов был назначен их руководителем.

Ныне рассекречены и стали доступны два исключительных по своему значению документа, относящиеся к тем дням начала 1943 года. Это исполненные от руки в одном экземпляре письма И. В. Курчатова обзорного характера, адресованные заместителю председателя Совета Народных Комиссаров Союза ССР М. Г. Первухину [21]. Первое письмо от 7 марта 1943 года содержало 14 страниц, второе - от 22 марта 1943 года - было на 8 страницах.

В них Игорь Васильевич сопоставил результаты советских физиков с информацией, полученной от разведки, и, что особенно важно, изложил первоочередные, наиболее перспективные с его точки зрения направления работ по атомной проблеме.

И. В. Курчатов констатировал, в частности: "Для нас было очень важно узнать, что Фриш подтвердил открытое советскими физиками Г. Н. Флеровым и К. А. Петржаком явление самопроизвольного деления урана, явление, которое может создавать в массе урана начальные нейтроны, приводящие к развитию лавинного процесса. Из-за наличия этого явления невозможно, вплоть до самого момента взрыва, держать в одном месте весь бомбовый заряд урана. Уран должен быть разделен на две части, которые в момент взрыва должны с большой относительной скоростью быть сближены друг с другом. Этот способ приведения урановой бомбы в действие... для советских физиков... не является новым. Аналогичный прием был предложен нашим физиком Г. Н. Флеровым; им была рассчитана необходимая скорость сближения обеих половин бомбы... Опубликованные в 1939, 1940 годах работы Жолио, Хальбана и Коварского во Франции, Андерсона, Ферми, Цинна и Сциларда в Америке и некоторые исследования, произведенные в моей лаборатории, дают то же значение числа вторичных нейтронов на акт деления и примерно тот же общий вид их распределения по энергиям..."

Обращает на себя внимание, что И. В. Курчатов с первых дней трезво и очень критически относился к материалам разведки. Он сомневался,

“отражают ли полученные материалы действительный ход научно-исследовательской работы”, и даже опасался, как бы они не оказались “вымыслом, задачей которого явилась бы дезориентация нашей науки”. Игорь Васильевич прямо заявлял: “Некоторые выводы, даже по весьма важным разделам работы, мне кажутся сомнительными, некоторые из них мало обоснованными”. И не скрывал своего удивления, что, к примеру, методу центрифугирования для разделения изотопов западные ученые предпочли диффузионный метод.

Мы не случайно подробно остановились на изложении основных результатов работ советских физиков, так как именно они определили мощные стартовые позиции наших ученых, приступивших в разгар войны к решению атомной проблемы. В этом смысле в становлении советского атомного проекта нельзя преувеличивать значение материалов разведки, хотя мы воздаем должное ее усилиям и вкладу в успех общего дела.

Исключительна роль И. В. Курчатова как руководителя всех работ в формировании стратегически верной с самого начала программы исследований. Поразительная способность Игоря Васильевича безошибочно находить правильные пути к цели и принимать незамедлительные меры для их реализации даже при весьма скудных и неполных исходных научных данных ярко проявилась в уже упомянутых двух его письмах М. Г. Первухину [21].

К примеру, на тот момент времени И. В. Курчатов знал, что “все производившиеся до сих пор опубликованные исследования систем — уран — замедляющее вещество — производились с однородными смесями обеих этих компонент”. Обращаясь к Первухину, он высказывает догадку, что ситуация может оказаться более благоприятной, “если система будет неоднородной и уран будет сконцентрирован внутри массы тяжелой воды в блоки наиболее подходящего размера, размещенные на некотором оптимальном расстоянии друг от друга”. Игорь Васильевич на этом не останавливается: “Я считаю необходимым произвести силами наших советских ученых теоретический анализ сравнительных свойств однородной и неоднородной смесей урана с тяжелой водой и думаю поручить выполнение этого анализа проф. Ю. Б. Харитону и проф. Я. Б. Зельдо-

вичу”. И тут же “озадачивает” М. Г. Первухина: “...было бы важно узнать... с какой формой системы — однородной или неоднородной — проводились опыты в Америке”. Как известно, поставленную И. В. Курчатовым задачу о решающем преимуществе гетерогенного реактора у нас успешно решили И. И. Гуревич и И. Я. Померанчук.

При всей осторожности к материалам разведки Игорь Васильевич сразу обратил внимание на содержащиеся в них, говоря его словами, “отрывочные замечания о возможности использовать в “урановом котле” не только уран-235, но и уран-238” и что, “может быть, продукты сгорания ядерного топлива в “урановом котле” могут быть использованы вместо урана-235 в качестве материала для бомбы”. В письме М. Г. Первухину от 22 марта 1943 года он сообщает: “Имея в виду эти замечания, я внимательно рассмотрел последние из опубликованных американцами в “Physical Review” работ по трансурановым элементам (эка-рений-239 и эка-осмий-239)* и смог установить новое направление в решении всей проблемы урана... Перспективы этого направления необычайно увлекательны” (здесь и далее подчеркнуто И. В. Курчатовым).

Хотя об открытии плутония уже было известно из публикации Э. Мак-Миллана и Ф. Абельсона [22], его ядерные свойства оставались таинственными для советских физиков. С другой стороны, отрывочные замечания в материалах разведки о возможности использования урана-238 в реакторе и, быть может, использования для бомбы продуктов сгорания ядерного топлива не являлись доказательными при принятии столь ответственного решения, к которому пришел И. В. Курчатов. Фактически, проявив безупречную физическую интуицию, Игорь Васильевич предопределил перспективу, заключив: “По всем существующим сейчас теоретическим представлениям попадание нейтрона в ядро эка-осмия должно сопровождаться большим выделением энергии и испусканием вторич-

* Без сомнения, имеются в виду опубликованные в “Physical Review” летом 1940 года статьи Э. Мак-Миллана, Ф. Абельсона [22] и Л. Тернера [23]. По современной терминологии “эка-рений” — нептуний, “эка-осмий” — плутоний.

ных нейтронов... Его можно будет выделить из "уранового котла" и употребить в качестве материала для "эка-осмиевой" бомбы. Бомба будет сделана, следовательно, из "неземного" материала, исчезнувшего на нашей планете. Как видно, при таком решении всей проблемы отпадает необходимость разделения изотопов урана, который используется и как топливо, и как взрывчатое вещество".

И опять Игорь Васильевич не терпит промедления: "...развитая схема нуждается в проведении количественного учета всех деталей процесса. Эта последняя работа в ближайшее время будет мной поручена проф. Я. Б. Зельдовичу".

Таким образом, теперь становится особенно ясным, что с первых дней и первых шагов советский атомный проект, имея в качестве первоосновы замечательные работы советских физиков, получил благодаря Игорю Васильевичу абсолютно правильную исходную программу для своей реализации. Другое дело, что до 1945 года эта программа выполнялась крайне ограниченными силами, с использованием незначительных ресурсов. Она приобрела надлежащий размах только после первых американских атомных взрывов. Именно тогда развернулось создание отечественной атомной промышленности и технологии, появились крупнейшие объекты и комбинаты.

Это была захватывающая и чрезвычайно интенсивная работа, выполнявшаяся с огромной самоотверженностью и энтузиазмом. Олицетворением патристического порыва в небывалом и ответственном деле был сам И. В. Курчатов.

Но этот героический энтузиазм почему-то уже не всегда замечают и учитывают некоторые современные исследователи, акцентируя внимание читателей на отдельных происшествиях и эпизодах, которые возможны в любом большом коллективе. В недавно появившейся в Германии книге [24] по истории советского атомного проекта на страницах, посвященных Арзамасу-16, говорится даже об атмосфере "с юмором висельников", что люди якобы находили отдушину в цинизме и алкоголизме. Автор книги Хайнеман-Грюдер явно сгустил краски, рисуя читателю некую карикатуру и не поняв, насколько все были увлечены грандиозной задачей и преисполнены чувством долга.

Отнюдь не какие-то единичные исключительные случаи предопределяли атмосферу в коллективе и даже не особенности изолированной жизни в режимной зоне с ее строгими требованиями. Конечно, было мало радости наблюдать колонны заключенных, которые на начальном этапе становления объекта привлекались к строительным работам. Но все это отступало на второй план, и люди не считались ни с бытовыми трудностями, ни со своим временем, стремясь наилучшим образом и как можно скорее прийти к успеху. Они прекрасно видели, что страна в опасности и, с другой стороны, понимали, что, надеясь на них, государство предоставляет им все необходимое для работы и жизни. И великолепно справились с возложенной на них задачей.

Искажения исторической правды возникают, как мы знаем, не только вследствие субъективных оценок рассказчиков, чрезмерной секретности, ограничивающей доступ к информации, или просто по недоразумению. Почва для различных домыслов появляется и тогда, когда правда замалчивается из-за политических установок и соображений, как, например, в случае Л. П. Берии. Нет правды сегодня - значит, будут мифы завтра.

Мы не собираемся подвергать сомнению оценку общеизвестных злодеяний этого страшного человека или приукрашивать демоническую личность, принесшую неисчислимые страдания людям. Но до середины 1953 года, в течение примерно восьми лет, Берия отвечал в правительстве за всю работу по атомному проекту. В интересах истории мы считаем необходимым остановиться на этом факте несколько подробнее.

Известно, что вначале общее руководство советским атомным проектом осуществлял В. М. Молотов. Стиль его руководства и соответственно результаты не отличались особой эффективностью. И. В. Курчатов не скрывал своей неудовлетворенности.

С переходом атомного проекта в руки Берии ситуация кардинально изменилась. Хотя П. Л. Капица, принимавший на первых порах участие в работе Особого Комитета и Технического Совета по атомной бомбе, в письме Сталину отзывался о методах нового руководителя резко отрицательно [25].

Берия быстро придал всем работам по проекту необходимый размах и динамизм. Этот человек, явившийся олицетворением зла в новейшей истории страны, обладал одновременно огромной энергией и работоспособностью. Наши специалисты, входя в соприкосновение с ним, не могли не отметить его ум, волю и целеустремленность. Убедились, что он первоклассный организатор, умеющий доводить дело до конца. Может быть, покажется парадоксальным, но Берия, не стеснявшийся проявлять порой откровенное хамство, умел по обстоятельствам быть вежливым, тактичным и просто нормальным человеком. Не случайно у одного из немецких специалистов Н. Рия, работавшего в СССР, сложилось очень хорошее впечатление от встреч с Берией [26].

Проводившиеся им совещания были деловыми, всегда результативными и никогда не затягивались. Он был мастером неожиданных и нестандартных решений. Работавшему в аппарате Берии генералу А. С. Александрову, которого затем назначили заместителем Б. Л. Ванникова в Первом главном управлении и через какое-то время начальником Арзамаса-16, запомнился характерный эпизод [27]. Политбюро приняло решение разделить Наркомат угольной промышленности, которым руководил В. В. Вахрушев, на два - для западных районов страны и восточных. Предполагалось, что возглавят их соответственно Вахрушев и Оника. Поручили разделить произвести Берии. Можно представить, сколько мороки вызвала бы подобная процедура при обычном бюрократическом подходе.

Берия вызвал Вахрушева и Онику и предложил им разделиться полюбовно. А по истечении срока вызвал обоих и сначала спросил Вахрушева - претендента на руководство западными районами отрасли - нет ли претензий. Тот ответил, что претензий нет и поделили все правильно. Тогда Берия обратился к Онике: "Как вы?" Оника заупрямился: "У меня есть претензии. Все лучшие кадры Вахрушев себе забрал. И все лучшие санатории и дома отдыха тоже". Видя такое дело, Берия рассудил: "Раз Вахрушев считает, что все разделено правильно, а Оника возражает, то сделаем так: Вахрушев будет наркомом восточных районов, а Оника - западных". И совещание на этом закончил.

М. А. Садовский оказался участником совсем иного по духу совещания у Берии [28]. В его кремлевском кабинете присутствовало около 30 человек и обсуждалась подготовка полигона к первому термоядерному взрыву. Докладчики пытались говорить, как будет размещена техника, какие и как построить сооружения, каких подопытных животных разместить на поле, чтобы изучить воздействие поражающих факторов. Но Берия, распалаясь, вдруг начал высказывать недовольство, обрывать и менять докладывающих ему людей, стал задавать странные вопросы, на которые было трудно дать ответы.

Наконец, он совершенно вышел из себя и, по словам М. А. Садовского, полностью неудовлетворенный сообщениями, почти выкрикнул: "Я сам расскажу!" Затем Берия понес что-то несусветное. Постепенно из его бурного монолога стало выясняться: он хочет, чтобы на опытном поле взрывом было уничтожено все. Чтобы было страшно!

После совещания участники расходились подавленные. А Михаил Александрович, говоря его словами, впервые понял тогда, что иметь дело с Берией - не шутка ...

Берия был быстр в работе, не пренебрегал выездами на объекты и личным знакомством с результатами работ. При проведении нашего первого атомного взрыва он был председателем государственной комиссии. Несмотря на свое исключительное положение в партии и правительстве, Берия находил время для личного контакта с заинтересовавшими его людьми, даже если они не обладали какими-либо официальными отличиями или высокими титулами. Известно, что он неоднократно встречался с А. Д. Сахаровым - тогда еще кандидатом физико-математических наук, а также с упоминавшимся нами О. А. Лаврентьевым, только что демобилизованным сержантом-дальневосточником.

Берия проявлял понимание и терпимость, если для выполнения работ требовался тот или иной специалист, не внушавший, однако, доверия работникам его аппарата. Когда Л. В. Альтшулера, не скрывавшего своих симпатий к генетике и антипатий к Лысенко, служба безопасности решила удалить с объекта под предлогом неблагонадеж-

ности, Ю. Б. Харитон напрямую позвонил Берии и сказал, что этот сотрудник делает много полезного для работы. Разговор ограничился единственным вопросом всемогущего человека, последовавшим после продолжительной паузы: "Он вам очень нужен?". Получив утвердительный ответ и сказав: "Ну ладно", Берия повесил трубку. Инцидент был исчерпан.

По впечатлению многих ветеранов атомной отрасли, если бы атомный проект страны оставался под руководством Молотова, трудно было бы рассчитывать на быстрый успех в проведении столь грандиозных по масштабу работ.

Внимание атомному проекту уделял и И. В. Сталин. Сохранились личные записи И. В. Курчатова [29], сделанные им сразу после часовой встречи с вождем вечером 25 января 1946 года. В беседе участвовали только Молотов и Берия.

В ходе разговора Сталин не советовал заниматься мелкими работами или искать дешевых путей. Подчеркивал, что необходимо действовать "широко, с русским размахом", что в этом отношении будет оказана всемерная помощь. Сталин заметил, что наши ученые очень скромные люди и "иногда не замечают, что живут плохо". По записи И. В. Курчатова, "по отношению к ученым Сталин был озабочен мыслью, как бы... помочь им в материально-бытовом отношении и в премиях за большие дела, например, за решение нашей проблемы... Было предложено написать о мероприятиях, которые были бы необходимы, чтобы ускорить работу, все, что нужно".

К вопросу о премиях мы еще вернемся. А сейчас отметим, что незадолго до первого взрыва нашей атомной бомбы Сталин лично, в присутствии Берии и И. В. Курчатова, заслушал доклады руководителей основных работ о подготовке к испытаниям. Докладчики-специалисты приглашались в кабинет по одному, и Сталин внимательно выслушал каждого. Первое сообщение сделал И. В. Курчатов, затем Ю. Б. Харитон и другие.

Для Ю. Б. Харитона эта встреча со Сталиным оказалась единственной. Сталин спросил у него: "Нельзя ли вместо одной бомбы из имеющегося для заряда количества плутония сделать две, хотя и более слабые? Чтобы одна оставалась в запасе".

Докладчик, имея в виду, что наработанное количество плутония как раз соответствует заряду, изготавливаемому по американской схеме, и излишний риск недопустим, ответил отрицательно. Во время доклада, вопреки некоторым рассказам, превратившимся в легенду, никаких показов плутониевого шарика Сталину и, значит, прикосновений к нему не было. С места своего изготовления в Челябинске-40 плутониевый шарик был доставлен сначала в Арзамас-16, а затем вывезен непосредственно на Семипалатинский полигон. Красивая легенда сложилась, по-видимому, в аппарате Берии, где приведенный диалог со Сталиным объединили с эпизодом, о котором рассказал А. П. Александров [30]. Этот эпизод случился с ним, когда он покрывал в Челябинске-40 плутониевые полушария для первой бомбы никелевой пленкой: "Как-то ночью сижу и этим занимаюсь. Вдруг приезжает целая группа генералов. И давай меня спрашивать, откуда я взял это полушарие и действительно ли это плутоний, а не железка какая-то. Я говорю: смотрите, он же теплый. Он радиоактивный, и сам себя греет. Постепенно я их убедил, что это действительно плутоний".

После взрыва бомбы на полигоне И. В. Курчатов, как рассказывал М. Г. Первухин, в первых числах октября вместе с некоторыми членами комиссии докладывал Сталину о результатах испытания. Сталин интересовался деталями и несколько раз переспрашивал у докладчиков, видели ли они сами то, о чем рассказывают.

Теперь о наградах.

Через два месяца после взрыва атомной бомбы вышло закрытое постановление Совета Министров СССР от 29 октября 1949 года, подписанное Сталиным. До сих пор его текст, кроме награжденных, мало кому известен. Да и о наградах сообщалось упоминаемым в нем участникам только в отдельных персональных выписках, чтобы не посвящать в весь документ. Между тем по этому постановлению несколько особо отличившихся участников работы во главе с И. В. Курчатовым были представлены к присвоению звания Героя Социалистического Труда, премированы крупной денежной суммой и машинами "ЗИС-110" или "Победа", получили звание лауреатов

Сталинской премии первой степени, им были подарены дачи. Этим же постановлением награжденным было предоставлено право на обучение своих детей в любых учебных заведениях страны за счет государства, а также (пожизненно для награжденных, их жен и до совершеннолетия для их детей) право – отмененное затем Хрущевым – на бесплатный проезд неограниченное число раз железнодорожным, водным и воздушным транспортом в пределах СССР.

Среди ветеранов теперь поговаривают, что при представлении к наградам Берия будто бы распорядился (не без зловещего “юмора”) исходить из простого принципа: тем, кому в случае неудачи был уготован расстрел, – присваивать звание Героя; кому максимальное тюремное заключение, – давать орден Ленина и так далее, по нисходящей. Трудно сказать, соответствуют ли подобные разговоры истине или представляют собой пример “устного народного творчества”. Но упоминавшийся нами генерал А. С. Александров вспоминал о подготовке документов о награждениях в очень спокойных выражениях и в совершенно ином ключе [27]: “Однажды Берия поручил мне подготовить проект постановления Совета Министров СССР о мерах поощрения за разработку вопросов атомной энергии... При подготовке проекта мне пришла мысль: а что же эти товарищи будут делать с деньгами – ведь на них ничего не купишь в наших условиях! Пошел я с этим вопросом к Берии. Он выслушал и говорит: “Запиши – дачи им построить за счет государства с полной обстановкой. Построить коттеджи или предоставить квартиры, по желанию награжденных. Выделить им машины”. В общем, то, что я предполагал разрешить им купить, все это теперь предоставлялось за счет государства. Этот проект был утвержден”.

Но и груз ответственности, лежавший на плечах создателей ядерного оружия, был нешуточный. Колочий холодок возможной расплаты за неудачу ощутили участники испытаний, когда впервые заряд не сработал и ядерный взрыв не состоялся. Изделие “отказало”, как говорят в таких случаях разработчики. Правда, первый “отказ” произошел, к счастью, 19 октября 1954 года, когда в нашей стране уже было создано и атомное, и водородное ору-

жие, а Берии уже не было. Разыгравшаяся сценка великолепно запомнилась Е. А. Негину [31]: “После поездки к месту несостоявшегося атомного взрыва Курчатова, Малышева, Зернова, Харитона и других участников мы собрались в каземате и стали спокойно разбираться в причинах отказа. Вдруг появляется некий полковник госбезопасности. В фуражке, начищенный, с иголки. Козырнул и обращается к В. А. Малышеву, нашему министру:

- Товарищ министр! Если я правильно понимаю, произошел отказ?

- Правильно понимаете.

- Разрешите начать следствие...

Нам всем как-то нехорошо стало. Малышев так спокойно начинает говорить:

- Видите ли, здесь наука. Не война. Тут новые вещи, не все еще знаем. Ученые разбираются. Они тоже не сразу могут сказать, в чем причина...

- Так разрешите начать следствие!

Цвет лица Малышева начинает медленно меняться. Он краснеет.

- Я же Вам говорю: это вещь опытная, сделанная в первый раз. Нам, очевидно, в чем-то не повезло, у нас не получилось. Но я думаю, в самое короткое время разберемся и ответы будут.

- Так разрешите начать следствие!

Малышев багровеет, потом произносит:

- Пошел вон...

Полковник опять козырнул, повернулся на каблуках и ушел”.

Отказ изделия был всегда тяжелым испытанием для его разработчиков. Даже такой неистовый на шутки и юмор, жизнерадостный по натуре человек, как Я. Б. Зельдович, и то очень остро переживал подобные неудачи.

Теперь многие понимают, что создание водородного оружия – приоритетное достижение советских физиков. Сначала мы догоняли своих американских коллег, создавших атомную бомбу к середине 1945 года. Но в августе 1949 года опаснейшая монополия США на атомное оружие была ликвидирована. А затем советские физики вырвались вперед и впервые в мире испытали 12 августа 1953 года реальный водородный заряд, готовый к применению в виде бомбы. Идея этого заряда была предложена А. Д. Сахаровым

Правда, американские ученые первыми осуществили термоядерный взрыв 1 ноября 1952 года. Но этот их эксперимент был только этапом к созданию водородной бомбы. Взорванное в США устройство представляло собой огромное нетранспортабельное 50-тонное наземное сооружение размером с двухэтажный дом [32]. Ядерное горючее поддерживалось в нем в сконденсированном состоянии с помощью криогенной техники. Советские ученые обошлись без подобного чрезвычайно сложного и дорогого опыта.

В заочном соревновании по совершенствованию водородного оружия США вышли вперед в 1954 году. Однако уже в 1955 году наши физики, осуществив настоящий технологический прорыв, нейтрализовали успех американцев. Определяющий вклад в создание новой конструкции заряда здесь внесли А. Д. Сахаров, Я. Б. Зельдович и Ю. А. Трутнев. Более того, советские ученые первыми в мире произвели взрыв водородной бомбы, сбросив ее с самолета Ту-16. Этот эксперимент состоялся 22 ноября 1955 года и был выполнен экипажем во главе с Героем Советского Союза Ф. П. Головашко. Кстати, первое в СССР сбрасывание атомной бомбы с самолета было произведено 18 октября 1951 года экипажем во главе с Героем Советского Союза подполковником К. И. Уржунцевым.

Наши физики 30 октября 1961 года осуществили и непревзойденный до сих пор по мощности взрыв 50-мегатонной бомбы. Этот заряд отличался высокой "чистотой": 97% его мощности приходилось на термоядерные реакции. Полный успех испытания 30 октября 1961 года доказал возможность конструировать на основе предложенного принципа водородные заряды практически неограниченной мощности. Авторы этой разработки - А. Д. Сахаров, В. Б. Адамский, Ю. Н. Бабаев, Ю. Н. Смирнов, Ю. А. Трутнев. Подрыв бомбы был осуществлен на высоте четырех километров над Новой Землей с помощью стратегического бомбардировщика Ту-95 под командованием Героя Советского Союза А. Е. Дурновоцева.

Говоря об отдельных ярких экспериментах, мы отмечаем главное - огромную творческую работу замечательных коллективов физиков и разработчиков Арзамаса-16 и Челябинска-70, которая при-

вела к созданию могучего оборонного ядерного щита нашей Родины. Этот успех - результат тесного сотрудничества наших ученых с конструкторами, инженерами и производственниками - истинными мастерами своего дела.

Мы уже отмечали в декабрьском номере "Известий" за 1992 год, что водородная бомба создана в СССР совершенно самостоятельно [8]. Она никоим образом не являлась продуктом деятельности советской разведки. В США также пришли к выводу, что Клаус Фукс не мог передать Советскому Союзу секреты водородной бомбы. Это объясняется тем, что в период, когда Фукс еще сообщал информацию в СССР, наработки американских физиков-ядерщиков по этому направлению были ошибочными и к успеху не вели.

Но в США есть физики, которые, по-видимому, из-за недостатка информации полагают, что советская бомба, испытанная 12 августа 1953 года, не была "настоящей" водородной бомбой [33]. Они также не исключают [33], что советские физики могли получить решающую информацию для создания своей водородной бомбы образца 1955 года из радиохимических анализов атмосферных проб продуктов взрыва, произведенного США 1 ноября 1952 года.

Выясним сначала, была ли советская водородная бомба, взорванная 12 августа 1953 года, "настоящей".

Эффективность конструкции водородного заряда в значительной мере определяется тем, какую степень сжатия термоядерного горючего она обеспечивает в результате стартового взрыва атомного устройства. В этом отношении конструкции советских водородных бомб, испытанных в 1953 году и в 1955 году, действительно были различными. Но мощность заряда, испытанного в 1953 году, примерно в 20 раз превосходила мощность атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму и имевшей такие же габариты и вес. Уже по этой причине испытанный заряд поднимал уровень ядерного оружия на новую ступень. Более того, схема этого заряда допускала создание водородной бомбы порядка мегатонны. Очень важным показателем испытанного заряда являлась его "термоядерность", т.е. вклад собственно термоядерных реакций в полную величину мощности. Этот показатель приближался к 15-20%.

Некоторые американские специалисты склонны отождествлять наше испытание в 1953 году со своими испытаниями типа "Джордж", проведенными в США в 1951 году [33,34]. В этих американских зарядах использовались малые количества трития и дейтерия, чтобы показать, говоря словами Г. Йорка, "что термоядерная реакция при идеальных условиях может иметь место в экспериментальном устройстве". Но подобные опыты, по замечанию другого американского физика Р. Джастрова [35], были "скорее игрой на публику, чем подлинным экспериментом... Использование здоровенной атомной бомбы для инициирования реакции в небольшом пузырьке с дейтерием и тритием напоминало применение доменной печи для поджигания спички". Ясно, что наш заряд, испытанный 12 августа 1953 года, был принципиально другого класса [36]. В нем уже использовалось перспективное термоядерное горючее Li^6D , которое в американских зарядах появилось позднее. Особенностью поэтому было и то, что в нашем заряде тритий нарабатывался в ходе термоядерных реакций в процессе взрыва, а получавшиеся высокоэнергичные нейтроны обеспечивали "трехтактную" схему "деление-синтез-деление". Эта "трехтактность" играет большую роль в современном термоядерном оружии.

Учитывая сказанное, американские коллеги, по нашему мнению, явно недооценивают значение испытания, осуществленного в СССР в августе 1953 года, которое мы с полным правом считаем первым в мире испытанием водородной бомбы.

Наконец, получили ли советские ученые полезную информацию для конструирования своего водородного оружия в результате радиохимического анализа атмосферных проб после термоядерного взрыва в США 1 ноября 1952 года?

Определенно нет, так как организация работ у нас была в то время еще на недостаточно высоком уровне и полезных результатов не дала. Радиохимический анализ проб из воздуха после американского взрыва 1 ноября 1952 года действительно мог дать некоторую информацию о материалах, с применением которых был произведен взрыв. И, в лучшем случае, по соотношению определенных короткоживущих изотопов, образовавшихся в ходе

термоядерных реакций, дал бы возможность судить о степени сжатия термоядерного горючего. Но величина этого сжатия не позволила бы, однако, заключить, как именно сделано взорванное устройство, и не раскрыла бы его конструкцию. С другой стороны, еще в 1946 году советские ученые И. И. Гуревич, Я. Б. Зельдович, И. Я. Померанчук и Ю. Б. Харитон, выступив с предложением об использовании термоядерных реакций для создания бомбы [37], уже тогда пришли к выводу, что "желательна наибольшая возможная плотность дейтерия, которая должна быть осуществлена применением его при высоком давлении", а для инициирования взрыва они предложили использовать урановые заряды. Так что и в этом отношении информация о взрыве 1 ноября 1952 года, если бы она была получена нами, не явилась бы откровением.

Оглядываясь в прошлое, мы понимаем: среди начальных импульсов для американского и советского атомных проектов было и опасение, что фашистская Германия, обладавшая перед войной наиболее передовыми и совершенными технологиями и первоклассной наукой, способна опередить всех в создании атомного оружия. Заявления Гитлера об оружии возмездия звучали зловеще. Позднее, в послевоенные годы, в период "холодной" войны ядерное оружие стало основным аргументом в опаснейшем противостоянии мировых держав. Постепенно освобождаясь от наследия этого противостояния, мы все более осознаем: на рубеже сороковых-пятидесятых годов физики-ядерщики, среди которых и блестящая плеяда советских физиков во главе с И. В. Курчатовым, сделали нечто большее и непреходящее - они открыли цивилизации дверь в новую эпоху. В этой эпохе атомная энергия определяет не только технологический уровень общества, но и влияет на культуру, политику и будущее. Значит, влияет на историю. Это особенно становится ясным, если вспомнить знаменитую работу Иды Ноддак, опубликованную в немецком журнале прикладной химии в 1934 году [38].

И. Ноддак усомнилась в интерпретации опытов Э. Ферми, который облучал уран нейтронами, и высказала мысль, что на самом деле происходит не образование "трансуранов", а расщепление тя-

желого атомного ядра урана на части. Она даже прислала свою статью Э. Ферми, но он не воспринял ее точку зрения [39]. В 1936 году предположение о распаде урана называл абсурдным и Отто Ган [3,40].

Страшно подумать, как развивались бы события, если бы провидческую статью, содержащую

гениальную догадку, на четыре с лишним года опередившую открытие Гана и Штрассмана, сразу осознали физики гитлеровской Германии. Гитлер мог стать единственным обладателем атомной бомбы, и вторая мировая война развивалась бы по иному сценарию. В этом случае сейчас мы имели бы совершенно другую историю.

Список литературы

1. MacMillan Encyclopedia. - New Edition: MacMillan, -ISBN 0-333-34807-9, 1989.
2. Khrushchev N. Memoirs. Ed. by V.Chalidze. Published by Chalidze Publications Manufactured in USA. - N.Y., 1979, p. 249-250,299-300.
3. Jungk Robert. Brighter than a Thousand Suns. - N.Y., 1958; Юнг Р. Ярче тысячи солнц. - М.: Государственное изд-во литературы в области атомной науки и техники, 1961, с. 63.
4. Hahn O., Strassman F. - Naturwissensch., 1939, vol.27, p. 711.
5. Kramish Arnold. The Griffin. - Houghton Mifflin Company, 1986.
6. Газета "Деловой мир". - М., № 211, 31 октября 1992 г., с. 11.
7. Частное сообщение.
8. Газета "Известия" (вечерний выпуск). - М., 8 декабря 1992 г.
9. "Военно-исторический журнал". - М.: Министерство обороны СССР, 1991, № 1, с. 39.
10. Хогертон Дж.Ф., Рэймонд Эл. Когда Россия будет иметь атомную бомбу? - ИЛ, 1948, с. 36.
11. Steenbeck Max. Impulse und Wirkungen. Verlag der Nation. - Berlin, 1978; Штеенбек М. Путь к прозрению. -М.: Наука, 1988, с. 158-159.
12. Иойрыш А.И. О чем звонит колокол. - М.: Изд-во политлитературы, 1991, с. 62-64.
13. Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. - ЖЭТФ, 1939, т.9, вып.12, с. 1425-1427; 1940, т.10, вып.1, с. 29-36; 1940, т. 10, вып.5, с. 477-482.
14. Русинов Л.И., Флеров Г.Н. - Изв. АН СССР, серия физическая, 1940, т.4, № 2, с. 310-314.
15. Петржак К.А., Флеров Г.Н. - ДАН СССР, 1940, т.28, вып.6, с. 500-501.
16. Харитон Ю.Б. - ЖЭТФ, 1937, т. 7, с. 1476.
17. Курчатов И.В. Записка. - Из фондов ИАЭ им. И.В. Курчатова.
18. Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. - УФН, 1983, т.139, вып. 3, с. 513.
19. Химия и жизнь, 1985, № 6, с. 19.
20. Химия и жизнь, 1985, № 3, с. 6-10.
21. Вопросы истории естествознания и техники. -М.: Наука, 1992, № 3, с. 111-118 (в печати).
22. McMillan E., Abelson Ph.H. - Phys.Rev., 1940, vol. 57, p. 1185-1186.
23. Turner L.A. - Phys.Rev., 1940, vol. 58, p. 181-182.
24. Heinemann-Grüder A. Die sowjetische Atombombe. -Verlag Westfälisches Dampfboot, 1992, S. 129-135.
25. Капица П.Л. Письма о науке (1930-1980). М.: Московский рабочий, 1989, с. 237-247.
26. Riehl Nikolaus. 10 Jahre im goldenen Käfig. Erlebnisse beim Aufbau der sowjetischen Uran-industrie. -Stuttgart, 1988, S. 37-45.
27. Частное сообщение.
28. Частное сообщение.
29. Из фондов ИАЭ им. И.В.Курчатова. N 185 от 18.02.1960.
30. Частное сообщение.
31. Частное сообщение.
32. Lapp Ralph. Kill and Overkill. - N.Y., 1962; Лэпп Ральф. Убийство и свержубийство. - М.: Военное издательство Минобороны СССР, 1964, с. 43.
33. Bethe H. "Sakharov's H-bomb". -Bulletin of the Atomic Scientists, October 1990, p. 8-9; Bulletin of the Atomic Scientists, January/February 1990, p. 22-30; УФН, 1991, т. 161, N 5, с. 153-169.

34. York H.F. The Advisors. Oppenheimer, Teller and the Superbomb. - Stanford, California: Stanford University Press, 1989, p. 77.

35. Jastrow R. Why Strategic Superiority Matters. - Commentary, March, 1983, vol. 75, p. 27.

36. Ритус В.И., Романов Ю.А. - Природа, 1990, N 8, с. 10-24.

37. Гуревич И.И., Зельдович Я.Б., Померанчук И.Я., Харитон Ю.Б. - УФН, 1991, т. 161, № 5, с. 170-175.

38. Noddack I. - Angew. Chemie, 1934, B. 47, S. 653.

39. Segre Emilio. Enrico Fermi Physicist. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1970; Серге Э. Энрико Ферми - физик. - М.: Мир, 1973, с. 105-106.

40. Herneck Friedrich. Bahnbrecher des Atomzeitalters. - Buchverlag "Der Morgen", Berlin, 1970; Гернек Фридрих. Пионеры атомного века. - М.: Прогресс, 1974, с. 335-336.

Советские физики шли своим путем

Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов

В наши дни в силу различных причин, включая и окончание “холодной” войны, многое из того, что долгое время было тайным, становится предметом публичных дискуссий. В числе подобных тем - история создания ядерного оружия в Советском Союзе. Профессор Стэнфордского университета (США) Д. Холлуэй справедливо отметил, что “эти дебаты касаются не только России, так как советская ядерная программа была важнейшим звеном в истории “холодной войны”, и эта тема имеет сегодня общемировое значение”.

Наиболее острая дискуссия развернулась, пожалуй, по вопросу о том, какое реальное значение для советских физиков-атомщиков имели добытые разведкой материалы за рубежом. Накал дискуссий связан с тем, что вдруг “заговорившие” некоторые представители советской разведки, участвовавшие в сороковые годы в получении материалов по атомной тематике, но далекие, однако, от технических тонкостей и действительного положения вещей в наших ядерных центрах, дали, к сожалению, субъективную и сильно искаженную картину. К тому же за рубежом, и прежде всего в США, еще в 50-е годы получила широкое хождение легенда о том, что советские ядерщики “украли секреты или в лучшем случае скопировали то, что уже осуществили Соединенные Штаты”.

Возможное значение шпионажа для советского атомного проекта стали обсуждать в Соединенных Штатах задолго до того, как выявились конкретные факты утечки американских атомных секретов. После взрыва в Аламогордо в 1945 году даже высказывались суждения, что публикации по атомной тематике в открытой печати и шпионаж не будут иметь для России решающего значения, поскольку объем работ фантастически велик и слишком изощренны научно-технические методы, необходимые для создания атомной бом-

бы. Американцы понимали, что решающее значение на этом этапе приобретала не столько информация, сколько профессиональное мастерство и создание совершенно нового гигантского научно-промышленного потенциала. Быть может, именно вследствие недооценки возможностей России в США уже в 1945 году появилась примечательная и довольно информативная книга Г. Смита “Атомная энергия для военных целей”. Она тут же была переведена и издана в нашей стране.

После ареста в Великобритании в 1950 году Клауса Фукса, помогавшего Советскому Союзу на добровольной идейной основе, и суда над ним значение шпионажа для советской атомной программы сразу подверглось в США кардинальной переоценке. В этом смысле показательны слова бывшего заместителя директора ЦРУ Р. Клайна: “Я убежден в том, что... проникновение разведки в американские атомные секреты было всеобъемлющим. Все делалось с высочайшим профессионализмом. Подавляющее большинство американцев сначала даже не догадывалось о том, что происходит. Только в 50-е годы люди начали узнавать правду”. И, явно впадая в крайность, Р. Клайн добавил: “...Я думаю, что Советский Союз благодаря материалам, которые добыли в Лос-Аламосе шпионы, выиграл около 5 лет. Я говорю о сроках создания атомного оружия”.

Бывшие резиденты советской разведки, получившие возможность рассказать о своей работе, стали, к сожалению, утверждать, что для первой советской атомной бомбы, как и для первой водородной, ими была получена такая документация, по которой нашим ученым якобы прямо можно было делать эти бомбы. В действительности разведчики формально правы лишь в отношении схемы первой испытанной советской атомной бомбы, однако в отношении водородной - такое мнение является абсолютно ошибочным.

В печати появились и сбивающие с толку публикации, в которых, в частности, приводятся неверно интерпретируемые слова выдающегося участника советского атомного проекта И. К. Кикина о том, что материалы разведки по разрабатывавшейся в 40-е годы в США водородной бомбе (оказавшиеся технически несостоятельными!) "представляют большой интерес". Следует иметь в виду, что И. К. Кикин непосредственно с разработкой и конструированием ядерного оружия связан не был.

Наши физики - создатели ядерного оружия долгое время были вынуждены хранить молчание и в дискуссию не вступали. И только год назад ситуация изменилась.

Обсуждая роль разведки, мы, естественно, должны учитывать два важнейших обстоятельства. С одной стороны, профессиональные задачи разведки, ее способность добывать информацию. С этой точки зрения советские разведчики, опасную работу которых мы высоко ценим и уважаем, охотясь за атомными секретами, добились блестящего результата. Более того, успехом явилось и то, что в 40-е годы разведка завладела материалами, показавшими, как в тот период американские ученые представляли себе реализацию идеи по созданию водородной бомбы. Хотя те первые результаты американских физиков оказались ошибочными, успех разведки был бесспорен.

С другой стороны, очень важно понимать, какую роль в действительности сыграли разведданные для решения конкретных задач советского атомного проекта. Здесь решающее слово может принадлежать только специалистам. С этой точки зрения полученные разведкой материалы по водородной бомбе для советских ученых оказались абсолютно бесполезными.

Как бы убедительно ни выглядела информация, полученная разведкой, она требовала тщательнейшей проверки. Естественно, наши специалисты затратили немало усилий и времени, прежде чем сделали заключение о степени технической достоверности и состоятельности материалов, пришедших из-за рубежа. Даже поэтому заявления некоторых "атомных" разведчиков о том, что советским ученым, занятым разработкой ядерного

оружия, оставалось будто бы лишь "производить перерасчеты", очень далеки от действительности.

В реальной жизни не все так просто, и дезинформация может выглядеть очень правдоподобной. К примеру, многие помнят недавние драматические коллизии в связи с провозглашенной в 1983 году президентом США Р. Рейганом так называемой Стратегической оборонной инициативой (СОИ). Только теперь появились признания бывших высокопоставленных должностных лиц США, что это была сознательно запущенная грандиозная дезинформация. Целью ее было склонить нашу страну к бессмысленным затратам в десятки миллиардов долларов. Министр обороны США того периода К. Уайнбергер недавно заявил в связи с этим, что обман противника - вещь естественная, и добавил: "Вы всегда работаете на обман. Вы всегда стараетесь практиковать дезинформацию. Всегда стараетесь ввести противника в заблуждение, чтобы быть уверенным, что реальная информация ему неизвестна". Ясно, что атомный проект для своего времени был не менее дорогостоящим предприятием, чем, скажем, затраты в связи с СОИ.

Казалось бы, теперь существует очень простой и эффективный способ положить конец дискуссии о значении материалов, полученных разведкой, для советского атомного проекта: достаточно сопоставить добытые материалы с конкретными этапами воплощения нашего проекта и результаты сопоставления опубликовать. Но тогда пришлось бы сделать всеобщим достоянием деликатные технические подробности, относящиеся к ядерному оружию. А это запрещено международным Договором о его нераспространении.

Однако специалисты в области ядерного оружия даже при весьма ограниченной общедоступной информации в состоянии дать объективную оценку уровня самостоятельности тех или иных результатов, полученных советскими атомщиками. Исходным пунктом здесь являются отечественные предвоенные работы наших физиков. Задолго до получения какой-либо информации от разведчиков Я. Зельдович и Ю. Харитон провели расчеты по условиям осуществления разветвленной цепной реакции деления урана в реакторе. В качестве замедлителей нейтронов они предложили исполь-

зовать тяжелую воду и углерод. В те же предвоенные годы Г. Флеров и Л. Русинов экспериментально получили важные результаты по определению ключевого параметра цепной реакции - числа вторичных нейтронов, возникающих при делении ядер урана. В ряду фундаментальных достижений того периода было и открытие Г. Флеровым и К. Петряком самопроизвольного деления урана. Кроме того, Зельдович и Харитон выяснили условия возникновения ядерного взрыва и оценили его разрушительную мощь. Позднее, в 1941 году, они же совместно с И. Гуревичем получили приближенное значение критической массы урана-235.

Дело зашло так далеко, что уже в 1940 году директор Института химической физики академик Н. Н. Семенов направил в свой наркомат письмо о необходимости развития комплекса работ по созданию ядерного оружия. Эта инициатива осталась незамеченной. Тем не менее успехи советских физиков были настолько впечатляющими, что, несмотря на бушевавшую войну, летом 1944 года великий датский физик Нильс Бор в секретной записке президенту США Рузвельту отмечал: "... на основании предвоенных работ русских физиков естественно предположить, что ядерные проблемы окажутся в центре их интересов".

И в самом деле, решением Государственного Комитета Оборона советскому атомному проекту был дан старт уже в феврале 1943 года.* Пройдет шесть с половиной лет, и, к изумлению научной и политической элиты США, надевавшейся на долголетие своей атомной монополии, истерзанный войной Советский Союз произведет первое испытание ядерного оружия. В 1984 году один из самых ярких участников нашего атомного проекта академик Я. Б. Зельдович напишет: "Известно удивление ученых США, когда пробы воздуха показали, что в августе 1949 года их ядерная монополия кончилась... Удивление в США было бы меньше, если бы они читали наши работы предвоенных лет, опубликованные на русском языке. Речь идет при этом не только о работах по цепному делению урана. Наука о взрыве и теория детонации также являются необходимой частью тех знаний,

без которых нельзя решить проблему".

Соединенные Штаты приступили к работе над атомной бомбой, опасаясь, что обладающая превосходным научным потенциалом фашистская Германия может первой овладеть атомным оружием. Объединив усилия лучших физиков Старого и Нового Света, Америка стала энергично создавать небывалые по масштабу атомные лаборатории и заводы-гиганты. Успех был достигнут благодаря совершенной координации усилий науки, промышленности, правительства и щедрому финансированию. Прогрессивные Соединенные Штаты Америки, к территории которых враг даже не прикоснулся, превратили свой атомный проект в интернациональное мероприятие. Наряду с американскими физиками они сумели привлечь к его реализации знаменитостей из Германии, Италии, Венгрии, Великобритании и других стран, знаменитостей, по разным причинам оказавшихся за океаном.

Советский Союз, прервавший свои работы по атомной тематике из-за нападения гитлеровской Германии, был вынужден в середине войны вновь вернуться к ним. Причина заключалась не только в опасности появления атомной бомбы у противника. Мощным толчком явилось и сообщение разведки о глубоко засекреченных усилиях по созданию атомного оружия в Соединенных Штатах Америки, которые по союзническому договору должны были делиться с СССР информацией об этих исследованиях. Первый атомный взрыв и особенно демонстративное применение американцами атомного оружия в Японии советское правительство истолковало как атомный шантаж против СССР, как угрозу развязывания новой, еще более страшной и опустошительной войны.

Кстати, в последнее время обоснованность такого толкования приобрела дополнительную убедительность. Дело в том, что несколько месяцев назад Агентство по национальной безопасности США рассекретило разведывательные донесения, относящиеся к концу второй мировой войны. Среди них особый интерес вызвали материалы, согласно которым еще в мае 1945 года американская разведка пришла к выводу: Япония в отчаянном положении и, скорее всего, готова сдаться в ближайшее время. Как заключил в связи с этим американский историк Г. Алперовиц, "атомная бом-

*См. примечание на стр. 98.

бардировка была излишней". Он добавил также, что, когда принималось решение об использовании атомной бомбы против Японии, политические соображения взяли верх над военными.

У нас к такому выводу пришли сразу, в 1945 году. Опасения за судьбу послевоенного мира и судьбу страны были понятны тогда даже простому человеку, далекому от политических премудростей. И многократно усиливались из-за непримиримого идеологического противостояния СССР и США, когда, казалось, мир бесповоротно раскололся на два враждебных лагеря и военных блока.

Советский Союз был истощен жестокой войной. Погибли десятки миллионов человек, оказались разрушенными более 30000 промышленных предприятий, около 1700 городов и 70 тысяч деревень. А страна должна была в кратчайшие сроки повторить тот же рывок и тот же гигантский объем работ, который был, по заключению экспертов США, "даже для американской промышленности сопряжен с большими трудностями".

В 1948 году, примерно за год до нашего испытания атомной бомбы, эти эксперты заявляли: за время войны "диспропорция между исследованиями по атомной энергии в США и СССР значительно увеличилась"; "советское промышленное строительство все еще находится в веке кирки и мотыги" и перегружено работами по восстановлению трети промышленности. Они понимали также, что некоторые немецкие физики, вывезенные после разгрома Германии в СССР, не окажут существенной помощи, поскольку, по словам американцев, немцы "достигли небольших успехов в секретных научных исследованиях по атомной физике в военные годы".

Американцы рассуждали так: "Россия могла бы попытаться получить "агитационную бомбу" при помощи строительства одного плутониевого завода... Это могло бы приблизить дату производства Россией "бомбы-образца", но отдалило бы срок, к которому Россия имела бы настоящее атомное оружие". Иными словами, обладание единственным экземпляром атомной бомбы, каким бы путем она ни появилась у России, задачи не решало. Настоящее оружие страна приобретает, когда она в состоянии создать свой арсенал.

Но задача была решена! Выдающаяся квалификация советских ученых-физиков и других специалистов, приоритетное внимание к работам по атомному проекту как к государственной задаче наипервейшей важности, концентрация усилий огромной страны - все это в сочетании с патриотическим порывом сотен тысяч занятых в проекте людей позволило совершить чудо.

Участники невероятной гонки помнят, что все работали тогда с огромным напряжением. И единственной мыслью было - лишь бы успеть! Вряд ли широко известно, что осенью 1988 года, находясь в США, А. Д. Сахаров сказал, обращаясь к создателю американской водородной бомбы Э. Теллеру на приеме в честь этого замечательного американского физика: "Я и все, кто вместе со мной работал, были абсолютно убеждены в жизненной необходимости нашей работы, в ее исключительной важности... То, что мы делали, было на самом деле большой трагедией, отражающей трагичность всей ситуации в мире, где для того, чтобы сохранить мир, необходимо делать такие страшные, ужасные вещи".

Да, действительно, благодаря разведке, из США в руки советских ученых-атомщиков попала схема атомной бомбы. Нашим специалистам пришлось немало потрудиться, прежде чем стало окончательно ясно, что схема не есть дезинформация. И, чтобы максимально исключить какие-либо неожиданности, для первого нашего испытания было решено применить именно ее. Это был самый быстрый и самый надежный способ показать, что у нас тоже есть атомное оружие. Таким образом, принятое решение являлось не столько техническим, сколько политическим. Более эффективные конструкции, которые уже тогда виделись советским физикам, могли подождать. Они и отработывались в последующие годы.

К примеру, уже следующая советская атомная бомба получилась более чем в два раза мощнее первой, сделанной наподобие американской. Ее диаметр был существенно меньше копии американской бомбы, и она была почти в два раза легче. Важно отметить, что проработки этого более совершенного варианта бомбы имели весьма ясные очертания уже к 1949 году. Ныне макеты этих двух

атомных бомб, одна из которых была сделана по американской схеме, а другая создана на основе собственных разработок и исследований и испытана в 1951 году, стоят рядом в Музее ядерного оружия Арзамаса-16.

Но американскую схему заряда у нас предпочли использовать не только потому, что сокращалось время для подготовки первого нашего атомного взрыва. Не менее важно было, что успех первого нашего испытания снижал непомерный психологический пресс, в условиях которого работали физики. Ведь к 1949 году атомные исследования и прежде всего строительство гигантских атомных объектов широко развернулись у нас в стране. Были вовлечены колоссальные энергетические, технические и людские ресурсы. Сталин распорядился: "Предоставим Курчатову неограниченные кредиты, но будем контролировать".

Решение воспользоваться уже опробованной на опыте американской схемой было для той конкретной накаленной обстановки единственно правильным. Оно никоим образом не умаляет высокого престижа отечественных физиков. Приступив к работе по созданию атомного оружия в труднейший период войны, они в годы послевоенной разрухи ликвидировали атомную монополию США. А затем, когда создавалось еще более грозное водородное оружие, даже вышли вперед.

После испытания первого советского водородного заряда 12 августа 1953 года американцы сразу заключили по анализам проб воздуха из атмосферы, что "это был взрыв термоядерной бомбы, но изготовленной из материалов, отличных от тех, которые были применены американцами в 1952 году".

Действительно, США в ноябре 1952 года первыми произвели термоядерный взрыв. Но это был взрыв огромного, с двухэтажный дом, наземного лабораторного сооружения. В США этот эксперимент явился только промежуточным шагом на пути к созданию собственной водородной бомбы. Совет-

ские физики обошлись без такого промежуточного и очень дорогостоящего опыта.

А первым в мире реальным водородным зарядом, уже готовым к применению в качестве бомбы и содержащим термоядерное горючее в виде твердого химического соединения, как раз и стал заряд, испытанный в СССР 12 августа 1953 года. Он имел габариты первой американской атомной бомбы, но в 20 раз превосходил ее по мощности.

Это стало выдающимся приоритетным достижением наших физиков и особенно А. Д. Сахарова и В. Л. Гинзбурга. Достижением, которое признается ныне и нашими коллегами в США. Ничего подобного в качестве термоядерного оружия в Соединенных Штатах на тот период времени не было. С советским достижением 1953 года не могут отождествляться ни американские опыты с малым количеством трития и дейтерия, относящиеся к 1951 году, ни уже упомянутый взрыв 1952 года, для которого использовалось термоядерное горючее в сжиженном состоянии при температуре, близкой к абсолютному нулю.

После столь знаменательного события в американских публикациях пятидесятых годов появилось признание: "Ситуация, которой так долго опасался Вашингтон, стала теперь очевидной. Первенство в состязании за "абсолютное оружие" уже принадлежало другой стороне". Успех советских физиков в создании водородной бомбы в 1953 году был настолько значительным, что Академия наук СССР осенью того же 1953 года вместе с А. Д. Сахаровым избрала в свои ряды целую плеяду ученых, усилиями которых этот успех был обеспечен. Как известно, подобного "отклика" после атомного взрыва в СССР в 1949 году со стороны Академии наук не последовало.

...Здесь мы дали некоторые представления о том, каковы были первые шаги при создании отечественного ядерного оружия. Но захватывающие события развернулись и в дальнейшем, когда ядерная гонка между США и СССР набрала максимальные обороты.



Научный руководитель и директор ВНИИЭФ (80-е годы)



Слева направо: Е. А. Негин, С. Б. Кормер, Ю. Б. Харитон



*В президиуме АН СССР — чествование Ю. Б. Харитона с 80-летним и
Я. Б. Зельдовича с 70-летним юбилеем*



*Ю.Б. после избрания его Почетным членом
Международной академии информатизации, 1995 г.*



Открытие мемориальной доски в честь памяти Б. Г. Музрукова



*Встреча американских коллег.
Аэропорт, г. Саров*



С американскими коллегами возле Дома ученых



Руководство ВНИИЭФ с руководителями ядерных лабораторий США



Ю.Б. убеждает собеседника

1997



Здесь жил и трудился Ю. Б. Харитон



Внутренний вид вагона-салона Юлия Борисовича



*В санатории
«Загорские дали»,
8 января 1992 г.*



*Дома в рабочем
кабинете,
1991 г.*



ул. академика Харитона
1 → 25
1991



ул. академика Харитона
1 → 25
1991

Откуда взялось и было ли нам необходимо ядерное оружие. Еще раз о фактах и домыслах

Юлий Харитон, Юрий Смирнов

Скоро двадцатый век станет историей. Историей небывалых потрясений, революций и мировых войн. Историей невероятных лишений множества людей, геноцида, распада колониальных империй, возникновения новых государств. Гигантских социальных экспериментов и глобальных идеологических претензий.

Двадцатый век дал вдохновляющие примеры расцвета цивилизации и взлета науки. Но он же впервые "одарил" государственную и политическую власть абсолютным оружием. Человечество вдруг осознало, что оно смертно, а его судьба может оказаться во власти случая.

Объективное осмысление "ядерного этапа" нашей национальной истории только начинается. И отправным моментом здесь должна стать основанная на достоверных фактах и документах история создания ядерного оружия в Советском Союзе. Крайне важно, чтобы тон в этом исследовании с самого начала задавали компетентные специалисты, и вот по каким причинам.

Многие десятилетия в нашем обществе насаждалась только официальная точка зрения. Отдельная личность подвергалась ограничению: каждый член общества находился в путах идеологических установок и всеохватывающих требований секретности как неизбежного атрибута закрытого общества. Сейчас ситуация резко изменилась, и преграды для выражения личного мнения оказались разрушенными. В новых условиях стало своеобразной модой делать достоянием общественности любое, сколь угодно экстравагантное мнение, не заботясь о его обоснованности.

Для подобных любительских "рассуждений" о советском атомном проекте сложились особенно благоприятные возможности: наши работы по

атомной тематике проводились под покровом глубочайшей секретности, и участвовавшие в них специалисты были связаны "обетом молчания". К сожалению, работа по рассекречиванию продвигается медленно. А тем временем безудержные "фантазии" о советском атомном проекте, прямая фальсификация перешли все разумные границы. Наши средства массовой информации популяризировали даже высказывания, оскорбительные и для отечественной научно-технической интеллигенции, и для многих выдающихся физиков Запада. Между тем в центре внимания общественности оказались вопросы приоритета, профессиональной репутации отечественных физиков-ядерщиков, оправданности создания собственного ядерного оружия и даже проблема моральной ответственности. Естественно, эти вопросы, затрагивающие также честь и достоинство России, не могут остаться без ответа.

Первая и вторая атомные, первая водородная

Утверждение, будто советское атомное оружие было создано исключительно благодаря шпионажу, возникло в Соединенных Штатах Америки еще в начале 50-х годов. Оно явилось реакцией на разоблачение в США участника американского атомного проекта физика Клауса Фукса, который из идейных соображений добровольно передавал агентам советской разведки американские атомные секреты. Позднее американские газеты и репортеры вошли во вкус и заключили, что с помощью шпионажа советские ученые завладели секретом и водородной бомбы. В создание легенды внесли вклад и некоторые авторитетные участники американской атомной программы. Подобным образом американцам легче всего было объяснить ошеломля-

ющие успехи советских физиков-ядерщиков и провозгласить свой приоритет в создании не только атомной, но и водородной бомбы.

В январе 1993 года авторы этой статьи получили возможность выступить с публичным докладом о некоторых узловых этапах советского атомного проекта. В нашем докладе было сказано, что, хотя советские физики к середине 1949 года имели ясные представления и научно-технические проработки собственной атомной бомбы, для первого отечественного взрыва 29 августа 1949 года было использовано устройство, воспроизводившее полученную советской разведкой уже испытанную схему американской атомной бомбы.

Это было сделано совершенно сознательно, учитывая опасное международное положение, когда в любой момент могла разразиться война, а Соединенные Штаты Америки были единственными обладателями атомной бомбы. В этих условиях испытание в ходе первого же эксперимента собственной конструкции атомной бомбы увеличивало бы риск неудачи (как при всяком первом испытании совершенно новой технической конструкции) и явилось бы непозволительным и легкомысленным шагом. В тот критический период не стоял вопрос о техническом приоритете или же о том, чье решение проблемы - американских или советских физиков - было наиболее совершенным с профессиональной точки зрения. Вопрос стоял о сотнях тысяч, если не о миллионах жизней наших соотечественников, о безопасности страны и ее обороне.

Надо было убедительно и быстро продемонстрировать в ходе первого же эксперимента на атомном полигоне, что наша страна также обладает атомной бомбой и развязывание новой войны становится опасным делом для каждой из сторон. Именно эта важнейшая государственная задача и была решена в ходе первого советского атомного взрыва 29 августа 1949 года.

Если с этих позиций рассматривать наш первый атомный взрыв, то разве есть в этой истории какой-то аспект, который может быть поставлен в упрек советским физикам? Разве не для обеспечения безопасности государства существует разведка? И можно ли здесь усмотреть что-то иное, кроме ответственности по самым высоким меркам?

Мы утверждаем: в тех драматических обстоятельствах подвиг советской разведки сыграл исключительную роль. Он способствовал гарантированному успеху первого советского атомного взрыва, как способствовал и зарождению основ атомной промышленности СССР. Но мы разделяем также официальную позицию Службы внешней разведки России, которая совсем недавно, 4 мая сего года, заявила: "Атомное, а затем и термоядерное оружие было создано в Советском Союзе в первую очередь благодаря наличию мощного научно-технического, интеллектуального потенциала. Решающий вклад внесла большая группа советских ученых... Что касается вклада разведки в создание советской атомной бомбы, то ее важная, квалифицированная работа в интересах государства играла вспомогательную роль".

Профессиональное заочное соперничество советских и американских физиков-ядерщиков стало явью уже при проведении второго атомного взрыва в СССР. Именно во время этого эксперимента в 1951 году на Семипалатинском полигоне была испытана оригинальная конструкция атомной бомбы, разработанная советскими физиками. Успех был полный. Новая бомба обладала выдающимися, говоря на языке военных специалистов, тактико-техническими характеристиками: она была вдвое мощнее американского прообраза, но значительно меньше по диаметру и почти вдвое легче.

Советский термоядерный взрыв 12 августа 1953 года имел бесспорный приоритетный характер: это был первый в мире взрыв транспортабельной водородной бомбы, готовой к применению. Ничего подобного на тот момент времени у США не было.

Свидетельства западных ученых...

Реакция на наши выводы со стороны американских коллег не заставила себя ждать. Они публично признали, что советские ученые получили благодаря разведке из США по тематике водородной бомбы только ошибочные материалы, которые к успеху не вели.

В марте 1993 года Эдвард Теллер, создатель американской водородной бомбы, сообщил, что приведенная нами информация "исключительно ин-

интересна, так как в ней рассматривается создание ядерной взрывчатки с другой и, очевидно, обоснованной точки зрения", и добавил: "... создание атомной и водородной бомб происходило в СССР и в США совершенно различными путями. Таким образом, мало смысла в том, чтобы заявлять, кто был впереди в какой-то момент времени".

Другой выдающийся участник американского атомного проекта, Нобелевский лауреат Ханс Бете, говоря о советском взрыве водородной бомбы 12 августа 1953 года, подчеркнул: "Поразительно, что они смогли это осуществить... В то время мы не смогли бы это сделать".

Таково мнение авторитетных профессионалов - наших коллег из-за океана, которым не чужды интересы приоритетного характера. Тем более странными и курьезными выглядят некомпетентные, оскорбительные заявления, прозвучавшие благодаря нашим средствам массовой информации. Ведь уже давно общеизвестны слова великого датского физика Нильса Бора, с которыми он летом 1944 года обратился к американскому президенту Рузвельту: "...на основании предвоенных работ русских физиков естественно предположить, что ядерные проблемы окажутся в центре их интересов". И он не ошибся.

Менее известна другая "сторона медали". Легко говорить о значении материалов разведки после того, как атомная проблема была успешно решена. Но каждый, наверное, понимает, что научно-технические материалы, полученные разведкой, сами по себе ничего не дают и никакой проблемы не решают: они должны попасть на благодатную почву - в руки достойных профессионалов, располагающих необходимой научной и производственной базой.

Чтобы читатель почувствовал, насколько непростой была ситуация в "реальном масштабе" времени, мы напомним слова нашего замечательного физика П. Л. Капицы, с которыми он обратился 22 ноября 1945 года к Сталину: "Пока получаемые сведения недостаточны, чтобы создать атомную бомбу, часто их дают нам, несомненно, для того, чтобы сбить с правильного пути... Было бы легче, если бы было известно, каким путем идти, но путь-то неизвестен...". Речь здесь как раз о материалах

разведки, и Петр Леонидович прекрасно понимал, о чем говорил: как член специального Научно-технического совета он регулярно слушал доклады на этом совете работников так называемого "Бюро № 2" - отчеты по материалам разведки Отдела "С", который возглавлял тогда генерал-лейтенант НКВД П. А. Судоплатов. Как известно, 1945 год был особенно удачным для "атомных" разведчиков. Однако полученные ими материалы потребовали еще огромного по масштабу объема работ наших физиков, прежде чем они "пошли в дело". Естественно, своим ходом развивались собственные разработки и исследования, создавалась база атомной отрасли в СССР.

...и другие сочинения

Так из-за чего же продолжается дискуссия, если разведка официально признает "решающий вклад" наших ученых в создание отечественного ядерного оружия, а физики подчеркивают выдающуюся роль советских "атомных" разведчиков? Ответ прост. Физики отдают должное профессиональному мастерству разведки, сумевшей заполучить сверхоберегаемые секреты. Но мы недоумеваем, когда некоторые ветераны "атомной" разведки пытаются судить о технической стороне дела и о масштабах использования добытой ими информации в конкретных отечественных разработках. Здесь решающее слово может принадлежать только специалистам.

Именно попытка отдельных представителей "атомной" разведки стать техническими экспертами и привела к скандальным спекуляциям в средствах массовой информации. Вспомним, как несколько лет назад В. Филатов - генерал "от журналистики" - с пафосом восклицал, имея в виду советских физиков-ядерщиков: "Эти ученые никогда бы сами не стали знаменитыми. Пусть они ручки целуют нашей разведке!" Филатов указал и на своего "вдохновителя" - "одного из разведчиков", которого разрешили "открыть".

Спрашивается, какую "пищу" получают журналисты, если руководивший проникновением в американские атомные тайны Л. Р. Квасников, по видимому, бывший замечательным профессиона-

лом-разведчиком, вдруг в мае 1992 года заявил с телевизионного экрана: "Вопрос стоял не только об атомной бомбе (тут, по мнению Квасникова, "Харитон выдавал все это за свое". - Прим. авторов). Вопрос стоял о термоядерной. Но термоядерная же - она тоже получена! И если Сахаров говорит, что... я делал это сам, то это просто-напросто нечестный подход... И в академики-то он попал... вот если бы вы разобрались, как это было все сделано".

Ныне по той же стезе вольных или невольных скандальных спекуляций и извращения фактов пошел бывший генерал-лейтенант Судоплатов, который "вдохновил" уже целый легион журналистов и легковверных людей своими рассуждениями о "беспомощности" советских физиков, об "аварии" осенью 1945 года на советском атомном реакторе, которого еще не существовало в природе, о Нильсе Боре, который якобы дал советскому агенту "информацию, позволившую ликвидировать аварию, восстановить нужное производство и тем самым ускорить создание атомной бомбы" (так написал Судоплатов. - Прим. авторов). Теперь эти фантазии Судоплатова документально опровергнуты, но с извинениями хотя бы в адрес читателей, как видим, он не торопится. Как не торопится и с доказательством других своих голословных утверждений, содержащихся в его мемуарах, в частности в отношении Р. Оппенгеймера, Э. Ферми, Л. Сциларда и других выдающихся физиков Запада.

Конечно, сожаление вызывает и то, что журналисты, не вникнув в статью Договора о нераспространении ядерного оружия, делают опрометчивые выводы. Так, в запрете на открытую публикацию отдельных материалов разведки по атомной тематике, обнародование которых прямо нарушило бы требования договора, они пытаются усмотреть стремление ядерщиков "сохранить честь мундира". Отметим поэтому, что мы уже давным-давно официально предложили нашим ядерщикам и представителям разведки совместно изучить материалы по атомной тематике, добытые в свое время за рубежом. И, сообразуясь с ограничениями, вытекающими из интересов национальной безопасности и Договора о нераспространении, информировать общественность о реальном вкладе раз-

ведки в советский атомный проект, чтобы исключить любые измышления на эту тему.

В последнее время появился еще один источник "любительских" импровизаций на "атомную" тему - высказывания сыновей двух бывших высокопоставленных родителей: Серго Берия в книге "Мой отец - Лаврентий Берия" и Сергея Хрущева в его двухтомнике "Никита Хрущев: кризисы и ракеты". Как-то странно сознавать, если верить содержанию книг, что и Л. Берия, и Н. Хрущев делали сыновей своими доверенными лицами по делам особой государственной важности. Не вдаваясь в обсуждение этого вопроса, должны, однако, сказать следующее.

Утверждение С. Хрущева, что "Китай не получил советской атомной технологии", не отражает действительного положения вещей уже потому, что ряд полезных сведений был передан Китаю. И уж совсем странной является претензия С. Хрущева создать впечатление, что на каком-то этапе по конструкциям ядерных зарядов "все, что мы имели, относилось в лучшем случае к вчерашнему дню".

Нагромождением грубых ошибок, мистификаций, а то и просто непониманием обсуждаемого вопроса (как это имеет место, например, при "сопоставлении" конструкций американской и советской атомных бомб) изобилует практически вся глава "Ядерный щит" книги С. Берия. В книге-интервью "Сын Лаврентия Берия рассказывает..." Р. Чилачавы, изданной два года назад, С. Берия договорился даже до того, что его с И. В. Курчатовым "деловое сотрудничество заключалось в выработке конструкций ядерных зарядов", хотя Курчатов, возглавляя советский атомный проект, конструкциями зарядов непосредственно не занимался. Тем более не занимался "выработкой конструкций ядерных зарядов" С. Берия.

К слову сказать, в этой же книге-интервью, рассказывая о некоем Роберте, жившем перед войной у них дома, С. Берия рассуждает: "Конечно, для идентификации личности мало одного имени, но, вспоминая внешность, возраст, глубину знаний нашего гостя Роберта, я все-таки прихожу к выводу: это был Оппенгеймер". В книге "Мой отец - Лаврентий Берия" С. Берия уже ни в чем не сомневается и, делая "ход ферзем", вкладывает в

уста своего всесильного отца следующие слова: "Помнишь, у нас несколько лет назад гостил Роберт... Он приезжал к нам для того, чтобы предложить реализовать этот проект (атомный. - Прим. авторов), о котором ты слышал. Сейчас работает в Америке". Наконец, в последней телепередаче "Совершенно секретно" С. Берия уже безапелляционно заявляет: "Когда у нас нелегально находился Оппенгеймер, была создана комиссия с предложением начать работы по атомному проекту в 1939 году. Он был в Москве и жил у нас в доме в течение месяца".

Нам кажется, что для обнародования своей крайне претенциозной и более чем сомнительной "догадки" в отношении руководителя работ по американской атомной бомбе Роберта Оппенгеймера С. Берия должен был позаботиться о куда более убедительных доказательствах. Как и в отношении существования некой мистической комиссии "по атомному проекту" образца 1939 года, якобы "созданной по инициативе" Л. Берия.

Была ли нужна бомба

В последнее время у нас появились публикации, вообще ставящие под сомнение необходимость создания отечественного ядерного оружия. Утверждается, что с появлением ядерного оружия "человечество подписало себе смертный приговор", а наши ученые, занятые в этой области, должны покаяться как люди, которые якобы работали "в конечном счете на войну". Вряд ли высказывающие подобные взгляды авторы делают это по злему умыслу. Но они определенно переносят логику здравствующих ныне людей на события прошлого, которые развивались по жестким, специфическим законам своего времени.

Согласитесь, история цивилизации - преимущественно горькая, трагическая последовательность войн, кровавых столкновений и недоверия между народами и государствами. Кульминацией явилась чудовищная вторая мировая война, в ходе которой впервые в истории человечества против людей было применено даже ядерное оружие.

Сколь угодно можно было уповать, что после такой кровавой бойни человечество и высшие ру-

ководители великих держав преодолеют вековые традиции и инерцию вооруженных конфликтов. Что теперь установится вечный мир, а оружие будет уничтожено. Но этого не произошло, да и вряд ли такая цель в принципе была достижима. Послевоенное непримиримое идеологическое противостояние между США и СССР только усугубило положение.

Задайтесь вопросом: как должна была поступать наша страна, разоренная гитлеровским нашествием, понесшая несметные жертвы, перед фактом не теоретической, а реальной угрозы? Выжидать, как будут развиваться события? Надеяться, что другая сторона, располагающая ядерным оружием и уже применившая его, ни при каких обстоятельствах не пустит его в ход против нашей страны?

Или, быть может, позволительно считать, что если руководство нашей страны было коммунистическим, а руководство США таковым не было, то о безопасности нашей Родины и ее народа не надо было заботиться? Теперь, когда раскрыты трагические страницы нашего недавнего прошлого, а сталинское руководство предстало как деспотический и преступный режим, появились не лишние оснований сомнения - той ли власти было передано в руки столь страшное оружие.

Однако давайте прислушаемся к словам великого патриота нашей страны Андрея Дмитриевича Сахарова, который в 1988 году, приветствуя Эдварда Теллера, отнюдь не идеологические симпатии или антипатии поставил во главу угла: "Я и все, кто вместе со мной работал, были абсолютно убеждены в жизненной необходимости нашей работы, в ее исключительной важности... То, что мы делали, было на самом деле большой трагедией, отражающей трагичность всей ситуации в мире, где для того, чтобы сохранить мир, необходимо делать такие страшные, ужасные вещи".

Если вас не убеждают эти слова, давайте обратимся к мнению американских ученых. Один из них - специалист по ядерному оружию Эдвин Кнолл, характеризуя послевоенную ситуацию, пришел к выводу: "Соединенные Штаты тогда имели монополию на наиболее эффективное оружие,

когда-либо изобретавшееся человеческим гением. Вооруженная таким оружием, эта нация могла перекраивать послевоенный мир по своему усмотрению. Кроме того, другая великая сверхдержава, триумфально прошедшая вторую мировую войну - Советский Союз, - могла держаться в узде американской атомной монополией... Новая роль атомного оружия - сохранять и расширять гегемонию Америки в мире... В высших помыслах администрации Трумэна и во внешнеполитическом курсе это было началом установления господства интересов Соединенных Штатов во всем мире".

Другой американец - Лайнус Полинг - лауреат Нобелевской премии по химии и Нобелевской премии мира, страстный борец за запрещение испытаний ядерного оружия, много лет назад писал: "Я убежден, что создание этого страшного оружия **вынуждает** (подчеркнуто нами. - Авт.) нас начать период мирной истории, период мира и благоразумия".

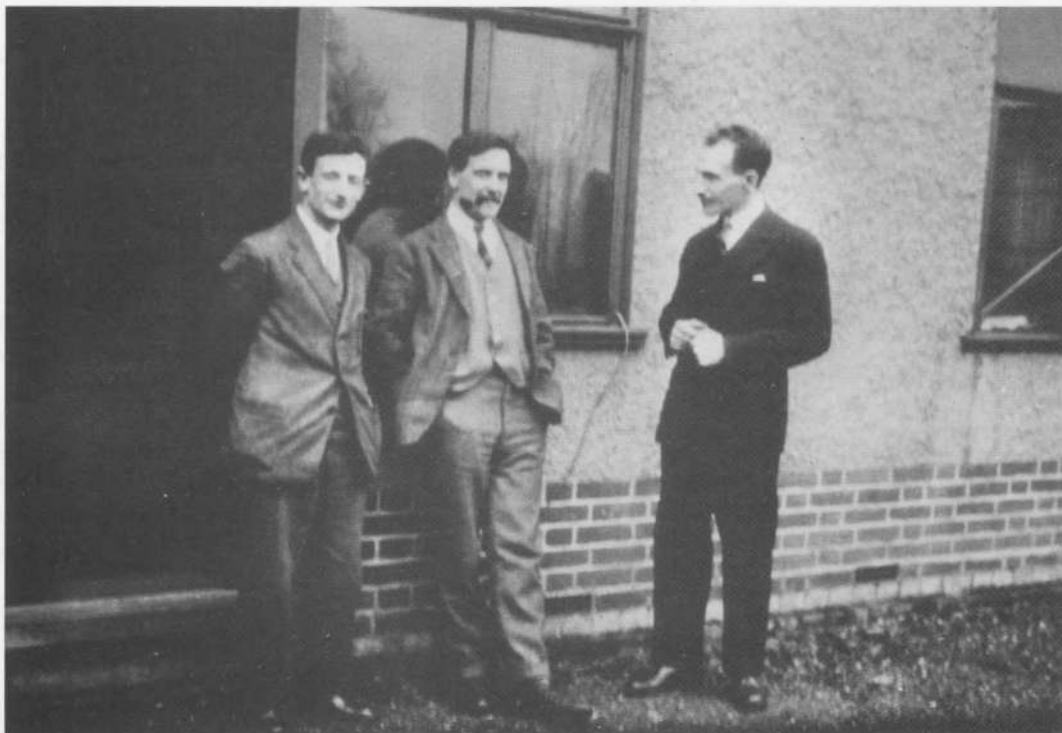
Мы солидарны как с этими словами, так и особенно с позицией Андрея Дмитриевича. И нет сомнений, что участники нашего атомного проекта самоотверженно работали именно для того, чтобы предотвратить ядерную катастрофу на нашей планете.



*Юлий Борисович
после окончания института,
1925 г.*



С женой Марией Николаевной и дочерью Татьяной



*Во время научной командировки в Кавендишской лаборатории.
Слева: Ю. Б. Харитон, П. Л. Капица, Л. Терман.
Англия, 1927 г.*



*В гостях у П. Л. Капицы,
Англия, 1927 г.*



На прогулке с дочерью



*Юлий Борисович с Евгением Аркадьевичем
и Валентиной Романовной Негиными*



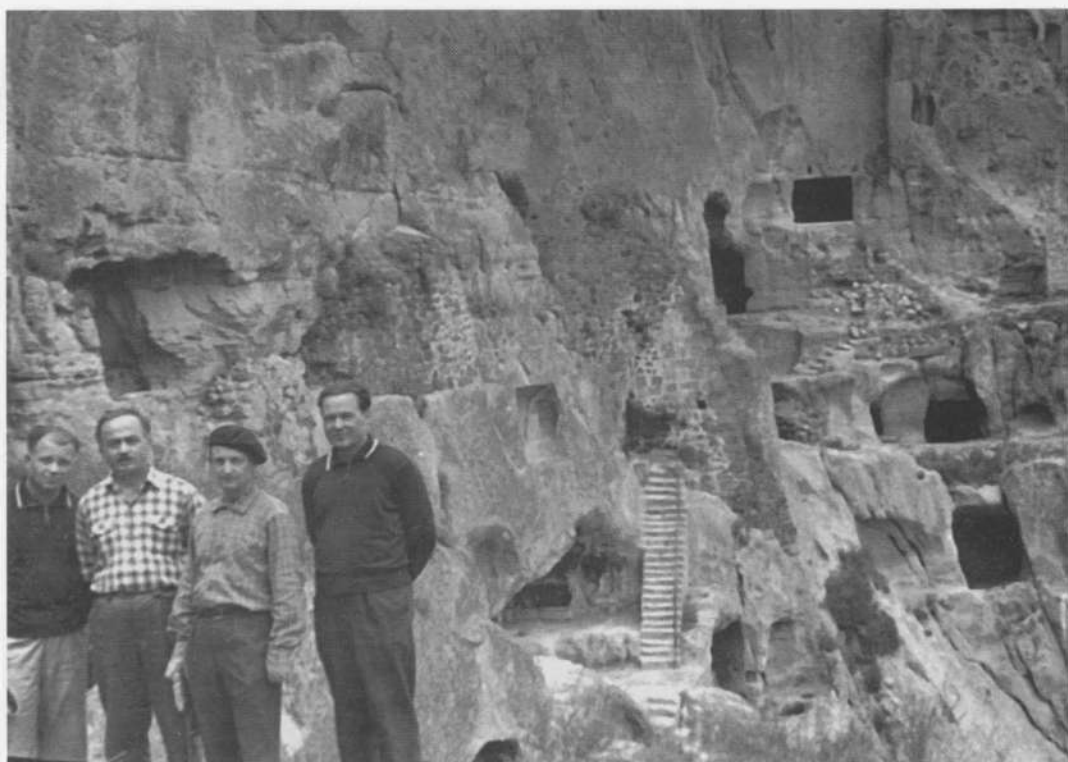
*Ю. Б. Харитон, Франк-Каменецкий (слева) с сыновьями Максимом и Альбертом
и В. Б. Адамский (справа), 50-е годы*



*Перед праздничной демонстрацией: 70-е годы.
Слева направо: Е. А. Негин, Ю. Б. Харитон, Б. Г. Музруков*



Юлий Борисович и научный руководитель ВНИИА А. А. Бриш



На Кавказе во время отдыха. 60-е годы



На Камчатке, 1983 г.



С женой Марией Николаевной на Рижском взморье



С сестрой А. Б. Захаровской



Ю. Б. Харитон с дочерью



Дома среди близких родственников, 1984 г.



За праздничным столом



*Б. Г. Музруков, Ю. Б. Харитон, В. А. Цукерман.
Прыжок совершает внучка Цукерманов*



С внучкой Мусей



*Ю. Б. Харитон с женой Марией Николаевной и их дочь с мужем.
70-е годы*



*Юлий Борисович с женой (справа) и Е. А. Козыревой,
с ними шофер М. И. Курков. На Протяжке*



*Ужин в вагоне-салоне Ю. Б.
50-е годы*



*В Казахстане.
Слева направо: Ю. Б. Харитон, И. В. Курчатov и его секретарь.
50-е годы*



Слушаю ...



Знакомство с очередной рукописью



Б. Г. Музруков и Ю. Б. Харитон. На прогулке





28.10.1993

Вечерняя встреча
с друзьями



На скамеечке втроем...



*Ю. Б. Харитон в США.
1991 г.*



*Ю. Б. Харитон и его врач А. Б. Семин.
США, март 1991 г.*



*С внуком А. Ю. Семеновым.
США, 1991 г.*



*Ю. Б. Харитон с внуком (слева) и врачом.
США, 1991 г.*



У бюста Ю. Б. Харитона в парке Победы (Санкт-Петербург). Слева направо:
И. Д. Спасский, Ю. А. Трутнев, Ю. Б. Харитон, А. А. Бриш, Н. С. Хлопкин

И. Е. Тамм глазами физиков Арзамаса-16

Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. А. Романов, Ю. Н. Смирнов

К счастью, и сейчас, в канун столетия со дня рождения Игоря Евгеньевича Тамма, здравствует множество людей, хорошо его знавших, учившихся у него или вместе с ним работавших, в памяти которых продолжает жить этот выдающийся светлый человек. Влияние его необыкновенной личности на нашу науку и окружающих его людей было глубоким и многообразным. Оно непреходяще. Его нравственный облик был неотразим.

Уже в довоенные годы он воспринимался как “живой классик” науки, пользовавшийся исключительным авторитетом среди физиков мира. Ему принадлежали выдающиеся открытия в области физики элементарных частиц и физики твердого тела. Довоенная работа вместе с П. А. Черенковым и И. М. Франком принесла ему и им в 1958 году Нобелевскую премию по физике за, как сказано в решении Нобелевского комитета, “открытие, объяснение и использование эффекта, носящего имя Черенкова”¹.

Не случайно П. Л. Капица, приглашая осенью 1943 года Нильса Бора, покинувшего оккупированную фашистами Данию, перебраться в Советский Союз, наряду с гарантиями искреннего гостеприимства добавил: “Даже самая маленькая надежда, что Вы приедете жить с нами, от всего сердца приветствуется нашими физиками: Иоффе, Мандельштамом, Вавиловым, Ландау, Таммом, Алихановым, Семеновым и рядом других...”².

Даже мимолетная, случайная встреча с Игорем Евгеньевичем становилась запоминающимся событием.

Его редкостное обаяние сразу испытали на себе обитатели альпинистского лагеря, оказавшиеся с ним на Кавказе в один из предвоенных заездов. Он был там очень недолго и вскоре ушел на восхождение. Он был остроумен, улыбчив, любил шутить, умел рассказывать, не скрывал своей любви к горам. Но не это оказалось главным. Покорила его удивительная доброжелательность к людям. Что бы где ни случилось, если кому-нибудь было хоть чуточку плохо, — он всегда был там. И в лагере все его обожали.

Вспоминают, что научные семинары Игоря Евгеньевича сильно отличались от других. Когда слушателям становилось все труднее понимать докладчика, вдруг вставал Игорь Евгеньевич. Он начинал объяснять, и картина прояснялась. Он обладал замечательным даром сразу воспринимать новое и видеть перспективу. Это делало его не только замечательным педагогом и воспитателем, но превращало в активного лидера и провозвестника зарождающихся новых направлений в науке. И он не раз (особенно в конце 40-х и в 50-е годы) демонстрировал это свое уникальное качество.

Игоря Евгеньевича очень любили коллеги и пользовались каждой возможностью обсудить с ним тот или иной научный вопрос. Он и сам искал контакта. Даже на даче, на природе он заходил на какой-нибудь соседний участок, говорил хозяйке что-то типа “какие у вас красивые цветочки...” и тут же “извлекал” для профессионального разговора своего очередного собеседника. Тогда можно было видеть “дуэт”, прогуливающийся по “большому кругу”, образованному дачными проулками. Причем одного из участников “дуэта” — Игоря Евгеньевича, невысокого и очень живого, всегда можно было отличить по темпераменту и по его манере время от времени закладывать руки за спину.

¹ Чолаков В. Нобелевские премии. М.: Мир, 1987, с. 356.

² Капица П. Л. Письма о науке. М.: Московский рабочий, 1989, с. 209.

Когда тяжкая болезнь приковала Игоря Евгеньевича к дыхательному аппарату и его жизненное пространство вдруг навсегда сжалось до размеров комнаты, он несколько лет до конца сохранял полное самообладание и не терял интереса к делу своей жизни — к физике. Навещавшие его видели перед собой обреченного человека, и сердце сжималось. Но всякий раз они видели и новую гору листов бумаги на столе в углу, исписанных быстрой рукой Игоря Евгеньевича, — свидетельство неугасающего интереса к захватившей его проблеме. Обрушившаяся беда была чудовищной и казалась особенно несправедливой по отношению к Игорю Евгеньевичу. Друзья и коллеги приходили к нему, чтобы поддержать. Но расставшись с ним, вдруг понимали, что он поддержал их самих.

...Многих поразили его похороны. Поразило, что пришло так много молодежи. Особенно университетских биологов, которые, казалось, пришли всем факультетом, в полном составе. Это была дань особого уважения к памяти Игоря Евгеньевича, так много сделавшего для очищения их науки от воинствующих отечественных шарлатанов.

Будучи преданным знанию и фактам, он непоколебимо выступал против всяких извращений научной истины, не считаясь с тем, были ли они порождением дремучей невежественности или следствием идеологических и политических спекуляций. В этой борьбе он не раз подвергался гонениям. Но, оберегая своих учеников, неизменно отговаривал их самих от участия в подобных столкновениях и ставил в пример молодого А. Д. Сахарова, который тогда был полностью поглощен работой: «Вам могут не дать диплом защитить! Меня это беспокоит... Не лезьте в политику! Посмотрите на Андрея Дмитриевича: он занимается только наукой...».

Однако исходившая от Игоря Евгеньевича аура исключительной порядочности и чистоты, высочайшая нравственность стали для молодежи лучшим воспитательным ориентиром. Недаром Андрей Дмитриевич написал позднее в своих «Воспоминаниях», что особенно велика в его жизни была роль Игоря Евгеньевича, и тем более, «если говорить об общественных взглядах, вернее — принципах отношения к общественным явлениям»¹.

¹ Андрей Сахаров. Воспоминания. Нью-Йорк, Изд-во имени Чехова, 1990, с. 163.

“Тайны” и документы

Из-за репрессий против А. Д. Сахарова в двух предшествующих изданиях книги о И. Е. Тамме всякое упоминание имени Андрея Дмитриевича было запрещено. Таким образом, создавалась иллюзия, что как бы вообще не существовало замечательного явления — великого Учителя и его великого Ученика. Фактически книга выходила без одной из самых интересных и захватывающих глав².

По режимным соображениям тех лет замалчивалась и роль Игоря Евгеньевича при создании первой советской водородной бомбы, его жизнь в Арзамасе-16 с 1950 по 1953 год. Правда, туманные упоминания об этом периоде в прошлых изданиях книги все-таки встречаются. Так, говорится, что Игорь Евгеньевич в 1950—1953 гг. “был занят работами по прикладной тематике и редко появлялся на семинаре”; что ему в этот период “приходилось долго работать вдали от Москвы, часто находиться одному, без семьи”; “приходилось летать на самолетах ЛИ-2, салоны которых не отапливались”; что “в самом начале 1950 г. Тамм возглавлял группу молодых физиков, занимавшуюся исследованиями термоядерного синтеза. Не колеблясь, он... (заявлялся) прикладными вопросами, которые важны были для благополучия страны”³.

Без каких-либо пояснений были приведены даже следующие строки из личного письма И. Е. Тамма от 24 апреля 1953 года (то есть относящиеся к периоду, когда создание первой в мире водородной бомбы вступило в завершающую и самую напряженную фазу): “Я очень загружен работой, в феврале было острое переутомление, но “Узкое” очень быстро его ликвидировало”. Наконец, в книге было сказано, что “в 1953 г. основная задача нашей прикладной деятельности была выполнена и были проведены успешные испытания установки, над которой мы работали... Игорь Евгеньевич искренне радовался успешному завершению дела”⁴. Разумеется, внимательному читателю достаточно

² Воспоминания о И. Е. Тамме. М.: ИздАТ, 1995, с. 3.

³ Там же, с. 51, 146, 207, 209.

⁴ Там же, с. 386, 242

было связать все эти разбросанные по книге свидетельства с тем, что в 1953 г. он был избран в академики, а в 1954 г. удостоен звания Героя Социалистического Труда, чтобы понять: испытание советской водородной бомбы 12 августа 1953 года “не обошлось” без Игоря Евгеньевича.

О его причастности к атомной программе страны говорили и другие факты. И. Е. Тамм был членом советской делегации, направленной на совещание научных экспертов нескольких стран для проведения технических переговоров по изучению методов обнаружения ядерных взрывов. Совещание проходило летом 1958 года во Дворце Наций в Женеве, и его выводы явились основой для переговоров ядерных держав о прекращении испытаний ядерного оружия. Игорь Евгеньевич по тогдашним меркам был человеком весьма “сложных” анкетных данных. И вряд ли стоит сомневаться, что его вовлечение в атомные дела было не только следствием его высочайшей научной репутации, но, очевидно, и сильной поддержки со стороны Игоря Васильевича Курчатова. Было и еще одно интересное обстоятельство.

“Я догадываюсь, - вспоминает Е. Л. Фейнберг, - что привлечение Игоря Евгеньевича состоялось только благодаря удивительным качествам Игоря Васильевича. Ведь на моих глазах в сентябре 1943 года прошли выборы в академики на одно вакантное место по специальности “экспериментальная физика”. Были два претендента — А. И. Алиханов и И. В. Курчатов. У Алиханова были обвораживающие черты личности, и он умел просто и очень убеждающе рассказывать про свою физику. Игорь Евгеньевич был его — а не Курчатова — горячим поклонником. Поэтому он развил бешеную агитацию, чтобы избрали Алиханова. И преуспел: академиком стал Алиханов! Тогда правительство ввело дополнительное место, на которое и избрали Курчатова... При этих условиях Игорь Васильевич мог бы быть обижен на Игоря Евгеньевича, и это сказалось бы на их взаимоотношениях. Но для Курчатова — человека широких взглядов и здравого понимания, главным всегда было дело, и он сознавал, что такая большая сила, как Тамм, не может оставаться в стороне. Результат получился, конечно, блестящий!”

По постановлению правительства в 1948 году для расширения исследований по водородной бомбе была создана специальная группа под руководством И. Е. Тамма в Физическом институте Академии наук СССР. К этому времени в течение нескольких лет проблемой водородной бомбы уже занимался коллектив Я. Б. Зельдовича в Институте химической физики.

Вскоре, как только была организована группа И. Е. Тамма в ФИАНе, два его молодых ученика — А. Д. Сахаров и В. Л. Гинзбург — предложили две кардинальные идеи. Эти идеи и легли в основу первого термоядерного заряда — “слойки” — испытанного 12 августа 1953 года.

Дела продвигались настолько успешно, что Игорь Евгеньевич весной 1950 года вместе с А. Д. Сахаровым и Ю. А. Романовым переехал работать на объект — в нынешний Арзамас-16. Он был зачислен в штат сотрудников объекта с 23 марта 1950 года.

Как было заведено, Игорь Евгеньевич 8 апреля 1950 года заполнил здесь стандартную анкету и написал краткую автобиографию. Он указал, что “в ВКП(б) не состоял”, а на вопрос “состоял ли в других партиях, в каких именно, с какого и по какое время” ответил: “с 1915 г. по апрель 1918 г. был меньшевиком-интернационалистом”. Он написал, что в 1913—1914 годах учился в Эдинбургском университете в Англии и затем перевелся в Московский университет. Что был в научных командировках в Голландии, Германии и Англии. В анкете указано также: “Владею хорошо английским, французским, немецким, владею слабо украинским, итальянским, голландским... В армии не служил, на территории оккупированной не находился”. А в автобиографии он написал: “В 1941 году ввиду тяжелой болезни матери и инвалидности моей сестры Татьяны отец с моей матерью и сестрой не смог эвакуироваться из Киева. При немцах он работал на заводе “Большевик” техническим переводчиком. Мать моя умерла в 1943 году. В 1944 году отец и сестра Татьяна были привлечены к ответственности по обвинению в том, что они были “фольксдойче”. Сестра три месяца находилась под арестом, после чего она была освобождена, обвинение с нее и отца было снято... Брат мой Леонид

Евгеньевич Тамм, инженер-химик, в 1936 году был арестован и осужден на 10 лет по 58 статье. Умер в заключении в 1942 году. ...¹.

Эти записи Игоря Евгеньевича не только говорят о его связи с европейской научной школой. В них запечатлелось и жестокое время, которое безжалостно обошлось с самыми дорогими ему людьми. Конечно, подобные анкетные данные в сталинскую эпоху не предвещали ничего хорошего. Тем мужественнее выглядит гражданская позиция Игоря Евгеньевича в истории, которая случилась на этом сверхсекретном, режимном объекте. В январе 1951 года спецслужбы установили, что возглавлявший математическую группу М. М. Агрест — глубоко верующий человек. Более того, оказалось, что в 15 лет он стал дипломированным раввином и у него чуть ли не обнаружили родственники в Израиле! Было принято решение, по которому Агрест «должен быть устранен из объекта в течение 24 часов». Н. Н. Боголюбов, Д. А. Франк-Каменецкий и И. Е. Тамм были возмущены бесчеловечностью этого решения и открыто выразили свой протест. О «24 часах» речи больше не шло. Но поддержка М. М. Агреста этим не ограничилась. Андрей Дмитриевич предоставил в распоряжение его многочисленной семьи свою пустовавшую в то время московскую квартиру. А Игорь Евгеньевич демонстративно громко заявлял на службе, что сегодня он раньше кончает работу и идет помогать уезжающему коллеге укладывать вещи.

И действительно — результат получился блестящий!

Приезд на объект И. Е. Тамма с группой своих молодых сотрудников и новыми идеями по созданию водородной бомбы чрезвычайно усилил это важнейшее направление работ. Но не менее важным было то, что в новый коллектив физиков-теоретиков, который возглавил Игорь Евгеньевич, он вдохнул дух творчества и самоотверженного труда,

заложил в нем культуру высочайшего профессионализма. Очень скоро это подразделение выросло в особый сектор, полностью специализировавшийся на разработке и совершенствовании термоядерного оружия. С отъездом И. Е. Тамма этим сектором в течение 15 лет руководил А. Д. Сахаров.

При разработке конструкции водородной бомбы физикам-теоретикам надо было решать сложнейшие задачи: в ней, при использовании в качестве «запала» атомного заряда, развиваются процессы, далеко выходящие за возможности любых мыслимых лабораторных экспериментов. Как подступиться к анализу первых мгновений за атомным взрывом? Даже постановка этих задач казалась тогда чрезвычайно трудной и необозримой. Никогда раньше подобных задач не решали. Любопытно, что еще в «московский» период работы, приступая к этим задачам, Игорь Евгеньевич (естественно, с разрешения руководства атомного ведомства) даже приглашал для обсуждения крупнейшего нашего физика и виртуознейшего математика академика В. А. Фока. Однако к существенным результатам эта встреча не привела.

Главный и очень трудный вопрос заключался в том, как инженерные конструкции и зарождавшиеся новые технические идеи перевести на язык физики. Как развивающиеся при взрыве процессы сформулировать в терминах и уравнениях конкретной, решаемой математически задачи и результат довести до числа. Начальный взрыв атомного заряда, по существу — «особая точка», и надо было суметь «выйти» из нее. Игорю Евгеньевичу, благодаря его исключительной физической интуиции, удалось это сделать, и именно он первый выполнил этот важнейший расчет.

Уже на этой стадии И. Е. Тамм почувствовал, что новые задачи потребуют огромной вычислительной работы. Оказавшись на объекте, Игорь Евгеньевич устанавливает тесный рабочий контакт с математиками, которыми руководил А. Н. Тихонов. Этот шаг во многом предопределил творческое взаимодействие двух коллективов и последующий успех.

«Первый раз Игорь Евгеньевич пришел к нам, — вспоминает один из ближайших сотрудников А. Н. Тихонова В. Я. Гольдин, — вскоре после начала

¹ Тогда, до посмертной реабилитации брата после смерти Сталина, И. Е. еще не знал, что брат был расстрелян гораздо раньше.

работ по "слойке". Наша организация называлась Лаборатория № 8 и размещалась тогда на улице Кирова, в здании напротив Кривоколенного переулка. Лаборатория была составной частью Геофизической комплексной экспедиции, созданной для поиска урана и входившей в состав Геофизического института Академии наук. Мы оказались в этом здании осенью 1948 года, а совсем незадолго перед этим у нас стало налаживаться взаимодействие по атомной тематике с группой Л. Д. Ландау. В нашем распоряжении было четыре или пять комнат на первом этаже, а весь коллектив, кроме А. Н. Тихонова, А. А. Самарского, Н. Н. Яненко, Б. Л. Рождественского и меня, включал 30–40 молодых вычислителей, в основном девушек, работавших до 1954 года на "Мерседесах"¹.

Игорю Евгеньевичу объяснили, как нас разыскать: напротив Кривоколенного переулка надо войти во двор и, увидев вывеску "Мелкооптовая овощная база", зайти в довольно неряшливый, темный коридор. Дверь на базу будет направо, а к нам - налево. Наше помещение по очереди "охраняли" весьма спокойные тетушки, естественно, без оружия. Но "бдительность" проявлял даже Андрей Николаевич Тихонов. Однажды он увидел вошедшую к нам кошку и, подойдя к ней, спросил: "А допуск где?". Нарушительница тут же стремглав выскочила через форточку...

В тот раз, — продолжает В. Я. Гольдин, — Игорь Евгеньевич довольно долго беседовал с Андреем Николаевичем. Все было страшно закрыто, и гость рассказывал нам только какие-то общие вещи. Затем, кроме Тамма, стали появляться А. Д. Сахаров и Ю. А. Романов. Наши задачи сильно усложнились, а много позже мы узнали, что работа связана с созданием термоядерной бомбы. Впоследствии мы стали взаимодействовать и с другими сотрудниками Игоря Евгеньевича. Это привело к созданию различных методик, большому увеличению объема работ и, наконец, к тому, что в 1952 году мы переехали в помещение бывшего ФИАН, влившись в только что организованное Отделение прикладной математики², ко-

торым стал руководить М. В. Келдыш. Но, как видим, первым, кто придал нам качественно новый импульс, был Игорь Евгеньевич Тамм. Испытание первой водородной бомбы завершилось полным успехом, и в числе наиболее отличившихся ученых и специалистов А. Н. Тихонов был удостоен звания Героя Социалистического Труда³.

Работая на объекте, Игорь Евгеньевич являлся ответственным лицом за новое важнейшее направление — создание водородной бомбы. Он присутствовал на всех совещаниях по этой тематике, включая совещания, проводившиеся высшими руководителями атомного ведомства. Архивы Арзамаса-16 хранят множество документов той поры, в том числе собственноручно написанные И. Е. Таммом. Здесь и докладные записки о состоянии работ, информационные отчеты, письменные доклады для высокого начальства. В этих, казалось бы, формальных по своему предназначению документах Игорь Евгеньевич неизменно проявлял большую четкость и глубокое понимание обсуждаемого вопроса. Перед вами не казенные, бюрократические записки, а ясное изложение проблемы, перечисление основных трудностей и ближайших конкретных задач, которые затем обязательно решались. Какой разительный контраст с нынешней практикой, когда из года в год переписываются различные футуристические "документы", а тем временем дело стоит на месте!

Игорь Евгеньевич обладал не только яркой физической интуицией и даром образного мышления. Он понимал все тонкости новой идеи и был в состоянии оценить ее перспективность. Выше всего он ценил талант, а талантливые люди всегда находили у него поддержку. Поэтому общение с Игорем Евгеньевичем было бесценным для его сотрудников и коллег. Эти же качества делали его бесспорным авторитетом в глазах руководителей объекта и высокого начальства в Москве. Ведь лишь с годами Андрей Дмитриевич "научился" достаточно ясно излагать свои мысли. А раньше его речь зачастую состояла из отдельных фраз, которые трудно было связать между собой. Положение спасали "переводчики"... В этой ситуации роль Игоря Евгеньевича, уверенного в правильности идей Сахарова, была исключительной и необычай-

¹ Простейший электрический арифмометр.

² Ныне - Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук.

но важной: он наглядно, доходчиво и всегда убедительно доводил до руководства и научной общественности новые предложения своего выдающегося ученика, тем самым спасая их и давая “зеленый свет”.

И. Е. Тамм каким-то чудом ощущал внутренний пульс науки и воспринимал ее как единое целое. Он чувствовал в ней границы возможного, даже когда для строгого формального доказательства не было всей совокупности аргументов. В этом отношении показательно его выступление на совещании у министра среднего машиностроения В. А. Малышева в начале 1954 года.

Совещание было посвящено проблеме создания водородной бомбы по схеме так называемой “трубы”. Долгое время это направление развивалось параллельно со “слоистой” Сахарова. Вел совещание И. В. Курчатов. Среди его наиболее авторитетных участников были И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров, Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, Л. Д. Ландау, Д. И. Блохинцев, Д. А. Франк-Каменецкий и другие физики. Несмотря на многолетние усилия, исследования по “трубе” все не давали определенных результатов. В дискуссии по докладом последним выступил И. Е. Тамм. Он обратил внимание на то, что во всех вариантах, которые докладывались, режим детонации в “трубе”, если он даже возможен, ограничен очень узкими рамками значений определяющих параметров. В том числе диаметром “трубы”. То есть вероятность режима детонации в дейтерии в условиях “трубы” очень низка. По его мнению, это и есть достаточное доказательство того, что режима детонации в такой схеме просто не существует. И нет нужды перебирать другие вариации параметров. Он добавил, что ситуация напоминает ему историю с вечным двигателем, когда Парижская академия постановила считать невозможным его создание и впредь отказалась рассматривать какие-либо новые конкретные его конструкции.

На совещании И. Е. Тамм выступил с присущей ему полной определенностью. Он вообще относился к той редкой категории ученых, которые при обсуждении трудных спорных вопросов выступают смело и даже порой резко, не боясь ошибиться или “подорвать” свой авторитет. Он, как правило, и не ошибался в своих оценках. Кстати, в биогра-

фии “трубы” это совещание оказалось последним, и дальнейшие работы было решено прекратить.

Игоря Евгеньевича всегда привлекали свежие оригинальные мысли. Он воспринимал их с большой горячностью и темпераментом. Был чрезвычайно восприимчив к самой неожиданной идее, от кого бы она не исходила — будь то профессионал или, на первый взгляд, совершенно случайный человек. Он не отмахнулся от полученного им летом 1950 года (через посредничество секретариата Берии) письма никому не известного Олега Лаврентьева, служившего на сержантской должности в далеком Сахалинском военном округе. Автор-самоучка предлагал использовать систему электростатической термоизоляции для получения высокотемпературной дейтериевой плазмы. Игорь Евгеньевич поручил молодому Сахарову разобраться в идее Лаврентьева. Позднее Андрей Дмитриевич писал, что этот “инициативный и творческий человек... поднял проблему колоссального значения”¹. Очень скоро Сахарову стало ясно, что на самом деле реальные возможности открываются с применением магнитной термоизоляции. Он и Игорь Евгеньевич приступили к интенсивным конкретным расчетам.

Надо сказать, что к этому периоду И. Е. Тамм переживал некий творческий “дискомфорт”. Ему принадлежала идея так называемого метода Тамма-Данкова, высказанная им сразу после войны². Но применимость метода для ядерной физики оказалась не вполне продуктивной. Так как не все получалось, у Игоря Евгеньевича стали проскальзывать пессимистические нотки. Но плохое настроение не было уделом его характера. Ближе к 1946 году он даже попросил своего сотрудника С. З. Беленького дать ему какую-нибудь задачу “попроще” из области гидродинамики. Такая задача — о ширине фронта ударной волны — была предложена, и вскоре Игорь Евгеньевич с энтузиазмом и большой точностью выполнил ее.

¹ Андрей Сахаров. Воспоминания. Нью-Йорк, Изд-во имени Чехова, 1990, с. 186.

² Речь идет о методе в фундаментальной физике — теории квантованных полей, которой Игорь Евгеньевич в эти годы занимался.

И. Е. Тамм с увлечением работал над проблемой магнитной термоизоляции. И не только потому, что она оказалась близка ему профессионально и он понимал ее государственную важность. Новая задача давала выход его кипучей энергии, и он опять мог много работать. Им были получены здесь чрезвычайно важные результаты в описании кинетических процессов в магнитной ловушке, включая дрейф и диффузию. В том, что идея магнитного термоядерного реактора дошла до И. В. Курчатова и была воспринята, — также исключительно велика роль Игоря Евгеньевича.

Оценивая миссию Игоря Евгеньевича в Арзамасе-16, необходимо сказать, что сам факт появления в этом коллективе столь выдающегося физика и необыкновенно яркого и цельного человека, работа бок о бок с ним в течение нескольких лет — уже все это имело огромное самостоятельное значение. То неуловимое, но глубокое по благотворности влияние, которое он оказывал при каждодневном контакте на своих коллег, дало свои замечательные результаты и на долгие годы предопределило атмосферу, стиль работы и результативность созданного им коллектива. Он как бы стихийно отвел себе здесь роль дирижера и создателя, а прежде всего — руководителя коллектива и взял на себя всю полноту ответственности за успех нового важнейшего дела. Его непримиримость к любым формам научного шарлатанства, высочайшая требовательность к научной честности, умение видеть в первых сбивчивых и, быть может, робких предложениях своих молодых сотрудников проблески таланта и путей решения технической проблемы государственной важности — эти черты Игоря Евгеньевича вышли на объекте на первый план.

По существу, с огромной силой проявилась неожиданная черта его дарования, столь редкая для физика-теоретика его класса, — умение в интересах общего дела “раствориться” в усилиях и поисках своих сотрудников, всего коллектива. Он принадлежал к числу высших авторитетов и гарантов, которым доверяло административное руководство и министерства, и объекта, когда речь шла о перспективности и доброкачественности того или иного технического предложения и о

компетентности их авторов. Одновременно, вместе с Я. Б. Зельдовичем, он пестовал молодых физиков-теоретиков, прививая им и поддерживая вкус к тонким проблемам современной физики “переднего края” — будь то физика ядра или элементарных частиц. Это стало залогом высочайшего профессионализма, казалось бы, оторванных от “большой науки” молодых талантов.

С появлением И. Е. Тамма и его коллег (а надо заметить, что одновременно приехали и входили в его группу Н. Н. Боголюбов, В. Н. Климов и Д. В. Ширков) коллектив физиков-теоретиков объекта по своему составу и мощи был сопоставим с теоретическими отделами, имевшимися в то время в московских физических институтах, включая Институт атомной энергии (ЛИПАН), или даже превосходил их. Недаром приезжавший на короткое время на объект И. Я. Померанчук то ли в шутку, то ли всерьез как-то заметил, что в смысле кадров теоретической физики “Саров следует назвать Нью-Москва, а Москву — Старые Васюки или Старый Саров”. И действительно, коллектив теоретиков в ту пору достиг как бы “критической массы” и приобрел самодовлеющее значение, постепенно превратившись в своеобразный “мозговой трест” Арзамаса-16.

Воспитатель и руководитель: “Как вы допускаете такое?!”

До приобщения к атомной тематике, к объекту, Игорь Евгеньевич был связан только с той физикой, которая “делается” на бумаге, на языке знаков и формул. Он занимался принципиальными, крупными задачами теоретической физики и испытывал большую радость, когда удавалось получить новый результат. На объекте он особенно ясно почувствовал и увидел, что существует иная область теоретической физики, которая требует инженерного подхода и проведения технических расчетов. Конечно, ему были чужды какие-то конкретные конструкции или схемы, и он не рисовал “картинок”: Игорь Евгеньевич сосредоточивал свое внимание на физической, принципиальной стороне дела.

Он передавал свой богатейший опыт сотрудникам и прививал им вкус к пониманию прежде

всего физической сути процессов, происходящих в той или иной конструкции. До сих пор эта черта представляет собой отличительную особенность воспитанников Игоря Евгеньевича, продолжающих трудиться на объекте.

В то время физики-теоретики работали с большим энтузиазмом, и ничто, кроме личного интереса и любопытства, над ними не довлело. Это была коллективная работа, которая сама по себе вносила новую струю, в том числе и во взаимоотношения между сотрудниками. Справедливости ради надо сказать, что тогда и время было замечательное: куда ни ткни палку — из нее вырастало дерево. К сожалению, ныне, когда развитие вычислительных средств достигло большого совершенства и компьютеры стали доступны, формируется новое поколение теоретиков, в значительной мере попадающих под гипноз формализованных расчетов, причем физика отступает на второй план.

Игорь Евгеньевич, работая на объекте и занимаясь сугубо военной тематикой, находил время и для занятий “открытой” теоретической физикой. Примерно за час до окончания рабочего дня, когда производственные вопросы иссякали, он с увлечением принимался за свои выкладки. Именно здесь он заложил основы описания резонансных частиц.

Иногда он любил засиживаться и был удивительно быстр в вычислениях: лист следовал за листом, и стопка исписанной бумаги нарастала с большой скоростью. Случалось, его новый день также начинался с незаконченных накануне выкладок. Но, спустя минут сорок или час, начиналось деловое обсуждение. Говорил он быстро, скороговоркой и даже шутил, что кто-то установил единицу скорости речи — “один тамм”...

В течение первого года, когда теоретики еще работали в здании на заводской территории, у Игоря Евгеньевича не было отдельного кабинета и он сидел в довольно большой комнате вместе с А. Д. Сахаровым и таким же курильщиком, как сам, — Ю. А. Романовым. Андрей Дмитриевич, тактичный и терпеливый, какого-либо неудовольствия из-за табачного дыма не выказывал. Работали без ограничения времени. Вопросов, связанных с техникой и наукой, было так много, что времени для разговоров на посторонние темы не оставалось.

Стиль работы Игоря Евгеньевича с переездом на объект не изменился. Однако, кроме теоретической физики, он соприкоснулся теперь с конкретными техническими проблемами и задачами по реализации тех или иных предложений и идей. И, случалось, он распекал какого-нибудь нерадивого исполнителя. Однажды сотрудники оказались свидетелями, как Игорь Евгеньевич, спустившись к математикам и возмущенный, что решение одной из задач непозволительно затягивается и выполняется без должного усердия, взорвался и, почти переходя на крик, выговаривал “волынщику”: “Как вы — кандидат наук — допускаете такое!.. Рядом с вами работает молодой специалист и все успевает! Как вы можете?!”

С весны 1951 года физикам-теоретикам и математикам предоставили “красный дом” — отдельное небольшое кирпичное трехэтажное здание, которое входило в монастырский комплекс и когда-то служило гостиницей при монастыре. С этой поры из окна своего кабинета на третьем этаже Игорь Евгеньевич мог видеть через дорогу один из небольших храмов, превращенный тогда в хозяйственный магазин, а теперь, в наши дни вновь оживший для веры...

“Он не приходил, а прибегал играть в шахматы...”

За И. Е. Таммом была закреплена легковая автомашина, которую водила Вера — очень благожелательная, простая русская женщина. Уважительная и наделенная чувством достоинства, она у всех вызывала неизменную симпатию.

Вера возила не только Игоря Евгеньевича, но и набивавшихся в машину его молодых сотрудников. Тем более, что длительное время, 2—3 года, он жил вместе с В. Б. Адамским и Ю. А. Романовым, занимая половину двухэтажного коттеджа (молодежь “окупировала” комнаты на первом этаже). Вторую половину коттеджа занимал Н. Н. Боголюбов с Д. В. Ширковым и В. Н. Климовым.

Обедать всегда ездили домой, пользуясь услугами прикрепленной для этой цели тети Сони. Тетя Соня готовила не только обеды, но и ужины. Пожилая, простоватая, она имела собственное

представление о том, какая должна быть пища. Игорь Евгеньевич иногда ворчал, если еда была чересчур жирная. А то, шутя, вдруг замечал: "Как же так — вот у Давида Альбертовича (имелась в виду семья Франк-Каменецких) такая вкусная семга! А почему у нас на кухне этого нет?". Он мог за обедом, напустив на себя мрачный вид, неожиданно спросить у своих молодых коллег, знают ли они, что такое "черная пятка". И, выслушав экзотические предположения, в том числе и о некоей пиратской организации, довольный объявлял: "Это всего-навсего новые модные дамские чулки!..".

С особенным увлечением Игорь Евгеньевич рассказывал про всякие коллизии. Однажды он вспомнил, как ездил в горы и с кем-то еще подждал приезда математика Делоне, чтобы вместе отправиться в поход. Они ждали сообщения от своего товарища, и вскоре в лагерь пришла телеграмма: "Дело не идет". Поход был сорван, и виной всему оказалось то, что телеграфистка по-своему поняла необычную фамилию и изменила лишь одну букву текста.

Иногда для молодежи устраивалось чаепитие, Игорь Евгеньевич покорял своей доброжелательностью и гостеприимством. Наверху в одной из двух его комнат, большей по размерам, сооружался длинный нарядный стол, на котором были сладости, фрукты, различные бутерброды... Гостям предлагалось несколько сортов чая, но отсутствовало вино... Вскоре возникала оживленная беседа, и темой общего разговора становились и литература, и живопись, и политика. Новичков, особенно девушек, поражала не только непринужденность атмосферы, но и то, как свободно чувствовали себя молодые теоретики в обществе Игоря Евгеньевича. Разговор шел совершенно на равных, и он, за столом, был олицетворением радужного хозяина. Даже в голову не приходило, что по возрасту — он старший...

Игорь Евгеньевич любил Агату Кристи и, вообще, иностранные детективы. Он обожал играть в шахматы, всюду находил партнера и играл с необычайным темпераментом, искренне переживая как успех, так и поражение. Даже на даче, в Жуковке, по словам академика В. А. Кириллина (бывшего

заместителя главы правительства и близкого дачного соседа), "он приходил ко мне играть в шахматы — но не приходил, а прибежал...".

Игорь Евгеньевич любил "подбить" компанию, чтобы поиграть в карты. Но ценил не какую-нибудь заурядную игру, а игру высокого класса — "винт". Здесь ситуация была не столь проста, как в шахматах, где достаточно найти одного партнера. Игре предшествовал особый "ритуал", когда надо было условиться сразу с несколькими партнерами и договориться об определенном вечере. Обучив этой игре молодежь, Игорь Евгеньевич испытывал истинное удовольствие от красивой, тонко разыгранной комбинации. И по ходу игры не стеснялся поругивать за промахи своего незадачливого партнера по "команде".

Бывало, игра затягивалась на весь вечер, особенно если подключались наиболее азартные участники — В. Ю. Гаврилов, Ю. Н. Бабаев, Л. П. Феоктистов, Ю. А. Романов, а то и приезжавший на объект К. А. Семендяев. И если Николай Николаевич Боголюбов — наш замечательнейший математик, настоящий, крупный теоретик и необычайно глубокий человек — в минуты отдыха неизменно вспоминается ветеранами-"арзамасцами" как тонкий ценитель превосходных сортов коньяка, то Игорь Евгеньевич оставил на объекте память и как страстный пропагандист изысканной, "салонной" игры в карты. Из вин же он отдавал предпочтение лучшим грузинским образцам и прежде всего "Мукузани".

Кстати, Николай Николаевич — массивный и добродушный, казалось, какого-либо эффекта от коньяка никогда не испытывал и поведение его от этого не изменялось. Он очень любил общение и появление "напитка" обставлял довольно большой театральностью. Среди теоретиков даже был известен "метод" поглощения коньяка "по Боголюбову". Он заключался в том, что берется бутылка коньяка и наливается стакан кофе. Затем отпивается глоток кофе, а содержимое стакана дополняется из бутылки. Так продолжается до тех пор, пока бутылка не оказывается пустой...

Конечно, оказавшись на объекте, Игорь Евгеньевич — человек очень общительный и имеющий широкие связи, не мог не почувствовать специфических условий замкнутого пространства, от-

рыва от привычной жизни в Москве. К тому же Наталия Васильевна — жена Игоря Евгеньевича, лишь два или три раза, и то на непродолжительное время, смогла наведаться к нему. Кроме нее никто в семье не знал, куда в действительности уезжал Игорь Евгеньевич и где он теперь жил. Казалось бы, больше могли знать его московские сотрудники в ФИАНе, особенно те, с которыми у него были очень близкие отношения. Но они также не знали, где находится таинственный «объект».

Е. Л. Фейнберг запомнил занятную сценку, которая случилась, когда Игорь Евгеньевич уже вновь работал в Москве: «После каждого еженедельного «вторничного» семинара у нас с Виталием Лазаревичем Гинзбургом (а когда приезжал Андрей Дмитриевич, то и с ним) был обычай заходить в комнату к Игорю Евгеньевичу. Разговор мог идти о чем угодно, обо всем в мире. Как-то мы остались вдвоем, и я сказал: «Игорь Евгеньевич, вы проговорились...» - «Что такое?!» - «Вы проговорились, где находится город». Он озабоченно спросил: «Как проговорился? В чем?» Я говорю: «Вы рассказали, как прочитали о чем-то, не относящемся, конечно, к делу, в газете «Сталинградская правда». Значит, объект находится где-то недалеко от Сталинграда». Он рассмеялся: «А-а-а, вот вы и ошиблись!..». И добавил: «Это единственный объект, о котором ничего не знают и американцы».

Игорю Евгеньевичу на объекте пришлось свываться с документами особой секретности и «обзаводиться» специальной, печатаемой папкой. Жизнь тогда была суровой, а требования режима очень строгие. К примеру, его сотрудники и сотрудники Я. Б. Зельдовича, работавшие вместе, в одном здании, формально не имели права знать о работах друг друга. Даже для людей такого масштаба, как Игорь Евгеньевич, выезды за пределы зоны были редкими и строго регламентировались.

Его раздражало, если солдат на контрольном посту в здание или на какую-то территорию слишком долго проверял его пропуск: сначала изучающе смотрел в лицо, потом так же внимательно в пропуск, а затем повторял эту процедуру, как, наверно, и предписывалось наставлениями. Игорь Евгеньевич нервничал, с трудом сдерживал себя. Иногда у него прорывалось: «Сколько же можно!..».

В этих условиях отдых на природе, рыбалка, когда удавалось получить пропуск и выехать за зону, на реку Мокшу, — были особым удовольствием. Выезжали на двух «газиках» в район Темникова большой компанией человек в семь-восемь. И располагались на берегу реки. Страстных или удачливых рыболовов не было, поэтому рыбу «ловили» на темниковском базаре. После этого у каждого появлялась своя «специализация», но, как оказывалось, рыбу уметь чистить только Игорь Евгеньевич. И он безропотно исполнял свою «миссию», отправляя молодежь таскать хворост. Этим и занимались, переживая в душе чувство неловкости и вины, Д. Ширков, В. Адамский, Ю. Романов, в то время как над костром «колдовал» В. Климов...

В зимнюю пору выручали лыжи, и заповедный лес всегда манил своей белоснежной красотой. Энтузиастом лыжных прогулок был Д. А. Франк-Каменецкий, который нередко ходил на лыжах обнаженный до пояса. Он и Игорь Евгеньевич были очень близки друг другу, многие отмечали сходство их натур. Давид Альбертович был ярким, уникальным человеком энциклопедических знаний и необыкновенной интеллигентности.

Физика, оружие, политика

Между тем коллектив И. Е. Тамма на объекте постепенно подрастал. В 1951 году приехали Ю. Н. Бабаев, В. И. Ритус и М. П. Шумаев, в следующем — В. Г. Заграфов и Б. Н. Козлов... Однако по состоянию здоровья так и не смог появиться на объекте С. З. Беленький, где он уже даже числился. Тем не менее Семен Захарович, работавший во время войны в ЦАГИ и прекрасно знавший гидроаэродинамику, много дал для общего дела. Ему принадлежат сохраняющие и сейчас свое значение для тематики объекта основополагающие работы по развитию неустойчивости Рэлея-Тейлора.

Из-за противодействия режимных органов не смог переехать к Игорю Евгеньевичу Виталий Лазаревич Гинзбург, хотя им еще в период работы группы в Москве была высказана одна из ключевых идей — о применении легкого изотопа лития в водородной бомбе...

Игорь Евгеньевич не только перевел часть своих московских сотрудников в новый коллектив, но и перенес сюда ту атмосферу и стиль, которые были в академическом институте. Он не так часто ездил в Москву — раз в один или два месяца — но, возвратившись, устраивал семинар и делился самыми свежими научными новостями. Физика для него была частью общего здания науки, а наука в его восприятии и системе оценок была международным явлением. Его взгляд на науку как на носительницу общечеловеческих ценностей и поэтому выполняющую особую миссию в мире не мог не передаваться и его сотрудникам. Он легко вспоминал различные эпизоды из истории физики и ясно понимал в ней место того или иного физического открытия или явления. Слушая Игоря Евгеньевича, нельзя было воспринимать физику иначе как некое единое и очень совершенное произведение.

Игорь Евгеньевич вполне откровенно высказывался и остро реагировал на происходящие вокруг события общественной жизни, которые далеко не всегда были положительного свойства. Ведь это были тяжелые времена последних лет правления Сталина, и “дело врачей” — только один из ярких тому примеров.

В маленькой столовой в коттедже, когда за обедом или ужином собирались его обитатели, разговор шел не только о текущих научных заботах. Игорь Евгеньевич, касаясь некоторых правительственных решений, не боялся открыто высказать свое несогласие. Его независимость проистекала, по-видимому, и из чувства уверенности, что он необходим “объекту”, и из того, что его имя известно в мире. Но, главное, он прежде всего был смелым человеком.

После смерти Сталина, а особенно после знаменитого доклада Хрущева на XX партийном съезде, люди почувствовали себя свободнее и высказывались откровеннее. У многих даже “развязались языки”. Игорь Евгеньевич остался самим собой: он и прежде был внутренне свободным человеком и новая ситуация ничего ему не добавила. Многие тогда “прозрели”, но не Игорь Евгеньевич: “зрячим” он был всегда. И таких людей было очень мало, хотя их влияние было исключительным. В случае Игоря Евгеньевича оно исходило от человека, изначально имеющего высокий авторитет, и

потому было особенно велико. Атмосфера свободной дискуссии по любому вопросу, которая создавалась с участием Игоря Евгеньевича, позволяла высказываться критически, без оглядки на официальную точку зрения или на чье-либо должностное положение и развивала, в первую очередь у молодежи, самостоятельность взглядов и оценок.

Его отношение к “объектовской” тематике было взвешенным. К примеру, его никак нельзя было записать в этикие экстрапацифисты. Он не испытывал радости, что приходится заниматься страшным оружием, и воспринимал свое участие в этих работах как суровую необходимость для обеспечения равновесия в мире.

Только однажды Игорь Евгеньевич был на атомном полигоне страны. Он приехал туда, обремененный и большими правами, и большой ответственностью. Это были напряженные августовские дни 1953 года, когда решающему испытанию и оценке подвергались и его собственные самоотверженные усилия последних волнующих пяти лет. 12 августа под руководством Игоря Васильевича Курчатова прогремел мощный взрыв сахаровской “слойки”. Первая в мире водородная бомба стала реальностью...

Вскоре, посчитав свою миссию завершенной, он с чувством выполненного долга покинул объект, не застав гребня следующей волны, которая “захлестнула” здесь людей и привела к замечательному успеху. Он уехал, захватив лишь начальную стадию большой работы. Его, крупнейшего ученого, техника не увлекала. Он тянулся к своей прежней деятельности и прежним связям. Один из архивных документов Арзамаса-16 хранит лаконичную запись о том, что И. Е. Тамм “в соответствии с приказом т. Малышева В. А. от 30 ноября 1953 года откомандирован в распоряжение управления руководящих кадров Министерства с 1 января 1954 года”.

Можно ли забыть Арзамас-16...

Такой могучий и уникальный организм, как Арзамас-16, не мог не повлиять, не произвести на Игоря Евгеньевича особого впечатления. Здесь, приобщившись к проблемам государственной важности, он, быть может, впервые оценил грандиозный масштаб и значимость этих работ, увидел, какие

колоссальные силы были задействованы. Он приобрел опыт участия в совещаниях, которые время от времени проводились в высоких властных структурах. Позднее он рассказывал дома своим близким, в частности, о том впечатлении, которое вынес от подобных совещаний у Берии: он деловому умел проводить их и умудрялся (естественно, не понимая многих тонкостей) быстро схватывать и улавливать правильные точки зрения.

И. Е. Тамм, будучи вовлеченным в работы по созданию водородной бомбы, установил и позднее поддерживал самые тесные контакты с И. В. Курчатовым и М. В. Келдышем. Он не порывал связей и с объектом, приезжая для участия в различных экспертизах, а то и в качестве гостя на какое-либо торжество. И опять жители объекта видели невысокого и очень подвижного человека, зимой приезжавшего в неизменной черной папаче.

Игорь Евгеньевич был первым, кто рассказал своим коллегам в Арзамасе-16 о замечательных открытиях, сделанных в начале 50-х годов английскими и американскими учеными в области молекулярной биологии. Узнав об этих работах из западных научных журналов, он сразу понял: получены результаты фундаментального значения о молекулярной структуре основных компонентов жизнедеятельности. Произошел прорыв, который привел к новому знанию огромной важности.

Игорь Евгеньевич мгновенно увидел, что открываются захватывающие перспективы. Но не для биологов в нашей стране, где Лысенко разгромил отечественную школу генетиков и, опираясь на поддержку властей, подверг анафеме принципы молекулярной биологии. В этой ситуации Игорь Евгеньевич пришел к выводу, что содействие нашей генетике надо искать в среде физиков-ядерщиков. Являясь одним из выдающихся ее представителей, И. Е. Тамм стал действовать немедленно. Это был случай, когда в полной мере «сработала» его причастность к атомному проекту страны. Игорь Евгеньевич учитывал, что физики-ядерщики и особенно И. В. Курчатов пользуются огромным авторитетом у правительства. Поэтому он решил заинтересовать Игоря Васильевича новым направлением в биологической науке. Этому способствовало и то, что физики, занимаясь проблемой радиационной безопасности, изучали воздействие ионизирующих излучений на организм человека.

На рубеже 1957 — 1958 гг. И. Е. Тамм зачастил в Институт атомной энергии, стараясь увлечь Игоря Васильевича и уговаривая его развернуть многообещающие исследования с привлечением сохранившихся у нас ученых-генетиков. Вскоре в Институте начал работать специальный семинар. Его вел Игорь Евгеньевич. На первых порах круг участников был ограничен. Одним из них был М. А. Мокульский — впоследствии директор Института молекулярной генетики Академии наук.

«Семинар проходил сначала в кабинетах наших институтских академиков, — вспоминает он, — а затем и в конференц-зале. Иногда бывал Игорь Васильевич, чаще — Анатолий Петрович Александров. Игорь Евгеньевич вел заседания без какой-либо торжественности. Он был похож на главного докладчика или на экзаменатора выступающего. Все время бегал по аудитории, концентрируясь вдруг на каком-то, казалось бы, незначительном пункте доклада, сильно возбуждался. В качестве докладчиков приглашались известные биологи. Мы сидели, слушали порой непонятный для нас разговор, а Игорь Евгеньевич продолжал очень настойчиво во что-то углубляться...

Скоро выяснилось, что атомщики действительно могут оказать содействие генетикам. Проблема радиационной опасности сослужила здесь очень хорошую службу: под ее «прикрытием» в 1958 году в составе Института атомной энергии и был создан Радиобиологический отдел. Его возглавил В. Ю. Гаврилов, а среди сотрудников оказались некоторые опытные генетики. В 1977 году этот отдел выделился в самостоятельный академический Институт молекулярной генетики. Конечно, Лысенко очень скоро узнал о создании нового отдела у физиков-атомщиков, но он был уже бессилен что-либо предпринять: коллектив работал под мощной защитой И. В. Курчатова. Как говорится, лед тронулся и, конечно, первый поклон тут все-таки Игорю Евгеньевичу Тамму».

Игорь Евгеньевич этим не ограничился. Он страстно пропагандировал достижения молекулярной биологии, выступая с лекциями в научных аудиториях Москвы и Ленинграда и стараясь заинтересовать новым разделом науки прежде всего студенческую молодежь. А позднее он сыграл важную роль в окончательном ниспровержении Лысенко и его приспешников. Будучи человеком эмо-

циональным, И. Е. Тамм прямо-таки вскипал, когда ему приходилось говорить о Лысенко. В эти мгновения он был особенно убедителен, показывая, что такое возня вокруг науки в отличие от истинной и благородной научной борьбы.

Игорь Евгеньевич увидел особое могущество физики, работая на объекте, оценил ее значение для небывалой техники. Именно здесь он почувствовал, что наступает эра вычислительной математики — в атомной отрасли новое “поветрие” проявилось мощнее и раньше, чем где-либо. Как-то на объекте он даже рассуждал с И. Я. Померанчуком о том, что физике, как и науке в целом, повезло, что уравнение Шредингера решается аналитически. Второй раз так не повезет, и поэтому вычислительной математике уготована роль главного инструмента науки...

• • •

Сейчас, имея в виду участие И. Е. Тамма и его “фиановских” сотрудников в создании водородного оружия, можно встретить рассуждения о том, что в СССР “в урановом проекте решающую роль сыграли физики ленинградского Физтеха, а в водородном — московского ФИАНа”¹. Хотя, на первый взгляд, это утверждение может показаться правдоподобным, в действительности оно не отражает реальной ситуации. Говоря кратко, идею “слойки” привнесли сотрудники ФИАНа. Но ее реализация была сложнейшей научно-технической задачей, которая потребовала вовлечения всех подразделений мощного коллектива Арзамаса-16 и самой широкой кооперации.

“Слойка” — первая в мире водородная бомба. Она явилась приоритетным достижением советских физиков и вполне могла стать реальным оружием. Она “вписывалась” в ракету — знаменитая “семерка” С. П. Королева создавалась именно под этот заряд. Однако на вооружение “слойка” так и не была принята: наши физики 22 ноября 1955 года успешно испытали водородный заряд, в кото-

ром был заложен совершенно новый принцип, предопределивший современный облик отечественного водородного оружия. Этот успех был достигнут в Арзамасе-16 А. Д. Сахаровым и Я. Б. Зельдовичем и их сотрудниками. Конечно, при формулировке новых идей опыт работы над первой водородной бомбой сыграл положительную роль.

В одном из писем Игорь Евгеньевич как-то заметил, что он избалован своими учениками. Редко кому из ученых выпадает счастье воспитать такие таланты, как А. Д. Сахаров, В. Л. Гинзбург или П. С. Шубин, которого Игорь Евгеньевич также очень любил, но который в Свердловске был арестован и в 1938 году расстрелян.

К своим ученикам он относился с трогательным вниманием. Стоит напомнить, что еще до испытания “слойки” Игорь Евгеньевич, характеризуя Андрея Дмитриевича как “одного из самых крупных ведущих физиков нашей страны”, написал: “Не может быть сомнений в том, что А. Д. Сахаров заслуживает не только ученой степени доктора физических наук, но и избрания в Академию наук СССР”². Но при этом он проявлял и необыкновенную бережность и заботу по отношению к выдающемуся таланту: подписи Игоря Евгеньевича нет на документе, в котором после успеха испытания 12 августа 1953 года предлагалось избрать совсем молодого 32-летнего Сахарова сразу в академики³. Более того, И. Н. Головин свидетельствует, что Игорь Евгеньевич говорил ему: “Зачем сразу в академики?! Сейчас Андрей — молодой человек. Его надо выдвигать в члены-корреспонденты! Андрею следует вернуться с объекта и развивать физическую науку в среде ученых...”⁴.

Да, Игорю Евгеньевичу “везло” на выдающихся учеников. Но выдающихся учеников не бывает без выдающихся учителей. Игорь Евгеньевич Тамм был не только великим учителем. Он был великим ученым и гражданином.

² “Природа”, 1990, № 8, с. 12.

³ Горелик Г. Е. С чего начиналась советская водородная бомба? Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1993, № 1, с. 94, 95.

⁴ Andrei Sakharov. Facets of a life, Editions Frontieres, 1991, p. 614; Ю. Н. Смирнов, “Этот человек сделал... больше, чем мы все...”, “Октябрь”, 1994, № 12, с. 174.

¹ Горелик Г. Е. С чего начиналась советская водородная бомба? Вопросы истории естествознания и техники. М.: Наука, 1993, № 1, с. 86.

О создании советской водородной (термоядерной) бомбы

Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. Н. Смирнов

В 1990 г. в США была опубликована статья Д. Хирша и У. Мэтьюза "Водородная бомба: кто же выдал ее секрет?" [1]. То, что СССР воспользовался американскими секретами при ее создании, авторам статьи казалось бесспорным и подчеркивалось даже названием статьи. Такая точка зрения долгое время была широко распространена на Западе.

По версии Д. Хирша и У. Мэтьюза данные радиохимии по американским взрывам начала 50-х годов натолкнули советских ученых на необходимость добиваться высоких сжатий термоядерного горючего. Действительно, взрыв водородной бомбы сопровождается выбросом в атмосферу большого количества различных радионуклидов, анализ которых может дать информацию о степени сжатия термоядерного горючего. В шестидесятые годы наблюдение за американскими, китайскими и французскими взрывами нами проводилось. Осуществлялся отбор проб из воздуха, затем радиохимический анализ этих проб, расчетно-теоретическая интерпретация такого анализа и, наконец, делались гипотетические предположения об испытанной конструкции. Но такая служба была налажена у нас только в конце 50-х годов. Она оказалась полезной при наблюдении за американскими испытаниями у острова Джонстона в 1962 г. В 1952 г. во время испытания "Майк" — первого американского термоядерного взрыва в виде устройства весом 65 т, в котором в качестве термоядерного горючего использовался жидкий дейтерий, такая служба у нас еще не была организована. Поэтому эксперимент "Майк" влиял на советскую программу создания водородного оружия только самим фактом проведения мощного водородного взрыва.

Ход мыслей и взаимодействие различных идей были таковы, что советские разработчики ядерного оружия в подсказке о высокой плотности не

нуждались. Задача виделась не в том, что требовалась ясность в вопросе, нужны ли высокие сжатия (в этом никто не сомневался), а в том, как эти сжатия осуществить.

Теперь, после ряда отечественных публикаций [2] многим стало ясно, что советские ученые не только самостоятельно создали водородную бомбу, но даже кое в чем опередили своих американских коллег.

Действительно, в ноябре 1952 г. США первыми в мире произвели термоядерный взрыв. Его мощность превысила 10 Мт, а поток нейтронов был настолько велик, что американским физикам, изучавшим продукты взрыва, удалось даже открыть два новых трансурановых элемента, названных эйнштейнием и фермием.

Однако взорванное в США устройство не было настолько компактным, чтобы его можно было назвать бомбой. Это было огромное, с двухэтажный дом, наземное лабораторное сооружение, а термоядерное горючее находилось в жидком состоянии при температуре, близкой к абсолютному нулю. Эксперимент стал промежуточным шагом американских физиков на пути к созданию водородного оружия. Советские ученые обошлись без подобного очень сложного и дорогостоящего опыта.

12 августа 1953 г. в СССР по схеме, предложенной А. Д. Сахаровым и названной у нас "слоистой", был успешно испытан первый в мире реальный водородный заряд. В этом заряде в качестве термоядерного горючего был использован, по предложению В. Л. Гинзбурга, литий в виде твердого химического соединения. Это позволило в ходе термоядерных реакций (при взрыве) получить с использованием лития дополнительное количество трития, что заметно повышало мощность заряда.

Испытанный в СССР термоядерный заряд был готов к применению в качестве транспортабельной бомбы, т.е. представлял собой первый образец водородного оружия. Этот заряд имел несколько больший вес и те же габариты, что и первая советская атомная бомба, испытанная в 1949 г., но в 20 раз превышал ее по мощности (мощность взрыва 12 августа 1953 г. составила около 400 кт). Существенно, что вклад собственно термоядерных реакций в полную величину мощности приближался к 15-20%. Состоявшийся эксперимент стал выдающимся приоритетным достижением наших физиков и особенно А. Д. Сахарова и В. Л. Гинзбурга. Нельзя не упомянуть и И. Е. Тамма, возглавлявшего в тот период (до 1954 г.) коллектив физиков-теоретиков, которые работали по этому направлению.

Ничего подобного в качестве термоядерного оружия в США на тот момент времени не было. С советским термоядерным взрывом 1953 г. не могут отождествляться опыты американских физиков с малыми количествами трития и дейтерия, относящиеся к 1951 г. и предназначенные, по словам Х. Бете, "главным образом для подтверждения горения смеси трития с дейтерием, относительно которого серьезных сомнений ни у кого не было" [1]. Тем более не может отождествляться с советским успехом американский взрыв 1952 г., для которого использовалось термоядерное горючее в сжиженном состоянии при температуре, близкой к абсолютному нулю, что не позволяло производить транспортабельные достаточно компактные термоядерные заряды.

Истории создания советского термоядерного оружия, об основных этапах которой мы здесь расскажем, предшествует одно важное событие, которое и следует рассматривать как начало советских усилий по созданию водородной бомбы.

Дело в том, что в 1946 г. И. И. Гуревич, Я. Б. Зельдович, И. Я. Померанчук и Ю. Б. Харитон передали И. В. Курчатову совместное предложение в форме открытого отчета. Ясно, что, если бы отчет был подготовлен с использованием материалов разведки, на нем автоматически был бы поставлен высший гриф секретности. Суть их предложения заключалась в использовании атомного взрыва в

качестве детонатора для обеспечения взрывной реакции в дейтерии. Другими словами, авторы представили первые в СССР оценки возможности осуществления термоядерного взрыва.

По воспоминаниям И. И. Гуревича, дейтерий в реакции с легкими ядрами интересовал его и И. Я. Померанчука в качестве источника энергии звезд. Они обсуждали эту проблему с Я. Б. Зельдовичем и Ю. Б. Харитоном, которые, в свою очередь, увидели, что термоядерный синтез легких ядер может оказаться осуществимым в земных условиях, если разогреть дейтерий ударной волной, инициированной атомным взрывом.

Научный отчет четырех авторов был впечатан на машинке как несекретный документ, никогда не был засекречен и до сих пор хранится в открытых фондах архива Курчатовского института. И. И. Гуревич вспоминал: "Вот вам наглядное доказательство того, что мы ничего не знали об американских разработках. Вы понимаете, какие были бы грифы секретности на этом предложении и за сколькими печатями оно должно было бы храниться в противном случае... Я думаю, что от нас тогда просто отмахнулись. Сталин и Берия вовсе гнали создание атомной бомбы. У нас же к тому времени еще не был запущен экспериментальный реактор, а тут ученые "мудрецы" лезут с новыми проектами, которые еще неизвестно можно ли будет осуществить" [3].

Отчет И. И. Гуревича, Я. Б. Зельдовича, И. Я. Померанчука и Ю. Б. Харитона впервые был опубликован только в 1991 г. в журнале "Успехи физических наук" и представляет собой сегодня исторический документ [4]. В нем не только содержалось предложение, как с помощью атомного взрыва осуществить термоядерную реакцию, но авторами было понято, что ядерная реакция в дейтерии "будет происходить, не затухая, лишь при весьма высоких температурах всей массы". При этом подчеркивалось, что "желательна наибольшая возможная плотность дейтерия", а для облегчения возникновения ядерной детонации полезно применение массивных оболочек, замедляющих разлет.

Любопытно, что практически в то же время, в апреле 1946 г., на секретном совещании в Лос-Ала-

москской лаборатории, в котором участвовал Клаус Фукс, обсуждались итоги американских работ с 1942 г. по водородной бомбе (только четыре года спустя, в 1950 г., американские физики установят, что техническое воплощение этого направления было ошибочным). Через какое-то время после совещания Клаус Фукс передал материалы, связанные с этими работами, представителям советской разведки, и они попали нашим физикам. Как рассказывается в упомянутой статье Д. Хирша и У. Мэтьюза, «теллеровская концепция термоядерного оружия 1942-1950 гг., по существу, представляла собой цилиндрический контейнер с жидким дейтерием¹. Этот дейтерий должен был нагреваться от взрыва инициирующего устройства типа обычной атомной бомбы». Математик Станислав Улам и его помощник Корнелий Эверетт провели в Лос-Аламосской лаборатории расчеты, из которых следовало, что для супербомбы понадобится количество трития гораздо большее, чем предполагал Теллер. Далее в своем меморандуме 1952 г. Ханс Бете отметил, что теоретические расчеты, выполненные Ферми и Уламом в 1950 г., показали, что вероятность распространяющейся термоядерной реакции очень мала. Таким образом, ученые Лос-Аламоса убедились в бесперспективности работ по осуществлению «трубы». Х. Бете позднее охарактеризовал эту ситуацию с полной определенностью: «Мы оказались на неверном пути, и конструкция водородной бомбы, считавшаяся нами наилучшей, оказалась неработоспособной» [1].

В начале 1950 г. Клаус Фукс был арестован, и, естественно, советским физикам не были известны эти драматические выводы их американских коллег.

Далее у нас события развивались следующим образом.

В июне 1948 г. по постановлению Правительства в ФИАНе под руководством И. Е. Тамма была создана специальная группа, в которую был включен А. Д. Сахаров и в задачу которой входило

выяснить возможности создания водородной бомбы. При этом ей поручалась проверка и уточнение тех расчетов, которые проводились в московской группе Я. Б. Зельдовича в Институте химической физики. Надо сказать, что в тот период времени эта группа Я. Б. Зельдовича, как и его арзамасские сотрудники, определенную часть своих усилий посвящали именно «трубе» — в соответствии с информацией, полученной от К. Фука.

Однако, как вспоминал Ю. А. Романов, «уже через пару месяцев Андреем Дмитриевичем были высказаны основополагающие идеи, определившие дальнейшее развитие всей проблемы. В качестве горючего для термоядерного устройства группой Зельдовича рассматривался до этого жидкий дейтерий (возможно, в смеси с тритием). Сахаров предложил свой вариант: гетерогенную конструкцию из чередующихся слоев легкого вещества (дейтерий, тритий и их химические соединения) и тяжелого (^{238}U), названную им «слоистой» [5].

Таким образом, с 1948 г. у нас параллельно развивались два направления — «труба» и «слойка», причем последнему в силу его очевидных достоинств и технологичности отдавалось явное предпочтение. Именно «слойка», как об этом было сказано выше, и была успешно реализована в советском испытании термоядерного заряда 12 августа 1953 г.

Однако работы по «трубе» еще продолжались. Более того, к началу 50-х годов наряду с арзамасской и московской группами Я. Б. Зельдовича к отдельным вопросам по этому направлению было подключено несколько молодых сотрудников Д. И. Блохинцева в Обнинске. Им поручили решение задачи по переносу энергии нейтронами для случая, если бы в «трубе» произошло термоядерное поджигание, а также исследование распространения детонационной волны в дейтерии.

Несмотря на обилие физически интересных и трудных задач, участники работы по «трубе» постепенно начали осознавать, что их исследования лежат в стороне от магистрального направления. Основой этих исследований являлась работа с изотопами водорода в жидкой фазе, и уже поэтому она представлялась технически бесперспективной. Расчеты делались с достаточно высокой

¹ По установившейся у нас традиции контейнер называли «трубой». (Примеч. авторов.)

точностью, и, если бы нейтроны выделяли всю энергию локально, в одном месте, все было бы в порядке. Но нейтроны разносили энергию на большие расстояния по "трубе". Придумать что-либо перспективное не удавалось. При этом достаточно было допустить в теоретических расчетах более оптимистичные начальные условия, как появлялась надежда на успех. Одним словом, задача не имела гарантированного положительного решения и результат был крайне чувствителен к выбору исходных параметров, что делало ее неопределенной, практически нереальной.

К началу 1954 г. в теоретических отделах института в Арзамасе-16 сложилась своеобразная ситуация, когда после успешного взрыва 12 августа 1953 г. по-прежнему в разработке термоядерных зарядов сохранялись оба направления — как "слойка", так и "труба".

Потенциально "слойка" имела определенные ресурсы для совершенствования. Мощность заряда могла быть доведена до мегатонны, и поэтому прорабатывалась ее более мощная модификация. Однако уже своей громоздкостью эта конструкция вызывала чувство неудовлетворенности. В то же время "слойка", испытанная 12 августа 1953 г., содержала значительное количество трития. Поэтому стоимость заряда была велика, а сам он имел сравнительно ограниченную живучесть по сроку годности (около полугода). Эти два недостатка удалось тем не менее полностью преодолеть, и в СССР 6 ноября 1955 г. был успешно испытан другой вариант "слойки", вообще не содержащий трития. Естественно, что при этом произошло некоторое снижение мощности по сравнению с прототипом. Испытание было проведено с самолета на высоте одного километра, оно явилось первым подобным экспериментом в мире с водородной бомбой. Если бы оказалось, что по тем или иным причинам идея двухступенчатого заряда, которая была реализована в советском испытании 22 ноября 1955 г. и несколько ранее в США, в принципе неосуществима, Советский Союз тем не менее в результате эксперимента 6 ноября 1955 г. располагал бы уже вполне реальным, относительно недорогим и транспортабельным термоядерным оружием.

В начале 1954 г. по "трубе" состоялось знаменательное совещание в Министерстве среднего машиностроения с участием министра В. А. Малышева. Расширенные обсуждения и встречи по этому направлению имели место и прежде, но это совещание оказалось заключительным. В его работе приняли участие И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров, Я. Б. Зельдович, Л. Д. Ландау, Ю. Б. Харитон, Д. И. Блохинцев, Д. А. Франк-Каменецкий и другие физики. Совещание открыл Игорь Васильевич Курчатов и вел его в присущей ему манере: очень четко, как бы по секундам, с удивительным напором и целеустремленностью, сохраняя, однако, деликатность и корректность. Несколько вступительных слов сказал Д. И. Блохинцев, которого сменили его совсем молодые сотрудники из Обнинска. От Арзамаса-16 сообщение сделал В. Б. Адамский. От Обнинска в центре внимания оказалось сообщение Б. Б. Кадомцева о переносе нейтронов в дейтерии. Это произошло потому, что именно протяженное в пространстве энерговыделение от нейтронов, наряду с комптонизацией, также изучавшейся в Обнинске, исключало возможность детонации.

Состоялась дискуссия. Последним с репликой выступил И. Е. Тамм. Он обратил внимание на то, что во всех вариантах, которые докладывались, режим детонации в "трубе", если он и существует, ограничен очень узкими рамками значений определяющих параметров, таких как диаметр "трубы". То есть вероятность режима детонации в дейтерии в условиях "трубы" очень низка. По его мнению, это достаточное доказательство того, что режима детонации просто не существует и нет нужды перебирать другие вариации параметров. Он добавил, что это напоминает ему ситуацию с вечным двигателем, когда Французская академия наук постановила считать невозможным создание вечного двигателя и впредь отказалась рассматривать предложения по его конкретным конструкциям.

После дискуссии молодежь и некоторые другие участники были отпущены. Руководящие работники остались и после обсуждения приняли решение о полной бесперспективности этого направления подобно тому, как к такому же выводу в 1950 г. пришли американцы. Направление с при-

менением жидкого водорода было решено закрыть. Совещание в Министерстве явилось своеобразными похоронами “трубы” по первому разряду.

Дальнейшее развитие событий показало, что поиски сконцентрировались на использовании в полной мере энергии атомного взрыва для обеспечения наибольшей плотности термоядерного горючего водородной бомбы, чего ни “слойка”, ни тем более “труба” не обеспечивали. Сильный коллектив физиков-теоретиков во главе с Я. Б. Зельдовичем освободился от занятий хотя и интересной, развивающей квалификацию в области высоких энергий и температур, но не имеющей перспективы разработкой и был готов подключиться к новой работе. Группа, занимающаяся “слойкой”, также не была перегружена. Таким образом, коллектив был наготове, и стоило появиться идее, для воплощения которой требовалось усилие многих сотрудников, как начался бы “мозговой штурм”.

Мысль об использовании атомного взрыва для сжатия термоядерного горючего и его поджига настойчиво пропагандировал Виктор Александрович Давиденко, руководитель экспериментального ядерно-физического подразделения института. Он часто заходил в теоретические отделы и, обращаясь к теоретикам, в первую очередь к Зельдовичу и Сахарову, требовал, чтобы они вплотную занялись тем, что у нас получило название “атомного обжигания” (АО). В связи с этим 14 января 1954 г. Я. Б. Зельдович собственноручно написал записку Ю. Б. Харитону, сопроводив ее поясняющей схемой: “В настоящей записке сообщаются предварительная схема устройства для АО сверхизделия и оценочные расчеты ее действия. Применение АО было предложено В. А. Давиденко”. (Подчеркнуто Я. Б. Зельдовичем.)

Таким образом, видно, что советские физики не нуждались в подсказке важности достижения сильной степени сжатия, т.е. большой плотности термоядерного горючего для обеспечения его детонации. С другой стороны, хотя американский взрыв “Майк” 1952 г. благодаря мощному нейтронному потоку и свидетельствовал о достигнутой большой плотности термоядерного горючего во взорванном устройстве, — радиохимический анализ проб в прин-

ципе не мог дать каких-либо сведений о реальной конструкции этого устройства.

Но хронологически первым толчком для перехода от платонических рассуждений о сжатии термоядерного горючего атомным взрывом к конкретной работе послужило высказывание заместителя министра среднего машиностроения А. П. Завенягина, который был в курсе идей, обсуждавшихся у теоретиков, о том, что следует попробовать обжимать термоядерное горючее с помощью атомного взрыва так же, как и обычной взрывчаткой. Оно рассматривалось недели две, пока на смену не пришла другая, более осмысленная идея. В новой схеме сжатие основного заряда должно было осуществляться за счет воздействия на него продуктов взрыва и конструкционных материалов. Для того чтобы продукты взрыва, направленные непосредственно на основной заряд, также заставить работать на сжатие, предусматривалось использование массивного кожуха, благодаря чему, как можно было надеяться, разлетающиеся материальные частицы хотя бы частично отразятся от кожуха и внесут вклад в сжатие основного заряда. Этой схемой занимались в течение двух-трех недель.

И вот однажды Зельдович, ворвавшись в комнату молодых теоретиков Г. М. Гандельмана и В. Б. Адамского, находившуюся против его кабинета, радостно воскликнул: “Надо делать не так, будем выпускать из шарового заряда излучение!”. Уже через день или два в Москву в вычислительное бюро А. Н. Тихонова, которое обслуживало группу Сахарова, было послано задание для проведения расчета на предмет выяснения, выходит ли излучение из атомного заряда и как это зависит от используемых материалов.

Решающим был вопрос (от него зависела реальность идеи!), не поглотит ли поверхность кожуха большую часть энергии, выпускаемой в виде излучения, — ведь тогда оставшейся ее части оказалось бы недостаточно для эффективного обжигания заряда. Простыми изящными оценками А. Д. Сахаров показал, что хотя потери на поглощение стенками кожуха и велики, но они все-таки не таковы, чтобы сделать невозможным сжатие основного заряда. Не менее серьезным был вопрос

о конкретном механизме использования энергии излучения для эффективного обжатия термоядерного узла. Важные предложения для решения этого вопроса были высказаны Ю. А. Трутневым. Все эти идеи проходили обстоятельную обкатку через многочисленные коллективные обсуждения.

Выяснение физических процессов, происходящих в новом заряде, потребовало решения многих интересных физических задач. Если на этапе создания атомного оружия основными научными направлениями являлись нейтронная физика и газодинамика (гидродинамика сжимаемой жидкости), то работа над термоядерным оружием существенно расширила круг физических дисциплин. Высокие температуры, при которых протекают термоядерные реакции, привели к возникновению и разработке специального раздела — физики высоких давлений и температур. Происходящие при этом процессы имеют аналогию, пожалуй, только в звездах и изучаются в астрофизике.

Коллектив теоретиков с энтузиазмом и дружно включился в эту работу, действительно принявшую форму мозгового штурма. Всем хотелось приблизить время завершения работы и выйти на испытания. Работа потребовала создания ряда математических программ, которые стали фундаментом существующего сегодня арсенала наших вычислительных средств. Первые математические программы и расчеты по ним проводились в Институте прикладной математики в Москве. Математический отдел, существовавший у нас, выполнял тогда вспомогательные работы. Но в ходе работ над новым термоядерным зарядом в целях большей оперативности происходила постепенная переориентация на наш математический отдел. Он был значительно расширен и уже при расчетах по разработкам, проводившимся непосредственно после испытания первого термоядерного заряда, стал нашей основной математической базой, обеспечивавшей проведение расчетов, а затем и разработку математических методик.

Работа над зарядом не могла вестись равнодушно. Ничего бы не получилось. Ее нельзя было вести на исполнительском уровне без полной самоотдачи со стороны каждого участника.

Естественным образом сложился коллектив физиков-теоретиков, погрузившихся в эту работу. В то время во ВНИИЭФ формально существовали два теоретических отделения. Одно во главе с Сахаровым, другое во главе с Зельдовичем. Фактически к этому времени между двумя коллективами перегородок не существовало. Совместная захватывающая коллективная работа еще более сблизила людей. Каждый нашел свой участок работы и вносил вклад в общее дело, участвуя в обсуждении всей проблемы в целом. Я. Б. Зельдович в шутку назвал тот характер работы, который имел место, методом “народной стройки” (напомним, “народными стройками” в то время назывались строительства оросительных каналов и других общественно значимых объектов, выполнявшихся в порядке штурма с участием большого количества людей).

Руководителями работ были определены Е. И. Забабахин, Я. Б. Зельдович, Ю. А. Романов, А. Д. Сахаров и Д. А. Франк-Каменецкий. Исполнителем работ стал коллектив, включавший как академиков, так и сотрудников, не имевших ученых степеней: Е. Н. Аврорин, В. Б. Адамский, В. А. Александров, Ю. Н. Бабаев, Б. Д. Бондаренко, Ю. С. Вахрамеев, Г. М. Гандельман, Г. А. Гончаров, Г. А. Дворовенко, Н. А. Дмитриев, Е. И. Забабахин, В. Г. Заграфов, Я. Б. Зельдович, В. Н. Климов, Г. Е. Клинишов, Б. Н. Козлов, Т. Д. Кузнецова, И. А. Курилов, Е. С. Павловский, Н. А. Попов, Е. М. Рабинович, В. И. Ритус, В. Н. Родигин, Ю. А. Романов, А. Д. Сахаров, Ю. А. Трутнев, В. П. Феодоритов, Л. П. Феоктистов, Д. А. Франк-Каменецкий, М. Д. Чуразов, М. П. Шумаев.

В своих “Воспоминаниях” Андрей Дмитриевич Сахаров назвал идею использования атомного взрыва для обжатия термоядерного горючего (атомного обжатия) “третьей идеей”. Он отмечал: «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 приобретенному авторитету, моя роль в принятии и осуществлении “третьей идеи”, возмож-

но, 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. В то время нам (мне, во всяком случае) некогда было думать о вопросах приоритета, тем более что это было бы "дележкой шкуры неубитого медведя", а задним числом восстановить все детали обсуждений невозможно, да и надо ли?...» [6].

К началу лета 1955 г. расчетно-теоретические работы были завершены, был выпущен отчет. Но изготовление экспериментального заряда завершилось лишь к осени. Требования по производству были более высокие, чем раньше. Это относилось к высокой точности, даже прецизионности изготовления деталей и к особой чистоте некоторых материалов.

Этот экспериментальный термоядерный заряд, положивший начало новому направлению в развитии отечественных термоядерных зарядов, был успешно испытан 22 ноября 1955 г. При его испытании пришлось заменить часть термоядерного горючего на инертное вещество, чтобы снизить мощность ради безопасности самолета и жилого городка, находившегося примерно в 70 км от места взрыва.

Можно, таким образом, выстроить цепочку узловых моментов в работе, завершившейся созданием и испытанием в ноябре 1955 г. двухступенчатого термоядерного заряда:

1. Работа над созданием и испытанием одноступенчатого термоядерного заряда ("слойка"), 1953 год.

2. Работа над более мощным зарядом типа "слойка". Неудовлетворенность такой конструкцией, 1953 год.

3. Прекращение работы над теоретическим изучением возможности стационарной детонации дейтерия в длинном цилиндре как бесперспективной ("труба"), 1954 год.

4. Первые примитивные разработки термоядерного заряда, использующие для сжатия основного заряда энергию атомного взрыва.

5. Рождение идеи использовать для обжатия основного заряда не продукты взрыва, а излучение.

6. Работа над термоядерным зарядом в режиме мозгового штурма, завершившаяся успешным испытанием 22 ноября 1955 г. посредством сброса с самолета заряда, оформленного как авиационная бомба.

От успешной реализации идеи в этих испытаниях до создания серийных образцов был пройден нелегкий путь конкретного конструирования в ходе соревнования двух институтов: в Арзамасе-16 и созданного в 1955 г. в Челябинске-70. Вскоре в Челябинске-70 была создана конструкция термоядерной бомбы, которую можно было ставить на вооружение. Ее основными разработчиками были Е. И. Забабахин, Ю. А. Романов и Л. П. Феокистов.

А несколько позднее Ю. Н. Бабаевым и Ю. А. Трутневым было внесено существенное усовершенствование в конструкцию водородного заряда, которое было успешно отработано в 1958 г. и предопределило современный облик отечественных водородных зарядов. Это достижение, по словам А. Д. Сахарова, "явилось важнейшим изобретением, определившим весь дальнейший ход работы на объекте".

Совершенствование зарядов продолжалось, и уже более молодое поколение — ученики Якова Борисовича и Андрея Дмитриевича, теоретики, математики и экспериментаторы создали современное термоядерное оружие, где новые идеи и достижения рождались не менее драматично. Мы надеемся, что в последующих публикациях появятся дополнительные штрихи и, возможно, другие обстоятельства по истории создания первых советских термоядерных зарядов.

Разработка советского термоядерного оружия в результате самостоятельного научно-технического творчества А. Д. Сахарова, Я. Б. Зельдовича и возглавлявшегося ими коллектива явилась, пожалуй, самой яркой страницей в истории советского атомного проекта. Обладание этим оружием как Советским Союзом, так и Соединенными Штатами Америки сделало невозможной войну между сверхдержавами.

Список литературы

1. *The Bulletin of the Atomic Scientists* 1/2 p. 22 (1990). См. также Хирш Д., Мэтьюз У. Водородная бомба: кто же выдал ее секрет? *УФН*. 161(5), 154 (1991).

2. Харитон Ю. Б., Смирнов Ю. Н. *Мифы и реальность советского атомного проекта* (Сб. статей) (Арзамас-16: ВНИИЭФ, 1994). Харитон Ю. Б., Смирнов Ю. Н. *О некоторых мифах и легендах вокруг советских атомного и водородного проектов* (Ежемесячный журнал Президиума Российской академии наук "Энергия" 9, 2 (1993).

Khariton Yu, Smirnov Yu. The Khariton Version. *The Bulletin of the Atomic Scientists*. 5, p. 20 (1993).

3. Герштейн С. С. *Из воспоминаний о Я. Б. Зельдовиче*. *УФН*, 161 (5). 170 (1991). См. также *Знакомый незнакомый Зельдович (в воспоминаниях друзей, коллег, учеников)* (М.: Наука, 1993, с. 180).

4. Гуревич И. И., Зельдович Я. Б., Померанчук И. Я., Харитон Ю. Б. Использование ядерной энергии легких элементов. *УФН* 161 (5). 171 (1991).

5. Романов Ю. А. Отец советской водородной бомбы. *Природа*, № 8, 21 (1990).

6. Андрей Сахаров. *Воспоминания* (Нью-Йорк: Изд-во имени Чехова, 1990), с. 241, 242.

Комментарий Ю. Н. Смирнова по поводу совместных публикаций с Ю. Б. Харитонов

1. Юлий Харитон. (С комментариями Юрия Смирнова.) **“Ядерное оружие СССР: пришло из Америки или создано самостоятельно?”**. Статья опубликована в газете “Известия” 8 декабря 1992 года.

Публикация состоит из основной части, целиком написанной Юлием Борисовичем, и дополнительного комментария Ю. Н. Смирнова, составленного в основном в виде беседы с Ю. Б. Цель комментария заключалась в том, чтобы дать Юлию Борисовичу возможность коснуться сопутствующих вопросов и представить более полную картину по обсуждаемой теме.

Непосредственным поводом для публикации явилась 40-минутная телепередача с участием известных советских разведчиков Л. Р. Квасникова и А. А. Яцкова, которая состоялась 12 мая 1992 года на канале “Россия”. В этой передаче Квасников, в частности, заявил: “Вопрос стоял не только об атомной бомбе (тут, по его мнению, “Харитон выдавал все это за свое.” - Прим. Ю. С.). Вопрос стоял о термоядерной. Но термоядерная же - она тоже получена (разведкой. - Прим. Ю. С.)! И если Сахаров говорит, что... я делал это сам, то это просто-напросто нечестный подход... И в академики-то он попал, - вот если б вы разобрались, как это было все сделано...”.

Над своей частью статьи Юлий Борисович работал долго. Посвященные знают, что уже в то время он только с величайшим трудом мог читать текст, всматриваясь одним больным глазом в каждую букву отдельно (другой глаз утратил зрение полностью). На мое предложение о чисто технической помощи ответил: “Большое спасибо. Это тот случай, когда я все должен сделать сам. Мои коллеги должны узнать правду не через интервью, не через посредников, а от меня”.

2. Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов. **“О некоторых мифах и легендах вокруг советских атомного и водородного проектов”**. Доклад был подготовлен во второй половине декабря 1992 года

и зачитан 12 января 1993 года в Российском научном центре “Курчатовский институт” на расширенной сессии Ученого совета, посвященной 90-летию со дня рождения И. В. Курчатова. Уже на следующий день основные тезисы доклада были сообщены читателям американской прессой. Доклад опубликован “Курчатовским институтом” в “Материалах юбилейной сессии Ученого совета центра” (1993), а также в американском журнале “The Bulletin of the Atomic Scientists” (май, 1993, с. 20-31, Yuli Khariton and Yuri Smirnov “The Khariton version”). Неоднократно перепечатывался другими изданиями (например, журналы “Энергия” - 1993, № 9; “Россия и современный мир” - 1996, № 1 (10), с. 97-128).

Создатель американской водородной бомбы Эдвард Теллер отмечал: “Статья Харитона и Смирнова (имеется в виду публикация в журнале “The Bulletin of the Atomic Scientists” - Прим. Ю. С.) исключительно интересна, так как в ней рассматривается создание ядерной взрывчатки с другой, очевидно, обоснованной точки зрения. На меня произвели особенное впечатление два обстоятельства. Во-первых, создание атомной и водородной бомб происходило в СССР и США совершенно различными путями. Таким образом, мало смысла в том, чтобы заявлять, кто был впереди в какой-то момент времени.

Другое обстоятельство связано с огромной разницей в политическом руководстве двух стран. В случае Соединенных Штатов это был Лилиенталь, в случае Советского Союза - Берия... Вспомним, что именно Лилиенталь попросил Оппенгеймера написать важнейшее предложение о том, чтобы сделать ядерную энергию международным достоянием. Это предложение известно в мире как план Баруха.

Несмотря на то, что почти через столетия фактически нельзя вернуться к плану 1946 года (т.е. к плану Баруха. - Прим. Ю. С.), мы должны рассмотреть, какой путь международного сотрудничества в области атомной энергии может се-

годня привести к наибольшей стабильности в мире". (Текст комментария Э. Теллера был при-
слан мне проф. Д. Холлуэем. - Прим. Ю. С.)

Реакция ветерана американского атомного
проекта Нобелевского лауреата Ханса Бете ока-
залась также весьма примечательной: "Мне хо-
телось бы особо подчеркнуть потрясающие дос-
тижения русских по созданию атомной бомбы в
1949 году, особенно если учесть ущерб, нанесен-
ный стране немцами. Немцы не достигли таких
успехов. Они достигли немногого. Не намерева-
ясь создать бомбу, они хотели построить ядер-
ный реактор. Однако к 1945 году они преодоле-
ли только половину пути". Касаясь испытания
12 августа 1953 года в Советском Союзе водород-
ного заряда, Бете отметил: "Я не знаю, как они
его сделали... Он напоминал конструкцию наше-
го Alarm Clock ("Будильник"), но, по-видимому,
превосходил его. Поразительно, что они смогли
это осуществить... В то время мы не смогли бы
это сделать... Никто из нас не видел тогда спосо-
ба, чтобы достаточно сильно сжать Alarm Clock
и получить необходимую плотность... Насколько
я могу судить, их конструкция 1955 года (конс-
струкция советских физиков бинарного термоядер-
ного заряда. — Прим. Ю. С.), несмотря на то, что
в ней использовались те же принципы, что и у
нас, была ими разработана полностью самостоя-
тельно". (Приведенные выдержки из коммента-
рия Х. Бете были получены мною от Л. В. Альт-
шулера, который, в свою очередь, получил их че-
рез известного американского историка и писа-
теля Ричарда Роудса. - Прим. Ю.С.)

**3. Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов. "Совет-
ские физики шли своим путем".** Доклад был за-
читан Ю. Н. Смирновым на Международной кон-
ференции по программе ядерной истории (Nuclear
History Program), состоявшейся летом 1993 года в
Ницце (Франция). Опубликован в журнале "На-
ука и жизнь", 1993, № 12, с. 82-87.

**4. Юлий Харитон, Юрий Смирнов. "Откуда
взялось и было ли нам необходимо ядерное ору-
жие. Еще раз о фактах и домыслах".** Статья была
написана очень быстро, в результате интенсивных

совместных обсуждений и опубликована в газете
"Известия" 21 июля 1994 года. Поводом для напи-
сания статьи стали книги П. Судоплатова "Спе-
циальные задания" ("Special Tasks"), С. Берии
"Мой отец - Лаврентий Берия" и С. Хрущева "Ни-
кита Хрущев - кризисы и ракеты", а также публи-
кация 30 апреля 1994 года в "Известиях" интер-
вью В. Астафьева.

**5. Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. Н.
Смирнов. "О создании советской водородной
(термоядерной) бомбы".** Статья опубликована в
журнале "Успехи физических наук" (1996,
т. 166, № 2, с. 201-205) и в американском журнале
"The Bulletin of the Atomic Scientists" (Yuli
Khariton, Victor Adamskii, and Yuri Smirnov "The
way it was". Nov./Dec. 1996, p. 54-59). Статья опу-
бликована также в Трудах международного симпо-
зиума ИСАП-96, состоявшегося в Дубне в мае 1996
года, "Наука и общество: история советского атом-
ного проекта (40-50-е годы)" (Москва, ИздАТ, 1997,
с. 200-213).

Импульсом к написанию статьи стала иници-
атива В. Б. Адамского, выступившего с предло-
жением о необходимости рассказать в открытой
печати о развитии основных идей при разра-
ботке советского термоядерного оружия. Он мо-
тивировал это, в частности, тем, что в США уже
широко обсуждается в печати идея Улама-
Теллера.

Предложение В. Б. Адамского было поддер-
жано Юлием Борисовичем. В результате коллек-
тивной работы и обсуждений был подготовлен
текст статьи, в которой фактически впервые с до-
статочной полнотой рассказывалось об эволюции
советских термоядерных идей от их зарождения
до экспериментальной отработки двухступенча-
того термоядерного заряда на принципе радиа-
ционной имплозии. Последнее обстоятельство вы-
звало серьезные трудности при оформлении тек-
ста к печати и многомесячную задержку с
публикацией статьи. Только личные усилия Юлия
Борисовича, решительно поддержанные мини-
стром В. Н. Михайловым, позволили преодолеть
осложнения. С выходом статьи российские уче-

ные получили возможность обсуждать историю создания советского термоядерного оружия на качественно новом уровне.

6. Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. А. Романов, Ю. Н. Смирнов. "И. Е. Тамм глазами физиков Арзамаса-16". Статья опубликована в третьем, дополненном издании книги "Воспоминания о И.Е. Тамме" (Москва, ИздАТ, 1995, с. 390-410). С незначительным сокращением она была издана в журнале "Природа" (1995, № 7, с. 86-96).

Выработка концепции статьи, обсуждение ее содержания и окончательное редактирование текста происходило во время встреч всех соавторов на квартире у Юлия Борисовича в Арзамасе-16.

Первые три из названных здесь статей составили содержание специального сборника: Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов "Мифы и реальность советского атомного проекта" (ВНИИЭФ, Арзамас-16, 1994), подготовленного Российским федеральным ядерным центром - ВНИИЭФ к 90-летию Юлия Борисовича. В этот же сборник была включена статья "Голоса с другого берега" из журнала "Наука и жизнь" (1993, № 12, с. 85-87) с полным текстом комментария Эдварда Теллера и высказываниями Ханса Бете по поводу доклада "О некоторых мифах и легендах вокруг советских атомного и водородного проектов", сделанного 12 января 1993 года в Курчатовском институте.

Фундаментальные физические исследования

(Доклад зачитан 11 мая 1993 г. в Российском научном центре "Курчатовский институт" в связи с 50-летним юбилеем института)

Ю. Б. Харитон, Ю. А. Трутнев

В 1946 году на юге Горьковской области, на границе с Мордовией был основан центр по разработке ядерных зарядов. Основоположителем этого института был присутствующий здесь Юлий Борисович Харитон — неизменный научный руководитель и организатор, душа нашего института.¹

Естественно, работа над ядерными зарядами означала глубокое понимание физики высоких давлений и температур, плотностей, кинетики ядерных реакций, быстропротекающих процессов. К этой работе были привлечены лучшие ученые нашей страны: Я. Б. Зельдович, А. Д. Сахаров, И. Е. Тамм, К. И. Щелкин, Г. Н. Флеров, Н. Н. Боголюбов, Е. И. Забабахин, Е. К. Завойский, М. А. Лаврентьев, Д. А. Франк-Каменецкий. У нас "выросли" А. И. Павловский, С. Б. Кормер, Е. А. Негин и Ю. Н. Бабаев.

Очень трудно в таком коротком докладе рассказать о нашем институте — Всероссийском научно-исследовательском институте экспериментальной физики (ВНИИЭФ). И для того чтобы вы получили какое-то представление о широте и разнообразии направлений работы, остановимся только на некоторых достижениях и исследованиях.

Во-первых, мы не можем не сказать, что вся наша работа связана с физикой высоких давлений и температур и не мыслима без физико-математического моделирования и без расчетов на совре-

менных ЭВМ. Большую роль для нас в этом отношении сыграло тесное взаимодействие с Институтом прикладной математики АН СССР и такими выдающимися учеными, как М. В. Келдыш, И. М. Гельфанд, А. Н. Тихонов. И первые 15 лет мы буквально на них опирались. Но потом мы вырастили собственные кадры, получили собственные электронно-вычислительные машины, и у нас был создан мощный вычислительный центр.

Несмотря на то что мы работали на ЭВМ, которые были в нашем распоряжении (а это были отечественные ЭВМ), нам удавалось недостаточные мощности и возможности этих машин восполнять интеллектом ученых. Наши физики и математики выжимали из этих машин больше, чем они могли дать. Созданные ими методики, программы, сама организация работ позволили считать двумерные и трехмерные задачи газодинамики с теплопроводностью и кинетику ядерных реакций на должном уровне. Приезжающие к нам теперь наши коллеги из аналогичных американских центров, надо сказать, просто удивляются, как мы на наших машинах смогли создать такие программы и проводить такие расчеты.

Мы упоминаем о расчетно-теоретической части просто потому, что о ней не упомянуть нельзя. В самом деле, процессы, которые происходят в ядерных зарядах, воспроизвести в лабораторных условиях большей частью не удастся — приходится все это смотреть "на кончике пера". И от того, насколько точно мы сможем описать те или иные физические явления, зависит успех или неуспех того или иного испытания. Это породило у наших людей очень большую ответственность, и, вообще говоря, эта часть работы достойна специального доклада. Мы не будем входить в детали. Скажем только, что для нас эти работы играли определяющую роль.

¹ Доклад зачитан первым заместителем научного руководителя ВНИИЭФ академиком Юрием Алексеевичем Трутневым. Здесь, как и в разделе "Исследования по термоядерному синтезу..." (см. сноски 2 и 3), он, отклоняясь от текста, подчеркнул выдающуюся роль Юлия Борисовича как научного руководителя ВНИИЭФ и поделился воспоминаниями о первых предложениях Андрея Дмитриевича по лазерному термоядерному синтезу.

Исследование сжимаемости конденсированных веществ

Исследование ударной сжимаемости конденсированных веществ с использованием сильных ударных волн имело ключевое значение для разработки ядерных зарядов.

С середины 50-х годов в научной печати стали публиковаться работы, связанные с исследованием свойств различных веществ при высоких плотностях энергии. Реализация необходимых условий для проведения исследований стала возможной благодаря использованию мощных взрывчатых веществ (ВВ), создающих сильные ударные волны, воздействующие на исследуемое вещество. Первые сообщения на эту тему были сделаны в США сотрудниками Лос-Аламосской лаборатории в 1955 году. В 1958 году появились публикации нашего института в отечественных научных изданиях. Этими работами было открыто новое направление в физике ударных волн и экстремальных состояний вещества.

В его становление и развитие в нашей стране внесли крупный вклад многие группы исследователей и отдельные ученые. И все же трудно переоценить роль, которую сыграли в этом академик Я. Б. Зельдович и профессор Л. В. Альтшулер. Их личными усилиями, трудом их учеников и последователей в значительной мере был обеспечен прогресс динамического направления физики высоких давлений и его основной части — исследования сжимаемости конденсированных веществ.

Начало этих исследований в нашей стране относится к 1946 году, когда в рамках государственной атомной программы была развернута работа по уравнению состояния веществ. В основе построения уравнений состояния лежат экспериментальные данные по ударной сжимаемости веществ, которые определяют связь давления с плотностью и энергией — так называемую ударную адиабату. Эта связь находится через кинематические параметры ударной волны: скорость ее фронта и массовую скорость перемещения вещества за фронтом с последующим использованием законов сохранения массы, импульса и энергии. Это так называемые абсолютные измерения, не связанные ни с какими дополнительными предположениями.

Исходя из поставленных целей, в первые годы развития динамического метода исследования сжимаемости веществ изучались практически лишь элементы и главным образом металлы. Уже в 1947 году ударная сжимаемость железа и урана была исследована до давлений в 40 и 50 тысяч атмосфер, а в следующем году уже до трех с половиной миллионов. Последняя величина вызывает чувство уважения и в настоящее время. Что уж говорить о тех далеких временах! В 1952 году потолок давления для тяжелых металлов в оценочных единичных измерениях был поднят до 9 миллионов. А еще через четыре года для железа — до 13 миллионов. Окончательно рубеж в 9-12 миллионов атмосфер был освоен в 1960 году. Тогда были созданы прецизионные измерительные устройства, на которых проведены исследования сжимаемости основных металлических элементов — урана, плутония, железа, меди, свинца и ряда других металлов. Эти величины до сих пор являются рекордными для лабораторных методов. В этом (1993) году или в следующем мы опубликуем результаты лабораторных измерений при еще больших давлениях — до 20 миллионов атмосфер. Соответствующие опыты сейчас проводятся в нашем институте на новой модификации тех измерительных устройств, на которых проведены широко известные в научных кругах измерения при 9-10 мегабар.

Дальнейшее продвижение по шкале давлений в область еще больших их значений, трудно реализуемое в лабораторных условиях, легко осуществляется при использовании сильных ударных волн, возникающих при подземных ядерных взрывах. Такова логика развития: исследования, первоначальной задачей которых являлось получение зависимостей, используемых при конструировании зарядов, теперь использовали энергию этих зарядов для своего дальнейшего прогресса.

Исследования сжатия веществ при давлениях больше 9 миллионов атмосфер (в том числе и при ядерных взрывах) проводятся во ВНИИЭФ под руководством и при участии Трунина Р.Ф.

В 1966 году в нашем институте были проведены первые результативные измерения сравнительной сжимаемости системы железо-свинец-уран при давлениях 31, 34, 40 миллионов атмосфер. Необходи-

димо отметить, что в отличие от лабораторных результатов, которые получены абсолютными методами, первые измерения в подземных взрывах носили относительный характер, в соответствии с чем сжимаемость исследуемого вещества определялась относительно эталонного, для которого принималось известное его уравнение состояния или, по крайней мере, ударная адиабата. В данном случае известной считалась адиабата свинца, допускающая достаточно точную интерпретацию между лабораторной областью и расчетной, отвечающей модели Томаса-Ферми.

В 1969 году эта система была изучена при давлении в 50 миллионов атмосфер. Параллельно с этими работами у нас предпринимались попытки определить сжимаемость металлов в условиях подземных взрывов и с помощью абсолютных методов путем регистрации двух кинематических параметров ударной волны. Первые сравнительно удачные попытки таких измерений относятся к 1970 году, когда была получена экспериментальная точка на железе при давлении в 43 миллиона атмосфер. В 1971 году были зарегистрированы давления в 53 миллиона, а в 1973 — 105 миллионов атмосфер. Измерения выполнены при взрывах термоядерных зарядов мегатонного класса.

В соответствии со схемой проведения измерений на выбранном расстоянии от заряда — источника энергии в горной породе, окружающей камеру взрыва, выполнялась полированная площадка, перпендикулярная к направлению движения ударной волны. Параллельно ее плоскости через воздушный зазор располагался разгоняемый блок ударника, состоящий из легкой пенопластовой прокладки и стального ударника толщиной 25 мм. Предварительные расчеты конкретной геометрии системы показали, что она обеспечивает необходимые условия для надежной интерпретации экспериментальных результатов. Максимальная плотность железа, полученная в опытах, составила $26,5 \text{ г/см}^3$, что в 3,4 раза превышало ее исходное значение. Температура железа в этих условиях составляла, по оценкам, 500 000 градусов. Экспериментальная регистрация таких состояний в эталонном металле (железе), безусловно, является большим научным достижением.

Регистрация сжимаемости в 100-мегабарном диапазоне давлений позволяет все другие измерения, для которых было эталоном железо, перевести в разряд абсолютных и тем самым вплоть до этих давлений установить положение адиабат целой группы металлов. Это позволяет провести выбор в этом диапазоне давлений расчетной модели, наиболее адекватно соответствующей эксперименту, что важно и для расчетов некоторых узлов наших конструкций, работающих в экстремальных условиях по давлению и температурам.

Итак, 105 миллионов атмосфер для железа с использованием абсолютных методов измерений — рекордная величина для подобных исследований, которая вряд ли может быть увеличена в последующие годы. Однако в более простых — сравнительных измерениях возможен дальнейший рост этих величин. Так, в одном из опытов, проведенных на Новой Земле в 1975 году, у нас были зафиксированы давления в 200 миллионов атмосфер для системы железо (эталон)-свинец-медь-титан.

В заключение данного раздела перечислим те классы веществ, сжимаемость которых в ударных волнах исследована в нашем институте. Это большая часть периодической системы металлических элементов (включая, естественно, и делящиеся), сплавы металлов, гидриды, карбиды и нитриды металлов, металлы в расплавленном исходном состоянии, пористые металлы и соединения, все типы минеральных структур, горные породы (глубинные и поверхностные), жидкости (вода и растворы различных солей в ней), десятки типов органических соединений, водород и жидкие благородные газы. Всего этот список насчитывает более 300 различных наименований.

Импульсные ядерные реакторы и ускорители во ВНИИЭФ как инструмент исследований

Изучение воздействия интенсивных потоков нейтронов и гамма-лучей при ядерном взрыве заставило нас для моделирования этих процессов создать и построить целый ряд импульсных исследовательских реакторов.

Экспериментальная база нашего института включает комплекс ускорителей, действующих исследовательских ядерных реакторов специального класса - импульсных реакторов самогасящего действия. Комплекс включает в себя практически все типы существующих импульсных реакторов самогасящего действия: реакторы с металлической активной зоной БИР-2М (БИР - быстрый импульсный реактор) и БР-1; реактор с жидкой растворной активной зоной ВИР-2М; реактор ГИР-2, активная зона которого включает в себя ядро из сплава металлического урана с молибденом и неметаллическую оболочку; реактор с уран-графитовой активной зоной БИГР.

В их создании определяющую роль сыграли В. А. Давиденко, В. Д. Сциборский, А. М. Воинов, В. Ф. Колесов, М. И. Кувшинов.

Некоторые из этих реакторов уникальны.

БР-1 имеет рекордные для такого типа реакторов уровни удельного энерговыделения, флюенса и потока нейтронов, дозы и мощности гамма-излучения в полости при значительных размерах последней: диаметр полости порядка 100 мм.

БИГР - единственный в мире представитель быстрых импульсных реакторов, имеющий активную зону из керамического материала. По флюенсу нейтронов и дозе гамма-излучения он более чем в 10 раз превосходит все действующие реакторы такого типа на быстрых нейтронах. Временная форма генерирования излучений регулируется в широких пределах - от колоколообразной (длительностью более 2 мс) до прямоугольной (длительностью 0,5 с и более).

Разнообразие такого типа реакторов ВНИИЭФ, широкий диапазон реализуемых параметров и экспериментальных условий используется для выполнения разнообразных программ в различных областях науки и техники. Например, таких как:

- изучение работоспособности твэлов и ТВС в условиях переходных режимов и реактивностных аварий вплоть до плавления топлива с целью обоснования безопасности ядерных реакторов (а мы занялись вопросами, связанными с атомной энергетикой). Наибольшие возможности здесь обеспечиваются при использовании реакторов БИГР и уран-графитового реактора на тепловых нейт-

ронах МИРТ, который в настоящее время находится на стадии проектирования;

- исследования по прямому преобразованию энергии ядерных реакций в лазерное излучение оптического диапазона, имеющие практической целью создание реакторов-лазеров непрерывного и частотно-импульсного действия для технологических применений;

- создание мощного источника ультрахолодных нейтронов с плотностью до 10^5 нейтр./см³ на базе реактора БИГР для исследования фундаментальных свойств строения материи - совместно с ОИЯИ, город Дубна.

Наша экспериментальная база не ограничивается импульсными ядерными реакторами. С середины 60-х годов во ВНИИЭФ развивается направление физики мощных линейных индукционных ускорителей электронов — ЛИУ. Главную роль в их создании сыграли А. И. Павловский и В. С. Босамыкин. Цель этих работ — выяснение возможности создания лабораторных генераторов импульсов излучений для исследований физики процессов, протекающих при сверхвысоких интенсивностях радиационного воздействия. В 1967 году был создан безжелезный ускоритель ЛИУ-2 с энергией электронов 2 МэВ, базирующийся на индукторах в виде одновитковых тороидальных контуров с кольцевыми емкостными накопителями и многоискровыми разрядниками. Ток пучка электронов 2 кА в импульсе длительностью 30 нс.

В 1968 году был предложен новый тип ЛИУ с ускоряющей системой на основе индуктора с радиальными линиями и многоканальными коммутаторами. В 1977 году создан первый мощный ускоритель на радиальных линиях с последовательной модульной ускоряющей системой ЛИУ-10 с энергией электронов 14 МэВ (электронный ток до 40 кА при длительности импульса 20 нс). На установке ЛИУ-10 выполнен большой объем исследований в области физики импульсных радиационных воздействий. Впервые получены данные по инициированию цепной реакции деления в ядерных подкритических и надкритических системах мощными импульсами фотонейтронов.

В настоящее время завершены работы по созданию модернизированного ускорителя ЛИУ-10М

с ускоряющей системой нового типа со ступенчатыми формирующими линиями. Энергия электронов до 25 МэВ, ток до 50 кА, длительность импульса 25 нс, мощность дозы на расстоянии одного метра от мишени составляет $1,4 \cdot 10^{10}$ Р/с.

В 1989 году во ВНИИЭФ создан крупномасштабный ускоритель на радиальных линиях ЛИУ-30 с энергией электронов до 40 МэВ, ток пучка электронов до 100 кА при длительности импульса 20 нс. ЛИУ-30 предоставляет уникальные возможности для радиационных исследований. Это мощный генератор гамма-излучений и фотонейтронов. Мощность дозы на расстоянии одного метра от мишени составляет $5 \cdot 10^{11}$ Р/с. Достигнуты уровни 10^{13} Р/с на площади 500 квадратных сантиметров. Кроме того, возможно генерирование двух импульсов излучений с регулируемым интервалом при энергии электронов 15 и 25 МэВ. В мишени из урана-238 генерируется короткий импульс фотонейтронов с выходом 10^{14} нейтронов за импульс. Высокая интенсивность импульса фотонейтронов (10^{22} нейтр./с) позволяет получать с помощью ядерных размножающихся систем импульсы нейтронов деления 10^{16-17} нейтронов за импульс при длительности от 1 до 10 мкс. ЛИУ-30 имеет размеры 4x8x25 м. Энергоемкость радиальных линий 1,5 МДж. Для возбуждения продольного магнитного поля в ускорительном тракте требуется 5 МДж энергии в низковольтном конденсаторном накопителе.

Исследования, выполненные во ВНИИЭФ по направлению мощных ускорителей электронов, носят пионерский характер. Установки, подобные ЛИУ-2 и ЛИУ-10, воспроизводились в других институтах страны. В США созданы сильноточные ускорители такого типа с энергией электронов 9 и 16 МэВ.

Импульсная рентгенография

Безжелезные бетатроны — генераторы коротких импульсов рентгеновского излучения.

Метод импульсной рентгенографии играет важную роль в исследованиях в области физики высоких давлений и ударных волн, взрывомagnetной кумуляции энергии, газодинамической отработки ядерных зарядов и вообще при исследовании быстропротекающих процессов.

В 1955 году А.И. Павловский предложил использовать для просвечивания массивных объектов сравнительно жесткое тормозное излучение, генерируемое безжелезными циклическими индукционными ускорителями электронов — бетатронами. Идея создания источника интенсивных импульсов излучения на основе этих ускорителей весьма привлекательна. Это достаточно простые, компактные и удобные в эксплуатации устройства, в которых энергия электронов эффективно конвертируется в энергию направленного тормозного излучения, спектральный состав которого благоприятен для просвечивания плотных материалов, а доза излучения не зависит от длительности импульса. Малые размеры бетатрона позволяют размещать его в небольшом защитном сооружении. Единственная проблема, которую предстояло разрешить, — как увеличить на два—три порядка ток циркулирующих частиц. Были созданы сильноточные безжелезные бетатроны с рекордной энергией ускоренных электронов 100 МэВ, которые используются уже около 30 лет в различных исследованиях быстропротекающих процессов.

Концепция сильноточного бетатрона основывается на реализации большой устойчивости и повышении энергии инжекции при относительно малом радиусе равновесной орбиты. Был создан инжектор с энергией до 2 МэВ с термокатодом и вводом пучка в ускорительную камеру с помощью экрана.

Увеличение энергии инжекции до 2 МэВ позволило увеличить циркулирующий в бетатроне ток до 100 А и создать генератор излучения с рекордными на то время параметрами. После цикла работ по выявлению причин и устранению факторов, ограничивающих интенсивность излучения, ток был увеличен до 300 А. Результатом этой работы явилось создание ускорительного модуля, просвечивающая способность которого — 265 мм свинца на расстоянии 1 м, эквивалентно реализуемая в линейном индукционном ускорителе FERMEX Ливерморской национальной лаборатории, но стоимость с учетом затрат на защитные сооружения и обслуживание у нас в десятки раз меньше. Кроме того, бетатрон позволяет формировать многоимпульсный источник и варьировать длительность импульса излучения в

широких пределах. Специальное устройство, анализирующее уровень синхротронного излучения в процессе ускорения, блокирует исследуемые процессы, если ток бетатрона существенно ниже номинального. В заключение этого раздела следует отметить, что возможности повышения тока не исчерпаны и полученные результаты позволяют надеяться на достижение килоамперного циркулирующего тока в безжелезных бетатронах.

Получение и применение сверхсильных магнитных полей

Более 40 лет назад Андрей Дмитриевич Сахаров выдвинул идею магнитной кумуляции — преобразования энергии взрыва в электромагнитную и ее концентрации в пространстве. Он же предложил два типа устройств, реализующих эту идею: генератор сверхсильных магнитных полей МК-1 и генератор импульсов электромагнитной энергии МК-2. И в том и в другом случае именно достижениями ВНИИЭФ определяется мировой уровень полученных результатов.

Так, ВНИИЭФ сейчас обладает единственным в мире серийно изготавливаемым магнитно-кумулятивным источником импульсных магнитных полей 10-мегагауссного диапазона. Это созданный под руководством А. И. Павловского каскадный генератор МК-1, представляющий собой особым образом изготовленный соленоид, помещенный внутрь кольца ВВ, и несколько коаксиально расположенных цилиндров — каскадов усиления магнитного поля из материала с особыми свойствами. В области кумуляции на оси устройства с диаметром около сантиметра и длиной более 10 сантиметров создается магнитное поле порядка 10 мегагаусс.

Применение генератора в исследовании свойств веществ в экстремальных условиях явилось существенным вкладом в развитие новой ветви физики высоких плотностей энергии — мегагауссной физики. На применении этого генератора в фундаментальных совместных исследованиях основано также развиваемое в настоящее время сотрудничество двух крупнейших оружейных лабораторий: США (Лос-Аламос) и России (Арзамас-16). Примером таких систематических фунда-

ментальных исследований являются выполненные во ВНИИЭФ исследования по магнитооптике. В непрозрачном арсениде галлия в поле 4,5 мегагаусс впервые экспериментально удалось раздвинуть запрещенную зону до энергии квантов оптического диапазона и достичь тем самым пропускания красного зондирующего света.

Не менее важным и интересным оказался цикл исследований по влиянию сверхсильных магнитных полей на магнитоупорядоченные среды — антиферромагнетики, ферриты, магнитные полупроводники. Большой полезный объем однородного магнитного поля позволяет проводить эксперименты одновременно с несколькими образцами в широком диапазоне температур — от 5 до 300 градусов Кельвина. Изучая спектры экситонов в полях 5-10 мегагаусс при гелиевых температурах, мы получаем возможность прогнозировать воздействие на вещество магнитных полей порядка гигагаусс.

Впервые в мире было измерено верхнее критическое магнитное поле высокотемпературных сверхпроводников при гелиевых температурах. Зарегистрированная величина верхнего критического поля составила $1,8 \pm 0,36$ мегагаусс.

Большими перспективами обладает разработанный во ВНИИЭФ метод изэнтропического сжатия вещества давлением сверхсильного магнитного поля. Экспериментально измеренные давления в устройстве на основе каскадного генератора МК-1 достигают в металлах 5 мегабар. Давления мегабарного уровня позволяют воздействовать на состояние внешней электронной структуры атомов и получать таким образом не только новую информацию о веществе, но и материалы с новыми свойствами. В отличие от статического метода алмазных наковален, где полезный объем измеряется микронами, и от ударного сжатия, где сжимаемое вещество сильно нагревается, метод изэнтропического сжатия характеризуется сантиметровыми размерами образца и существенно меньшим разогревом вещества, что позволяет достигать больших сжатий для легко сжимаемых веществ.

Величина получаемых магнитных полей ограничена энергетикой системы сжатия магнитного потока. При увеличении отношения массы ВВ к массе оболочки скорость схлопывания оболочки

приближается к скорости детонации ВВ (8 км/с), что примерно в 2 раза выше достигнутого уровня (4 км/с), а в различных видах каскадных слоистых газодинамических систем в принципе возможно получение и более высоких скоростей.

Схема генератора МК-1 с простейшей однокаскадной газодинамической системой ускорения оболочки выглядит следующим образом: основной заряд ВВ и еще одно кольцо из того же ВВ, а между ними — стальной цилиндр-ударник. Первый каскад генератора МК-1 — соленоид-оболочка. Для запитки соленоида такого размера до значения магнитного поля в нем более 100 килогаусс в качестве источника питания используется второй МК-генератор.

Расчеты показывали, что конечное магнитное поле может превышать 27 мегагаусс при внутреннем диаметре плотной части оболочки более 4 мм. Это указывало на возможности генератора. Максимальное значение измеренного в экспериментах магнитного поля находится в интервале 16-17 мегагаусс, что является мировым рекордом воспроизводимо получаемых магнитных полей. В объеме более 10 см³ достигнута плотность магнитной энергии более мегаджоуля в кубическом сантиметре, что примерно в 140 раз больше плотности химической энергии ВВ. Представляется, что дальнейшее развитие каскадного сжатия магнитного потока системой коаксиальных оболочек с применением газодинамической кумуляции энергии приведет к полям более чем 30 мегагаусс — предельным для магнитной кумуляции энергией химического взрыва.

Несколько слов о магнитно-кумулятивных генераторах энергии МК-2, созданных под руководством Павловского А. И. и Людаева Р. З. Вторым из основных направлений работ по магнитной кумуляции является реализация возможности получения больших импульсных токов до одного гигаампера с энергией до одного гигаджоуля и мощностью более 100 тераватт в МК-генераторах типа МК-2. Высокая плотность химической энергии ВВ в 8 ГДж/м³, превосходящая почти в 100 000 раз плотность электрической энергии в конденсаторных батареях, определяет возможность создания взрывных источников энергии с высокой удельной мощностью и энергией.

Предложенная Сахаровым конструкция спирально-коаксиального генератора МК-2 оказалась одной из наиболее оптимальных. Предельным случаем коаксиального генератора с профилированной токовой поверхностью является конструкция дискового генератора. В экспериментах с таким генератором, проведенных в 1967 году, были получены рекордные для генераторов МК-2 характеристики: ток более 300 МА, энергия до 100 МДж и максимальная мощность 10 ТВт. В последующие годы такой единичный дисковый генератор был положен в основу многоэлементных систем.

Задача создания мощных импульсных источников энергии решается путем образования каскадных систем. Источником начального поля в такой системе может служить емкостный накопитель энергии, аккумулятор или устройство с постоянными магнитами или пьезокерамикой. Производимый ленинградским объединением "Электросила" в течение 20 лет каскадный генератор состоит из трех генераторов МК-2 и позволяет получать энергию в 15-20 МДж с эффективностью преобразования энергии ВВ до 10% и коэффициентом усиления энергии 10000. Использование этого генератора в качестве источника начальной энергии для многоэлементного дискового генератора позволило получить во внешней нагрузке импульс энергии в 100 МДж при максимальной мощности в 10 ТВт.

Одновременно с исследованием и отработкой магнитно-кумулятивных генераторов началось их применение в исследованиях в различных областях физики высоких плотностей энергии. Уже в 50-е годы были проведены исследования возможностей электродинамического ускорения тел (колец) давлением магнитного поля. Впервые был использован плазменный поршень для ускорения электрических тел и получены скорости до 10 км/с. При ускорении алюминиевых колец с начальной массой 2 г скорость паров алюминия, который служил поршнем, достигала 100 км/с.

В 50-е годы были проведены эксперименты с применением МК-2 в качестве источника энергии безжелезного бетатрона. В опытах было осуществлено ускорение электронов до 100 МэВ на равновесной орбите радиусом 78 мм.

Большой цикл исследований импульсных твердотельных и газовых лазеров с энергией излучения до 100 кДж был выполнен с использованием каскадных генераторов промышленного производства. Импульсный источник энергии из трехкаскадных генераторов, соединенных последовательно друг с другом и электроразрядным газовым лазером, обеспечил импульс энергии 30 МДж в активной среде лазера.

Генераторы МК-2 с устройством формирования импульсов тока с длительностью 0,1-1,0 мкс применялись в качестве источников энергии сильноточных ускорителей электронов, в генераторах электромагнитного излучения микроволнового диапазона, в исследованиях по физике плазмы и для решения ряда других задач.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что возможности способа преобразования энергии во взрывомagnetную энергию, предложенного А. Д. Сахаровым, в значительной мере удалось реализовать: в генераторах МК-2 до 30% химической энергии ВВ преобразуется в энергию магнитного поля. Разработанные принципы построения высокоэффективных импульсных источников энергии путем образования каскадных и многоэлементных систем позволяют создавать импульсные источники энергии на основе генераторов МК-2 на энергию порядка 1 ГДж и максимальную мощность 100 ТВт.

Исследования по термоядерному синтезу на лазерной установке "Искра"

Возможность использования мощных лазеров для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза привлекает внимание ученых нашего института с 60-х годов². В 1961 году академиком

А. Д. Сахаровым сразу после создания первого лазера было предложено на семинаре в нашем институте использовать лазерное излучение для облучения малой сферической оболочки, заполненной смесью дейтерия и трития.³

Лазерная абляция внешнего слоя оболочки приводит к созданию реактивной силы, ускоряющей оболочку к ее центру до высоких скоростей. Сжатие топлива вызывает его одновременный нагрев и термоядерные реакции.

При выполнении определенных условий энергия, выделявшаяся в реакциях, может превзойти энергию лазерного излучения. Реализация этих условий составляет главную проблему лазерного термоядерного синтеза. Несколько позднее Сахаров также на семинаре рассказал о модифицированном методе воздействия на мишень, когда лазерное излучение сначала превращается в рентгеновское, и абляция внешнего слоя оболочки вызывается рентгеновскими квантами.

В 1968 году сотрудниками нашего института во главе с С. Б. Кормером были проведены первые расчеты работы таких лазерных рентгеновских мишеней. Большую роль в развитии работ по лазерному термоядерному синтезу сыграло опубликование в 1972 году работ Ливерморской национальной лаборатории имени Лоуренса по сверхсильному — до 1000 г/см³ и более — лазерному сжатию малых сферических шариков из тритиево-дейтериевой смеси. Из их расчетов следовало, что превзойти порог энергетически выгодной термоядерной реакции можно при сравнительно небольшой энергии лазера, в несколько десятков килоджоулей.

В результате в крупнейших научных центрах — отечественных и зарубежных — начали (в том чис-

³Это происходило в моем присутствии, когда Андрей Дмитриевич нарисовал на доске эллипсоид с внутренней зеркальной полостью и в один фокус поместил микромишень, а в другой — лазер. Конечно, возник вопрос, как из этого фокуса распространять лазерное излучение. Но ясное дело — оно будет фокусироваться в другом фокусе. Тем не менее уже тогда эти вопросы рассматривались. Но, к сожалению, у нас в то время как-то не было принято немедленно подавать какие-то предложения или составлять заявку на изобретение. Работали в то время, не думая об этом.

²Лазерная тематика появилась в свое время в нашем институте благодаря Юлию Борисовичу Харитону при очень сильном сопротивлении со стороны министерства. В течение целых десятилетий ему приходилось преодолевать колоссальное сопротивление развитию этого направления. Но, к счастью, оно себя оправдало и сейчас имеет более чем законное право на существование.

ле и у нас) разрабатывать проекты построения таких лазерных установок.

В нашем институте выбор пал на фотодиссоционный йодный лазер (длина волны 1,315 мкм). Моноимпульсные йодные лазеры начали разрабатываться в отделении, возглавлявшемся тогда С. Б. Кормером. Кроме нас йодные моноимпульсные лазеры разрабатывались на меньшие уровни энергии в ФИАН'е и в Институте Макса Планка (ФРГ).

Первый моноимпульсный йодный лазер с энергией 20 Дж и длительностью 3 нс был создан у нас в 1973 году. В 1979 году была построена лазерная установка "Искра-4" с энергией 1,5 кДж. В дальнейшем она неоднократно модернизировалась, и ее мощность была доведена до 10 ТВт. Осуществлено преобразование частоты во вторую гармонику. На "Искре-4" выполнены эксперименты с различными типами мишеней и получен целый ряд важных результатов. Например, зарегистрированы первые термоядерные нейтроны (до $2 \cdot 10^6$ нейтронов за импульс). В мишени с обращенной короной, предложенной учеными нашего института, ионы дейтерий-третийевой плазмы нагреты до температуры примерно 5 кэВ и получено $2 \cdot 10^9$ нейтронов. Осуществлено сжатие газообразного дейтерия в смеси дейтерия с тритием, находящегося внутри стеклянной оболочечной мишени, до плотности 1 г/см^3 .

В 1989 году была введена в строй крупнейшая в Европе лазерная установка "Искра-5". Это 12-канальный йодный лазер, расположенный в специально построенном здании. Лазер работает по классической схеме: задающий генератор, усилители. Для улучшения качества работы системы используются межкаскадные развязки в виде просветляющихся растворов специальных красителей, а также фильтров в пространстве частот. Лазер питается уникальной конденсаторной батареей с запаасаемой электрической энергией 60 МДж и временем разряда 30 мкс. Фокусировка излучения на мишень осуществляется с помощью прецизионных светосильных объективов с апертурой 700 мм. Мишень располагается в камере диаметром 2 м. В камере имеются отверстия для размещения диагностической аппаратуры. Для исследования состояния лазера и плазмы применяются оптические, рентгеновские и корпускулярные измерения с

высоким пространственным и временным разрешением. Основные характеристики лазера "Искра-5", измеренные в 1989 году, таковы: энергия 30 кДж, длительность импульса 0,25 нс, расходимость излучения менее 10^{-4} рад. По мощности "Искра-5" сравнима с крупнейшей в мире установкой "Нова" с энергией 100 кДж (при длительности импульса 1 нс).

В 1990 году на "Искре-5" начали проводить эксперименты по облучению мишеней различных типов. Для первых экспериментов были выбраны мишени с обращенной короной, позволяющей сравнительно просто получать высокие температуры ионов тритий-дейтериевой плазмы (до температуры ионов 10 кэВ) и изучать неравновесные процессы в горячей плазме. Это покрытые изнутри специальным слоем полые оболочки диаметром 2 мм с отверстиями для ввода излучения. Лазерное излучение вызывает абляцию слоя и разлет образующейся плазмы к центру полости. В наших экспериментах ионы нагревались до температуры 8 кэВ, при этом генерировалось до $5 \cdot 10^9$ нейтронов. Отличие экспериментальных данных по нейтронному выходу от результатов одномерных расчетов составляет в среднем менее 10%, что надо считать очень хорошим совпадением, так как при несимметрии могло быть гораздо хуже. В следующих экспериментах исследовалась возможность конверсии лазерного излучения в рентгеновское с температурой излучения более 100 эВ. Эксперименты проводились с теми же полыми оболочками, только на этот раз внутренняя поверхность покрывалась слоем вещества с большим Z — золото, висмут. Экспериментальная форма спектра рентгеновского излучения, генерируемого внутри полости, неплохо согласуется с расчетной формой.

В последней серии экспериментов мы исследовали второй из рассмотренных Сахаровым режимов воздействия на оболочечную мишень. Мишень располагалась внутри полости, где генерировалось почти равновесное рентгеновское излучение. Достоинством данного способа является возможность симметричного сжатия оболочки при малом количестве лазерных пучков. В экспериментах использовались разнообразные методы диагностики, позволившие измерить энергетический

баланс, спектр рентгеновского излучения, скорость полета оболочки, симметрию сжатия, температуру d -, t -смеси и нейтронный выход. Временная развертка рентгеновского импульса при энергии квантов примерно 4 кэВ имеет два пика: максимум первого по времени соответствует максимуму лазерного импульса, максимум второго — моменту достижения максимальной температуры d -, t -плазмы. По расстоянию между пиками мы измерили скорость полета оболочки. В данном опыте скорость достигала $3 \cdot 10^7$ см/с. Данный тип решения при не очень большом сжатии (менее 1000) работает в соответствии с одномерными расчетами. Мы получили $6 \cdot 10^9$ d -, t -нейтронов, при этом плазма была нагрета до температуры ионов 4-5 кэВ. Полученные результаты сравнимы с результатами японских исследователей и несколько уступают достижениям Ливерморской национальной лаборатории.

Проведенными экспериментами убедительно показано, что йодные лазеры "Искра" являются достаточно эффективным инструментом для исследования свойств горячей и плотной плазмы. Успешно выполненные на лазерной установке "Искра" исследования делают актуальным следующий шаг: построение лазерной установки на зажигание. По современным представлениям такой лазер должен иметь энергию 1-2 МДж при длительности импульса 3-4 нс и длине волны 0,5 мкм. В настоящее время склоняются к тому, что стационарное лазерное зажигание наиболее реально построить на неодимовом стекле. Йодные лазеры дают меньший КПД, и это обстоятельство при большой энергии является решающим. Стоимость такой установки на неодимовом стекле, по оценкам американских специалистов, около 600 миллионов долларов. Однако нам хотелось бы обратить внимание на возможность осуществления сравнительно недорогого проекта, поддерживающего основную, со стоимостью 30-50 миллионов долларов. Речь идет о проведении порядка десяти опытов по облучению мишени с энергией лазерного излучения 2 МДж с помощью йодных лазеров со взрывной накачкой, где свечение фронта ударной волны используется для накачки йодных лазеров. У нас такие лазеры работали с самого начала.

Такие эксперименты можно было бы выполнить в рамках международного проекта с участием США, Японии и других заинтересованных стран на полигоне Министерства обороны.

Мы перечислили только некоторые направления из того широкого спектра работ, которыми занимается наш институт.

Можно было бы сказать о классических работах (теоретических и экспериментальных) по поведению границы раздела сред при прохождении ударных волн, а также вспомнить, что еще в 1947 году в нашем институте был открыт и подтвержден факт электропроводности диэлектриков в сильных ударных волнах и на фронте детонационной волны. Учет этой электропроводности позволил нам измерить массовые скорости за фронтом ударной волны.

Несколько слов о нашем настоящем и будущем

Идет сокращение ядерных вооружений. Закопилось противостояние. Это не могло не сказаться на наших работах, на темах и на широте наших работ: фронт сужается. У нас в институте работает 25000 человек. Вокруг института город. Наш институт является уникальным научным центром с огромным научно-техническим потенциалом. Сейчас очень многое зависит от того, куда этот потенциал направить.

Мы привыкли работать над важнейшими государственными задачами. Такую задачу вновь необходимо найти. Нам кажется естественным переход части наших сотрудников на работы по атомной и термоядерной энергетике. Причем к атомной энергетике мы подходим достаточно комплексно — от проблемы безопасности атомных станций до вопросов, что делать и как поступать дальше с радиоактивными отходами атомной энергетики. Рассматриваем аварийные ситуации. И здесь мы уже установили связи и с вашим институтом, и с рядом КБ. Надеемся, все специалисты по атомной энергетике примут нас в свое общество — не формальное "Ядерное общество", а общество тех, кто работает в атомной энергетике. Мы найдем там

свою нишу. А те методы и стиль, которые мы нарабатывали, создавая ядерные заряды, внесем как свою лепту в работы по атомной энергии. Но мы не должны забывать и нашу специфику — изучение и разработка ядерных взрывных технологий. Например, в интересах экологии. В том числе уничтожение экологически вредных веществ с помощью подземных ядерных взрывов — тех же химических боеприпасов.

Перепрофилирование идет очень болезненно. Мы, как и вы, находимся в очень тяжелом положении. Уверены, оба наших коллектива переживут это время и покажут нашему народу, на что они способны. Чем быстрее наверху спохватятся о поддержке вас и нас, тем быстрее мы заработаем, тем больше пользы будет для нашей страны.

От всей души поздравляем вас с пятидесятилетием Курчатовского института! Спасибо за внимание.

Ради ядерного паритета (интервью Олегу Морозу)

Ю. Б. Харитон

На вопросы корреспондента "Литературной газеты" отвечает трижды Герой Социалистического Труда академик Ю. Б. Харитон. Этот человек — живая легенда. Один из представителей знаменитой физической школы Иоффе, ученик Резерфорда и Семенова, в послевоенные годы он стал главным конструктором атомной бомбы, после работал над термоядерным оружием, продолжает активно трудиться и сегодня, несмотря на свои 85 лет.

— Юлий Борисович, мы с вами встретились по скорбному поводу, вчера мы проводили в последний путь вашего старого товарища, человека, с которым вы долгие годы работали, — Андрея Дмитриевича Сахарова...

— Вряд ли я смогу сказать об Андрее Дмитриевиче что-нибудь новое: уже столько слов прозвучало, особенно в эти дни.

— Да, действительно, после его кончины так много выплеснулось, что найти новые слова нелегко. Единственное, что тут можно возразить: то время, когда вы с ним близко соприкасались, почти не было отражено — просто некому о тех временах рассказывать.

— Понимаете, в чем трагедия: слишком подробно об обстоятельствах того времени, той работы, которую мы тогда вели, я не могу говорить, а рассказывать общо — неинтересно. Как и все, Андрей Дмитриевич был поглощен работой, отлично понимая, что надо во что бы то ни стало добиваться равенства в вооружениях, не допускать отставания. И эта работа поглощала его целиком.

В интервью, которое Андрей Дмитриевич дал 3 января 1987 г. корреспондентам "Литературной газеты" Юрию Росту и мне (это интервью не было опубликовано), он так рассказывает о том давнем периоде своей жизни:

"В 1948 г. я вошел в исследовательскую группу, которая занималась разработкой термоядерного оружия. В то время все мы были убеждены, что наша работа необходима для создания мирового равновесия... работали мы с увлечением и с ощущением, что это нужно. Грандиозность задачи, трудность ее усиливали впечатление, что мы делаем героическую работу. Но я каждую минуту своей жизни понимаю, что если все же произойдет это величайшее несчастье — термоядерная война — и если я еще буду иметь время о чем-то подумать, то моя оценка моей личной роли может трагически измениться".

— Вы на семнадцать лет старше Андрея Дмитриевича. Сказывалась ли на ваших отношениях эта разница в возрасте? Чувствовали ли вы себя принадлежащими к разным поколениям?

— Ни в коей мере. У нас были простые товарищеские отношения. Многому я у него научился, кое-чему, надеюсь, — и он у меня. Как ученый он был, конечно, более высокого класса, чем я. Это был гениальный человек. Даже такой человек, как Зельдович, — тоже совершенно исключительный ученый — отзывался о Сахарове как о необычном феномене.

— Приходилось слышать, что все-таки он не реализовал себя в полной мере — из-за бурной общественной деятельности: высказывал какую-то гениальную идею, но довести ее до конца у него просто не было возможности...

— Я бы, пожалуй, отнес это утверждение лишь к последней его великой идее — концепции Вселенной. Он действительно не успел ее довести, что называется, до ума. Но вот вопрос: если бы ее не выдвинул Сахаров, выдвинул ли бы ее кто-нибудь другой? Известны ведь слова Эйнштейна: все,

что я сделал, за исключением общей теории относительности, могли бы сделать другие, разве что на два-три года позже; что касается общей теории относительности, другие могли бы к ней прийти лет через пятьдесят. Так и с идеей Сахарова.

— Были ли у него как у ученого какие-либо слабости?

— Если и были, то — проистекающие от силы. Он чувствовал свою силу и не мог себе даже представить, чтобы кто-то в чем-то разобрался лучше, чем он. Как-то один из наших коллег нашел решение газодинамической задачи, которое не смог найти Андрей Дмитриевич. Для него это было настолько неожиданно и непривычно, что он исключительно энергично принялся искать изъяны в предложенном решении. И лишь спустя какое-то время, не найдя их, вынужден был признать, что решение правильное. И тут мне опять на ум приходит аналогия с Эйнштейном. Вы, конечно, знаете, что советский ученый Фридман нашел нестационарное решение так называемых мировых уравнений Эйнштейна — показал, что Вселенная не обязательно должна быть стационарна, она может, допустим, расширяться. Эйнштейн вначале отверг это решение как ошибочное, однако в дальнейшем, после того как Фридман написал ему письмо с дополнительными разъяснениями, вынужден был с ним согласиться.

— Не тяготили его работа “на войну”, изоляция от мира, режим, подчинение военным?

— Не тяготили. Он понимал, что это надо. Более того, эта работа, как я уже сказал, поглощала его целиком. Такая деталь. Тот же Яков Борисович Зельдович подходил к делу несколько иначе. Он не позволял себе отставать от общего развития физики, находил время, чтобы следить за всем сколько-нибудь существенным. Что касается Андрея Дмитриевича, он не отвлекался ни на что, непосредственно не относящееся к работе. По крайней мере в пятидесятые годы.

— Какие у него были отношения с начальством? Не происходило никаких трений?

— Нет. В Институте абсолютно никаких. Напротив. Помню, одного из начальников сняли, в общем-то, несправедливо. И видя эту несправедливость, как бы в знак солидарности с ним, Анд-

рей Дмитриевич с Яковом Борисовичем поехали его провожать на аэродром. Так что, в общем, отношения с начальством были нормальные.

Из интервью Сахарова “Литературной газете” (январь 1987 г.):

“22 ноября 1955 года было испытание термоядерного заряда, которое явилось неким поворотным пунктом во всей разработке термоядерного оружия в СССР. Это был очень сильный взрыв, и при нем произошли несчастные случаи. На расстоянии в несколько десятков километров от точки взрыва в траншее погиб молодой солдат — траншее завалило. А за пределами полигона погибла двухлетняя девочка. В этом населенном пункте, в деревне, было сделано бомбоубежище. Все население было собрано в этом бомбоубежище, но, когда произошел взрыв, вспышка осветила через открытую дверь это помещение, все выбежали на улицу, а эта девочка осталась переключивать кубики. И ее завалило, она погибла. Были и другие несчастные случаи, уже не со смертельным исходом, но с тяжелыми травмами, так что ощущение торжества по поводу большой технической победы было одновременно сопряжено с ужасом по поводу того, что погибли люди. Этот ужас, я думаю, испытывал не только я, но и многие другие. Тем не менее был небольшой банкет в коттедже, где жил руководитель испытаний маршал Неделин, главнокомандующий ракетными войсками СССР. И на этот банкет были приглашены руководители разработки этого термоядерного заряда. И вообще ведущие ученые, некоторые генералы, адмиралы, военные летчики и т. д. В общем, такой банкет для избранных по поводу победы. Неделин предложил первый тост произнести мне. Я сказал, что я предлагаю выпить за то, чтобы наши изделия так же удачно взрывались над полигонами и никогда не взрывались над городами. Видимо, я сказал что-то не совсем подходящее, с точки зрения Неделина. Он усмехнулся и произнес ответный тост в виде притчи. Притча была такая, не совсем приличная. Старуха лежит на печи, старик молится. Она его ждет. Старик молится: “Господи, укрепи и направи!” А старуха подает реплику с печи: “Молись только об укреплении — направить я как-нибудь и сама сумею”. Вот такая прит-

ча, которая меня задела не своей формой, а своим содержанием. Содержание было несколько злое. Я ничего не ответил, но был внутренне потрясен. В какой-то мере можно сказать, если вдаваться в литературу, что это был один из толчков, который сделал из меня диссидента”.

— Когда вы впервые заметили у Андрея Дмитриевича “крамольные” настроения?

— Нельзя сказать, чтобы они казались мне крамольными. Так, в 1962 г. Андрей Дмитриевич предпринял очень большие усилия, чтобы не допустить испытательный взрыв, который с технической точки зрения был излишним — так по крайней мере ему казалось. Я был с ним совершенно согласен: с помощью этого взрыва ничего существенного получить было нельзя, вред же здоровью людей он бы неминуемо нанес значительный. Взрыв намечался на большой высоте, и радиоактивность должна была распространиться буквально по всему миру. Сахаров просто не мог не вступить в борьбу за его отмену. Он дозвонился до Хрущева, который в ту пору был где-то на Востоке, и уговаривал его отменить взрыв. Для него непереносимо было сознавать, что какое-то дополнительное число людей — тысячи или десятки тысяч — заболеют онкологическими заболеваниями. Он был очень чувствителен. С одним испытанием он еще согласился, потому что без него обойтись было нельзя, а вот лишнее испытание — это для него было невероятно тяжело.

— Не отговаривали вы его?

— Отговаривать его было бессмысленно, хотя я понимал, что все его попытки предотвратить взрыв — как говорится, полная безнадега.

Борьба с бессмысленными ядерными испытаниями Сахаров начал уже в конце пятидесятых годов. И не только с бессмысленными с технической точки зрения. Из его интервью “Литературной газете” (январь 1987 г.):

“Я был глубоко озабочен проблемой биологических последствий ядерных испытаний. Каждое большое ядерное испытание — это нечто вроде Чернобыля. Не подземное, конечно. Тогда, в пятидесятые годы, подземные ядерные испытания не проводились... Весной 1958 г. Хрущев объявил односторонний мораторий на проведение ядерных ис-

пытаний. А США заявили, что они не могут обрывать свою серию ядерных испытаний, они будут еще некоторое время их проводить, а затем примкнут к нашему мораторию. Но Хрущев к осени передумал и решил возобновить испытания. Я считал это совершенно неправильным. Меня беспокоило то, что продолжение ядерных испытаний в атмосфере приводит к большим человеческим жертвам, и если не будут прекращены испытания, то число этих жертв будет чрезвычайно большим. И кроме того, я считал совершенно неправильным политически, объявив мораторий, не дождавшись того, что он приведет к прекращению испытаний во всем мире, вновь начинать испытания. С этим я пошел к Курчатову. В то время он был очень болен, некоторое время перед этим у него был инсульт. Он не ходил в свой институт, но ежедневно принимал сотрудников у себя дома... Курчатов долго меня расспрашивал и решил, что я прав. И тогда он, пренебрегая запретами врачей, сел в самолет и полетел к Хрущеву в Крым, где тот в то время отдыхал, потому что решить этот вопрос мог только Хрущев. Хрущев был очень разозлен, отказался последовать совету Курчатова, и испытания осенью 1958 г. были продолжены. Курчатов же после этого потерял милость Хрущева...”

— Для меня эта вот его, так сказать, общественная деятельность в этот момент проявилась впервые. Второе проявление совпало с началом его работы над “Размышлениями о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе”. Мы с ним много беседовали на темы, которые нашли отражение в “Размышлениях”. Не со всеми его мыслями я был согласен, некоторые из них казались мне немножко наивными. Сегодня мы видим, как трудно найти правильную дорогу — при самых хороших побуждениях. Ему же казалось, что он ее видит. Ключевой его идеей была идея конвергенции. Я считал, что это слишком просто и может быть воспринято как скатывание к чему-то, похожему на капитализм.

Из интервью Сахарова “Литературной газете” (январь 1987 г.):

“Моя общественно-публицистическая деятельность началась почти двадцать лет назад с попытки по предложению Э. Генри напечатать в “Лите-

ратурной газете" статью в форме интервью. Статья долго рассматривалась Сусловым, но не была разрешена к опубликованию. Из нее выросли "Размышления о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе"... Основные мысли, высказанные в "Размышлениях" и в Нобелевской лекции "Мир, прогресс, права человека", представляются мне правильными и сейчас. Это утверждения о неразрывной связи международной безопасности с открытостью общества, соблюдении прав человека (идеология защиты мира и прав человека) и об исторической необходимости конвергенции социалистической и капиталистической систем как условия выживания человечества".

— Как вы считаете, отдавал ли Андрей Дмитриевич себе отчет, что рано или поздно эта вот его деятельность поставит его перед необходимостью покинуть ваш дружный и сплоченный коллектив? Не беспокоило ли это его?

— Думаю, он понимал это очень хорошо и это его не беспокоило. Он видел, что основное дело сделано, военный паритет достигнут. В ту пору еще не было видно, что в этой области возможно большое продвижение вперед. Паритет есть — ну и слава богу, и больше этим можно не заниматься.

Из интервью Сахарова "Литературной газете" (январь 1987 г.):

"В шестьдесят восьмом "Размышления" были опубликованы за границей, после чего я был сразу же отстранен от секретной работы и вернулся в ФИАН, к своим научным истокам... Хотя с формальной точки зрения это и было значительным понижением по службе, но благодаря этому передо мной вновь открывалась возможность заняться наиболее интересными для меня научными проблемами, прежде всего в области физики элементарных частиц".

— Вы говорите: Сахарову в ту пору чего-то не было видно, каких-то возможностей в развитии той оборонной тематики, которой он занимался. Какие же столбовые направления он тут не разглядел? После того как он оставил работу, открылись какие-то принципиально новые вещи?

— Пока что ничего такого нет, но нельзя исключать, что в дальнейшем что-то будет обнаружено. Тут я не могу вдаваться в подробности.

— Как вы считаете, если бы Андрей Дмитриевич продолжал заниматься оборонной тематикой, принесло бы это пользу?

— Я думаю, что если бы он продолжал этим заниматься, он дошел бы кое до чего...

— Вы говорите о Сахарове почти теми же словами, какие гениальный Ньютон сказал о своем гениальном ученике Котсе, рано умершем: если бы жив был мистер Котс, мы бы от него узнали кое-что...

— ...То, что и он, и Зельдович отошли от этой тематики... Понимаете, как бы это сказать... И Сахаров, и Зельдович считали, что все уже сделано, дальше, как говорится, дело техники. У меня же есть один принцип, который я проповедую: знать надо в десять раз больше, чем используешь. Иными словами, надо входить во все детали, хотя они кажутся лишними, чтобы было абсолютно полное исследование всех процессов, связанных с основной идеей. Потому что в ходе этого углубления, уточнения могут выскочить еще какие-то дополнительные вещи. Поэтому у меня есть просто глубокая уверенность, что если бы Сахаров и Зельдович продолжали свою деятельность в области оборонной тематики, они выкопали бы что-то существенное.

— Кто, по-вашему, внес наибольший вклад в создание советской термоядерной бомбы?

— Я думаю, что решающий шаг сделал, конечно, Андрей Дмитриевич. Но здесь достаточно велика также роль многих других. В общем-то, это была коллективная работа. В одном из отчетов самого начального периода Андрей Дмитриевич оговаривается, что развивает некоторые идеи, высказанные Зельдовичем. Так что трудно сказать, пришли бы ему в голову решающие мысли, если бы не было более ранних работ Якова Борисовича.

Из интервью Сахарова "Литературной газете" (январь 1987 г.):

"Иногда меня называют "отцом водородной бомбы", особенно в западной печати. Это не совсем правомерно, в действительности работа была коллективной, и многие люди внесли свой вклад..."

— Вы никогда не вели записей, дневников, относящихся к тем временам, когда вы работали вместе с Сахаровым?

— Нет, я абсолютно не способен к такого рода деятельности.

— Наверное, вам и не рекомендовалось это делать?

— Нет, просто это не в моем характере. Я очень жалею об этом, но ничего не могу поделать. Это мне не свойственно.

— Можете ли вы себе представить, что вы могли заняться в ту пору такой же “общественной” деятельностью, как Сахаров? Или вы не разделяли убеждения Андрея Дмитриевича, что это необходимо, что это правильно?

— Я не видел способа исправить положение в стране, ничего не мог предложить. Ясно было, например, что во многом мы отстаем от Запада. Ему же казалось, что он может что-то предложить. Теперь для нас очевидно, насколько это тяжело — отыскать способы не устранения, а хотя бы сокращения нашего отставания.

— Надо ли вас понимать так, что вы довольно скептически оцениваете общественную деятельность Сахарова?

— Нет, отчего же, к той части этой его деятельности, когда он боролся с явной несправедливостью, я отношусь с большим уважением. ..

— Вы имеете в виду его правозащитную деятельность?..

— Да. А некоторый мой скепсис относится к его идеям, касающимся экономических вопросов.

— Юлий Борисович, в августе 1973 г. вы подписали письмо сорока академиков, которое послужило сигналом для начала самой мощной кампании травли Сахарова. Мне рассказывали, что из всех сорока лишь две подписи удивили Андрея Дмитриевича — Ильи Михайловича Франка и ваша. Что побудило вас поставить свою подпись?

— Дело в том, что с некоторыми положениями, которые развивал Андрей Дмитриевич, в частности, касающимися характеристик социализма и капитализма, я был не согласен. Сейчас я сожалею о своей подписи: никакие наши разногласия, разумеется, не должны были меня побудить участвовать в этой акции. И, конечно, я не ожидал, что за этим письмом последует такая кампания травли.

— Не пытались ли вы как-то помочь Андрею Дмитриевичу, когда он был сослан в Горький?

— У меня были разговоры с Андроповым по этому поводу — в ту пору он был председателем КГБ. Я пытался убедить его облегчить положение Сахарова. К сожалению, он мне отказал, не вдаваясь при этом в подробное обоснование отказа.

— Вы не поднимали вопрос о возвращении Сахарова в Москву?

— Нет. Я понимал, что это безнадежно.

— У вас были какие-либо контакты с Сахаровым в этот период?

— Нет. Переписываться с ним я не мог — меня бы привлекли за это к ответственности. Так что он так и не узнал, что я ходил к Андропову.

— На панихиде в ФИАНе вы сказали, что вы в последний раз беседовали с ним примерно за две недели до его кончины и между вами вышел спор. О чем он был?

— Спор был на тему, которая широко сейчас обсуждается. Он доказывал мне, что если мы сейчас объявим мораторий на ядерные испытания и продержимся достаточно долго, то в конце концов американцы вынуждены будут к нему присоединиться. Я убеждал его, что это ничего, кроме вреда, не принесет. У них ведь позиция совершенно четкая: пока ядерное оружие существует, испытания должны идти. Они явно лукавят при этом: дескать, ядерное оружие слишком сложная вещь, можно не уследить за мелкими изменениями технологии и в результате может случиться отказ или произойдет какая-то порча в процессе хранения; в общем-то, все это правильно, но они ведь проводят испытания не только из-за этого — они со всей своей энергией ищут новые пути развития ядерного оружия. А если такой научный авторитет, как Андрей Дмитриевич, считает, что обходиться без испытаний можно, то такая позиция способна принести вред.

— Когда мы беседовали три года назад и разговор зашел о моратории на ядерные испытания, Андрей Дмитриевич довольно равнодушно высказывался об идее моратория — сказал, что никакой особой роли этот мораторий не играет...

— Вот видите, значит, произошла эволюция взглядов. — Да, три года назад он считал подземные взрывы экологически чистыми, а сейчас стало ясно, что это не так...

Из интервью Сахарова “Литературной газете” (январь 1987 г.):

“Проблема запрещения подземных ядерных испытаний кажется мне второстепенной, вторичной по сравнению с другими проблемами ядерного разоружения. Новые системы ядерного оружия можно создавать, а старые проверять и без ядерных взрывов. В условиях, когда нет соглашения о запрещении ядерного оружия, подземные ядерные испытания, не наносящие экологического ущерба другим странам, являются внутренним делом каждого государства. Что было действительно важно,

так это запрещение ядерных испытаний в атмосфере, в воде и космосе, наносивших огромный ущерб среде обитания. Я горжусь тем, что был одним из инициаторов Договора о запрещении ядерных испытаний в трех средах”.

— В заключение как бы вы определили то место, которое предназначено занять Сахарову в истории?

— Андрей Дмитриевич Сахаров — совершенно уникальное явление в нашей науке, нашей общественной жизни. Это ясно было давно, но с течением времени будет становиться все ясней.

Эпизоды из прошлого

Ю. Б. Харитон

1. Я начал работать в Ленинградском физико-техническом институте по приглашению Николая Николаевича Семенова летом 1921 года. Он пригласил тогда меня и еще двух студентов, только что перешедших на второй курс физико-механического факультета Политехнического института, Виктора Николаевича Кондратьева и Александра Филипповича Вальтера для работы по организации его лаборатории. Сам он этим заниматься тогда мог очень мало, поскольку был заместителем А. Ф. Иоффе по организации Физико-технического института. Как раз был начальный организационный период, и институт размещался в нескольких комнатах Политехнического института. Причем само здание для Физтеха еще ремонтировалось.

Одним из заметных сотрудников Физико-технического института того времени был очень молодой физик Термен. Это был изобретатель электронной музыки. Он использовал небольшую конструкцию, точнее сказать, небольшую электрофизическую аппаратуру с маленькой антенной. Приближая и отдаляя руку относительно антенны, он изменял высоту звука, издаваемого аппаратурой, а приближая или отдаляя другую руку, он усиливал или ослаблял громкость звучания инструмента.

Термен был очень музыкальным человеком, и на своей аппаратуре он очень красиво играл. Звук был похож на скрипку, но своеобразен и необычен.

В 1927 году Термен, установив контакт с немецкой фирмой, в которой закупалась аппаратура для Физико-технического института, получил от нее предложение организовать в Америке предприятие по производству и продаже своего инструмента. Полагали, что спрос на него будет, несомненно, большой. В том же году Термен вместе с руководителем этой немецкой фирмы направились в Америку и по пути на несколько дней остановились в Лондоне.

Термен заехал в гости к Капице в Кембридж, а Капица пригласил меня на этот вечер к себе - я в то время также работал в Кембридже. Мы провели вечер с Терменом, и он пригласил нас на концерт-лекцию, которая в ближайшие дни должна была состояться в Лондоне.

В Лондоне мы с Капицей приехали к Термену в гостиницу, и оттуда все вместе прибыли на концерт. Термен усадил нас в первых рядах большого зала, рассчитанного по меньшей мере тысячи на две слушателей. По-видимому, была очень хорошая реклама, потому что зал ломился от желающих.

Термен начал с очень популярной и удачно построенной лекции. Публика, хотя и была "нефизическая", а больше музыкальная, слушала с явным интересом.

После пояснительного рассказа о том, что им разработано, Термен продемонстрировал звуки разной высоты и громкости, которые может издавать его аппаратура, и сказал: "Вы слышали звуки разной высоты, но это были "холодные" звуки. А можно на этом же устройстве извлекать и музыкальные звуки. Я сейчас покажу такой музыкальный звук". С этими словами Термен подошел к аппаратуре и извлек звук, но не неподвижно держа руку, меняющую высоту звука, а с легким колебанием. И возник звук необычайной красоты! Он сделал этот звук несколько сильнее и несколько слабее. И вдруг я услышал, как весь зал замер и вздохнул, слушая эти несколько нот...

После этого Термен под аккомпанемент своего спутника, с которым он ехал в Америку, сыграл несколько музыкальных произведений, написанных для скрипки. Слушателями это было принято с восторгом, и каждая исполненная пьеса сопровождалась громом аплодисментов всего зала.

Это событие на всю жизнь оставило у меня глубокое впечатление. Кстати, на следующий день после концерта Термена одна из ведущих бри-

танских газет опубликовала по поводу концерта очень лестный отзыв присутствовавшего на нем одного из известных английских физиков-ветеранов.

2. Мне хотелось бы напомнить, что даже самые крупные физики иногда ошибаются. Я прошу извинить, если часть присутствующих здесь знает и без меня то, что я расскажу.

В Физико-техническом институте (насколько я помню, в тридцатые годы) Абрам Федорович Иоффе работал над тонкослойной изоляцией. Ряд опытов, проведенных в одной из лабораторий института, убедили его, что возможно создание чрезвычайно эффективных электроизолирующих материалов, позволяющих уменьшать толщину изолятора в десятки раз.

В ходе одной из поездок в Германию Абрам Федорович даже прочитал лекцию по этим вопросам в одной из крупнейших электротехнических компаний.

А в то же время в его институте работала небольшая группа физиков, переведенная из Киева. Одним из членов этой группы был будущий президент Академии наук Анатолий Петрович Александров. Абрам Федорович и привлек его к руководству исследованиями по тонкослойной изоляции.

Прошло некоторое время и Анатолий Петрович обнаружил, что полученные ранее результаты были неправильно интерпретированы и в действительности тонкослойной изоляции не существует... Абрам Федорович сразу все понял, когда Анатолий Петрович рассказал ему и привел свои выводы. Иоффе, конечно, расстроился, но очень благодарил Анатолия Петровича за приведение вопроса в полную физическую ясность и в дальнейшем всячески поддерживал его работы.

3. Следующий случай, о котором я хотел бы рассказать, произошел со всемирно известным голландским физиком Эренфестом, который был в очень дружеских отношениях с Эйнштейном.

В начале столетия Эренфест находился в контакте с Абрамом Федоровичем, и они очень подружились. Я не слышал, чтобы к кому-либо еще, кроме Эренфеста, Абрам Федорович обращался на «ты».

Эренфест в отдельные годы, до первой мировой войны, читал лекции в Петербургском университете. В двадцатые годы он неоднократно бывал в гостях у Абрама Федоровича, выступал с интереснейшими лекциями и участвовал в работе семинара Физтеха.

Однажды на семинаре, на котором и я присутствовал, кто-то из сотрудников института сделал доклад об одной из последних работ по теории относительности. В нем, в частности, он упомянул о том, что к этой работе большой интерес проявил Эйнштейн. Эренфест, принимавший участие в заседании, внезапно заволновался и сказал: "Но это же явно ошибочная работа! Эйнштейн не разобрался, по-видимому, как следует. В ближайшие дни, когда я буду в Берлине, обязательно переговорю с Эйнштейном, чтобы выяснить этот вопрос".

Эренфест беседовал с Эйнштейном, и выяснилось, что ошибался не Эйнштейн, а Эренфест, что работа, доложенная на семинаре, была в действительности правильной.

Однако, справедливости ради, следует отметить, что и Эйнштейн был, к примеру, не прав, когда, как вы все хорошо знаете, посчитал ошибочной одну из работ нашего замечательного физика и математика Александра Фридмана по теории относительности. Хотя вскоре выяснилось, что работа эта была безупречной и сыграла выдающуюся роль для космологии, заложив основы теории нестационарной вселенной. Известно, что Эйнштейн публично признал эту свою ошибку.

4. Как-то во время моей работы в Кембридже Капица зашел ко мне и сказал, что на следующий день в гостях у Резерфорда будет знаменитый американский физик Роберт Вуд, которого, вероятно, все присутствующие хорошо знают. И Резерфорд решил потрясти Роберта Вуда капицинской установкой сверхсильных магнитных полей. Она только недавно была запущена в ход и давала многие сотни тысяч эрстед.

Капица предложил мне зайти, когда Резерфорд должен был привести к нему Вуда, и посмотреть на реакцию американца.

Я зашел к Капице заблаговременно. Вскоре пришел Резерфорд с небольшой группой ведущих физиков Кавендишской лаборатории и с

ними Роберт Вуд. Ему была показана установка Капицы - электрогенератор, дающий мощные токовые импульсы. Затем он был подведен к экспериментальной площадке, находившейся метрах в 15 от генератора. На этой площадке был размещен сосуд в виде рюмки - дьюаровская рюмка, в тонкую ножку которой была опущена стеклянная палочка. Эта палочка слегка выдавалась из рюмки, причем в тонкой ножке размещалась основная ее часть. Сама же ножка рюмки находилась внутри медной спирали, которая при нажатии специальной кнопки подключалась к генератору. Наконец рюмка заполнялась жидким кислородом. Машина запускалась, и, когда через некоторое время генератор разогнался, Капица нажимал кнопку. При замыкании цепи стеклянная палочка, будучи диамагнитной, вылетала из рюмки с жидким кислородом, являющимся парамагнитным веществом, с большой скоростью и, ударившись о потолок, разбивалась на мелкие кусочки.

Вуд смотрел на это, и на его лице ничего не отражалось. А затем он протянул руку, взял рюм-

ку с жидким кислородом, в которой только что находилась стеклянная палочка, и, обратившись к Капице со словами "Ваше здоровье!", сделал глоток жидкого кислорода. Это привело всех присутствующих в крайнее удивление и замешательство.

На какое-то время воцарилось молчание. Когда эффект был достигнут, Вуд выплюнул находившийся в полости рта в сфероидальном состоянии жидкий кислород и подал Капице руку. Кто победил в этом эпизоде - судите сами. По-моему, на высоте оказались оба.

Но надо сказать, что трюк, проделанный Вудом, - дело рискованное, и последствия были бы ужасными, если бы он не задержал жидкий кислород во рту, а случайно проглотил какую-то его часть.

Как-то после возвращения в Ленинград я рассказал об этом случае сотрудникам своей лаборатории. К сожалению, один из сотрудников решил повторить трюк Вуда и попробовал подержать жидкий кислород во рту. Оказалось, что это кончилось неприятностью: его язык сильно пострадал, и пришлось довольно долго лечиться.

Юлий Борисович - в большом и малом

А. К. Чернышев

В конце 80-х и особенно в начале 90-х годов в открытой печати и в средствах массовой информации появилось множество публикаций, воспоминаний и трактовок, связанных с созданием ядерного оружия в СССР. Ю. Б. Харитон следил за этими публикациями, остро реагировал на различные нелепицы и особенно на интерпретацию наших разведчиков о значении переданной нам из США информации в создании термоядерного оружия (Ю. Б. признавал существенную роль разведывательной информации для создания первого образца советской атомной бомбы, которая являлась "копией" американской).

В середине 1992 года министр по атомной энергии В. Н. Михайлов поддержал предложения ВНИИЭФ о публикации материалов по истории создания ядерного оружия и ядерных испытаний СССР в открытой печати для широкого круга читателей в нашей стране и за рубежом.

Ю. Б. сразу же согласился участвовать в подготовке этих материалов.

Осенью 1992 года группа сотрудников ВНИИЭФ (И. А. Андрюшин, В. Б. Адамский, В. С. Пинаев, Ю. А. Трутнев, А. К. Чернышев) после разговора с Ю. Б. подготовила заготовки материалов для текста "Обращения к американскому читателю руководителя советской ядерной оружейной программы Ю. Б. Харитона" (в то время планировался одновременный выход книги в России и США).

С присущей Ю. Б. тщательностью и ответственностью он стал работать над текстом, в рабочие дни мы просиживали в кабинете у Ю. Б. до 11-12 часов ночи. Случалось, что по субботам работали у него и дома.

Работалось очень легко. Особенно в "Обращении..." Ю. Б. хотел передать масштабность развития ядерной физики на протяжении целого поколения, активным участником которого ему довелось быть.

На фоне резкой критики атомной энергетики (часто недобросовестной) Ю. Б. также считал

необходимым отразить в тексте "Обращения..." свою веру в мирное использование энергии атома во благо человечества.

В последние дни работы над текстом к нам присоединился Ю. Н. Смирнов из Курчатовского института, который вместе с Ю. Б. готовил материалы по истории создания термоядерного оружия.

Наконец, в начале февраля был закончен текст на русском языке, и мы облегченно вздохнули, но надо знать Ю. Б.: он еще не раз возвращался к тексту и особенно переживал за правильность перевода, который он также тщательно выверял и подписал 19 февраля 1993 года.

Когда в 1993 году мы подготовили материалы по 3, 4 и 5-й главам по истории ядерных испытаний, Ю. Б. внимательно прочитал, скорее, проработал эти три главы (ему уже помогали читать и делать корректуру Н. Е. Шемберев и А. И. Водопшин). В очень мягкой и интеллигентной (только ему свойственной) манере на каждой странице он поставил по десятку замечаний, отметил неточности и повторы.

В качестве иллюстрации приведем несколько авторских замечаний Ю. Б.

К главе 3.

Стр. 1. Где копия ТЗ?

Не следует ли сказать о большой экспериментальной работе по проверке информации (что это, не дезинформация?).

Не получить максимальной информации, а подтвердить...?

Стр. 5. Начало страницы звучит как будто не было данных от Фукса, о необходимости расчетной и экспериментальной проверки этих данных.

Стр. 13. Строка 8. "...в районе г. Семипалатинска..." - "е" на "а". Следует написать "...175 км от г. Семипалатинска". Строка 12 снизу 1 убрать перед словом "измерений".

К главе 5.

Стр. 3. Опять повторение. Сколько можно говорить о трех периодах?

Стр. 6. Строка 5. "...в районе Семипалатинска..." - уточнить расстояние.

Строка 13. "...Ширмана Георгия Львовича" добавить: "сотрудник лаборатории Садовского".

Стр. 21. Строка 12 снизу. "...вблизи центральной башни... сборка боевого изделия..."

См. главу 3, стр. 21.

Строка 6. "Рядом с КМ... для сборки заряда".

Примечание: в одном случае пишут боевое изделие, заряд или просто бомба. Не проще ли привести все эти названия к одному знаменателю?

Строка 3 снизу. "Контролируемого И. В. Сталиным" - слишком сильно сказано.

Стр. 14. Строка 5. "поставлены ЦК КПСС и ..." - на самом же деле эти задачи и все проблемы исходили от ученых. Не следует ли как-то это предложение изменить?

Стр. 68. Сравни со стр. 28 (председатели... где Трутнев, Павловский... и еще следует добавить до 1955 года - Курчатов).

Во многом благодаря стилю Ю. Б., его высоким требованиям к качеству и достоверности материалов первый том "Ядерные испытания СССР" долго выверялся по первоисточникам и архивным документам и вышел в свет в России в 1997 году, и, к сожалению, уже без Ю. Б. По мнению многих, книга получилась.

Во всем, что делал Ю. Б., к чему он прикасался, — в большом и малом, проявлялся его незаурядный талант и уникальные свойства подхода к работе. Иллюстрацией этого и являются приведенные выше эпизоды из второстепенной в общем-то для него деятельности.

ОБРАЩЕНИЕ к американскому читателю руководителя советской ядерной оружейной программы Ю. Б. Харитона

Я рад возможности непосредственно обратиться к американскому читателю и представить, как мне кажется, уникальную книгу. Ее появление — один из символов переживаемого времени, знак доверия наших великих народов друг к другу. Ее страницы запечатали не только вехи одного из важнейших направлений современной технической мысли, но и являют собой своеобразную летопись драматического противостояния двух наших стран в годы "холодной" войны.

История создания ядерного оружия в СССР мало известна за рубежом. Из-за существовавшего у нас чрезмерного уровня секретности она мало известна и моим соотечественникам. В нашей стране нет столь ярких повествований или воспоминаний, как книги Г. Смита, Л. Гровса, Г. Йорка, Р. Юнга, Р. Родеса или Э. Ферми, рассказывающие об истории создания ядерного оружия в США. Быть может, единственным исключением являются замечательные "Воспоминания" Андрея Дмитриевича Сахарова, которые известны и американской аудитории. Отмечу также мемуары В. А. Цуркмана.

Однако трудная задача профессионального и полного изложения истории создания советского ядерного оружия еще ждет своего воплощения.

Поделюсь, как представляются мне некоторые аспекты создания атомной бомбы в двух странах. Фактически мы приступили к работам по урановой тематике почти одновременно. Но начавшаяся война с фашистской Германией вынудила нас прекратить исследования в этой области. Однако выполненные на первом этапе советскими физиками работы создали мощные стартовые позиции для нашей национальной программы, что позволило через несколько лет, как только представилась возможность, вновь вернуться к ее воплощению. Разведка и наши добровольные помощники за рубежом, подобно Клаусу Фуксу, помогли сократить часть потерянного из-за войны времени.

Хотя атомная бомба в Америке создавалась тоже в военное время, промышленность и наука США функционировали безупречно и не подвергались воздействию противника. Без сомнения, при решении столь грандиозной задачи, как атомный проект, вновь и с особой силой проявился гений

американского народа. Но в силу различных обстоятельств в Америке оказалось и созвездие блестящих физиков из многих стран мира. Опасаясь возможности использования гитлеровской Германией своего научного потенциала для создания атомного орудия, они не только инициировали американскую программу создания атомной бомбы, но и сыграли существенную роль в ее успешной реализации.

Атомная бомбардировка Японии возвестила миру о наступлении новой эры. Она возвестила миру и об опасности одностороннего диктата, подкрепленного обладанием невиданного по своей разрушительной мощи ядерного оружия.

Наша страна входила в атомную эпоху в совершенно иных условиях. Из-за тягот военного времени люди были напряжены до предела, промышленность и хозяйство европейской части СССР разрушены, десятки миллионов моих соотечественников погибли в войне. Все свои силы наука отдавала фронту, а сами ученые, в том числе с мировыми именами, жили в тяжелейших бытовых и материальных условиях, в большинстве своем будучи эвакуированными за тысячи километров от столичных сложившихся научных центров. Многие из них были на фронте в действующей армии.

Когда враг был повержен, моя страна была разорена и обескровлена. И очень скоро на смену "горячей" войне, в которой две страны были союзниками, обрушилась война "холодная", которая, к сожалению, превратила нас в опаснейших по отношению друг к другу соперников. В этих условиях монополия США на атомную бомбу представляла реальную угрозу для моей страны. Создание своей атомной бомбы для нейтрализации этой угрозы стало нашей первоочередной национальной задачей.

Я поражаюсь и преклоняюсь перед тем, что было сделано нашими людьми в 1946-1949 годах. Было нелегко и позже. Но этот период по напряжению, героизму, творческому взлету и самоотдаче не поддается описанию. Быть может, читателю процветающей Америки трудно себе представить, но только сильный духом народ после таких невероятных тяжелых испытаний мог совершить нечто из ряда вон выходящее: полуголодная и только

что вышедшая из опустошительной войны страна за считанные годы разработала и внедрила новейшие технологии, наладила производство урана, сверхчистого графита, плутония, тяжелой воды... Через четыре года после окончания смертельной схватки с фашизмом моя страна ликвидировала монополию США на обладание атомной бомбой.

Через 8 лет после войны - первой в мире создала и испытала водородную бомбу, через 12 - запустила первый спутник Земли, а еще через четыре года впервые открыла человеку дорогу в космос... Вы видите, что это вехи непреходящего значения в истории цивилизации.

Оглядываясь сейчас назад, я вижу великий, длинный путь, который прошла физика за 20-й век. Я родился в его начале, воспитывался на книгах и у преподавателей, вышедших из 19-го века. На моих глазах физика из классической превращалась в квантовую, релятивистскую.

В конце 30-х годов с Яковом Борисовичем Зельдовичем, выдающимся ученым-универсалом, настоящим титаном современной физики, мы рассмотрели вопрос о цепных ядерных реакциях деления. Тогда я и представить не мог, что их воплощение в страшном облике ядерного оружия станет основным делом моей жизни.

Создание ракетно-ядерного оружия потребовало предельного напряжения человеческого интеллекта и сил. Быть может, оправданием здесь является то, что почти пятьдесят лет ядерное оружие своей невиданной, разрушительной силой, применение которой угрожает жизни на Земле, удерживало мировые державы от войны, от непоправимого шага, ведущего к всеобщей катастрофе. Вероятно, главный парадокс нашего времени в том и состоит, что самое изощренное оружие массового уничтожения до сих пор содействует миру на Земле, являясь мощным сдерживающим фактором.

В связи с этим мне хотелось бы поделиться с американским читателем одной своей мыслью. Как руководитель я реалистически относился к разработке ядерного оружия и к тому, для чего оно предназначено. Но как человек - в дни самых опасных для мира событий - карибского и берлинского кризисов, ближневосточной войны 1967 г., пражских событий — я жил ощущением и верой, что до ядер-

ной войны дело не дойдет. То же, мне кажется, ощущали и окружающие меня люди...

Надо полагать, нынешняя горькая ассоциация атомной энергии с ядерным оружием - преходящее явление. Оно, как и это оружие, - следствие периода идеологического противостояния и "холодной" войны. Я верю, что в исторической перспективе, освободившись от этого печального наследия, умудренное человечество вступит, наконец, исключительно в созидательную эпоху использования энергии атома. Употребит ее только на благо людей.

В этой книге американский читатель узнает о тех, кто создавал в СССР ядерное оружие. В большинстве это незнакомые миру имена. Среди них большие ученые, организаторы, конструкторы. Ядерное оружие - это труд тысяч талантливых людей.

Но многих активных участников советской атомной эпопеи, к сожалению, уже нет с нами. На следующих страницах я передаю слово ныне здравствующим специалистам по ядерному оружию. Сам факт создания книги является знаменательным и свидетельствует о коренном повороте в наших отношениях от "холодной" войны к взаимопониманию и сотрудничеству. Хотелось бы выразить надежду, что американский читатель извлечет из книги правильное представление о главных мотивах нашей работы над оружием; они были и остаются теми же, что и у американцев, - обеспечить безопасность своей страны. Мои наилучшие пожелания мира и процветания великому народу Соединенных Штатов Америки.

Дорогой Юлий Борисович, Сережа дал мне прочесть Вашу брошюру памяти Оппенгеймера.

Вы не только сумели рассказать о первых шагах проекта почти, как в детективном романе! Но, что глубоко трогает, - это Ваш удивительный такт и доброжелательность ко всем коллегам, Ваше глубокое убеждение о необходимости общения, о международной науке. В последнем абзаце в Вас заговорил древний Пророк, предостерегающий будущее поколение.

Чудесная и очень важная брошюра, хотелось бы, чтобы ее прочли как можно больше людей. Поражаешься, что в таком сжатом виде - всего несколько страниц - Вы смогли сказать так много и так мудро.

Всего Вам хорошего.

*Всегда с любовью
Анна Капица
19/IV 1996 г.
Москва*

Особое выступление академика Юлия Борисовича Харитона

Я признателен мемориальному комитету Роберта Оппенгеймера за приглашение сказать несколько слов в его память и поделиться с его американскими коллегами и "наследниками" воспоминаниями об атомном проекте, который возник и был реализован в СССР со сдвигом в четыре года по отношению к Соединенным Штатам Америки.

К сожалению, мне известно не очень многое о личности Роберта Оппенгеймера, но то, что известно, заставляет меня относиться к нему с глубоким уважением. Читая о его жизни, я обратил внимание на несколько забавных совпадений в наших биографиях. Юлиус Роберт Оппенгеймер (его первое имя совпадает с моим первым) родился в том же 1904 году, что и я. Его мать, как и моя, имела отношение к искусству и, по-видимому, привила ему интерес к музыке, живописи и поэзии. В 1926 году Оппенгеймер ненадолго оказался в Кембридже в

лаборатории Резерфорда, где я работал с 1926 по 1928 год. К сожалению, я не запомнил его. Думаю, что на этом можно прервать список совпадений и вернуться к теме моего выступления.

Мне кажется, что начать я должен с нескольких, теперь уже исторических, обстоятельств, поясняющих род моих интересов и занятий еще со времен 20 - 30-х годов.

После 2-летней стажировки в Кембридже под руководством Резерфорда и Чедвика я работал до второй мировой войны в Санкт-Петербурге, тогдашнем Ленинграде, в институте профессора Абрама Иоффе, в лаборатории будущего нобелевского лауреата Николая Семенова. После появления в 1938 году известных статей Гана и Штрассмана, Мейтнер и Фриша в 1939-40 годах вместе с блестящим физиком Яковом Зельдовичем, тогда двадцатипятилетним юношей, мы рассчитали цеп-

ную реакцию деления ядер урана и опубликовали результаты наших исследований в 1939 и 1940 годах. Во время войны я занимался разработкой боевых взрывчатых веществ. А в 1943 году был приглашен профессором Игорем Курчатовым, которого хорошо знал по Петербургскому институту, участвовать в атомном проекте, руководителем которого в то время был назначен Курчатов.

В ходе этой работы я был назначен главным конструктором проектируемого изделия; в дальнейшем, после первых испытаний советских атомных бомб, в течение многих лет был научным руководителем "нашего Лос-Аламоса" - Института экспериментальной физики в закрытом городе Арзамас-16, где продолжаю работать и сейчас.

Судя по тому, что мне известно из литературы и свидетельств коллег, побывавших у вас, есть нечто общее в закрытых городах, где проектировалось и было впервые изготовлено американское, а затем советское атомное оружие. Хотя, разумеется, такие параллели возможны не без поправок на географию и различия в экономическом и тем более политическом строе - особенно в годы "холодной" войны.

У нас не водятся койоты, но я до сих пор помню, как едва не наступил на гнездо крупной птицы, высидевшей птенцов у самой тропинки, по которой я углубился в лес во время первой рекогносцировки на месте будущего города Арзамас-16. До сих пор жалею, что никому из нас не пришлось тогда в голову позаботиться о сохранении встреченных в лесу остатков земляных укреплений шестисотлетней давности - оставшихся со времен татарского нашествия на московскую Русь.

Уважаемые американские коллеги могут не сомневаться, что и во многих более современных чертах - скажем, организации строжайшей охраны и мер суровой изоляции добровольных и не вполне добровольных затворников закрытого города - между нами было и есть весьма много общего. Полагаю, что и вам, и мне немалая часть всего этого представляется в последние годы взаимной политической и даже военной открытости - в немалой степени анахронизмом.

Конечно, мои американские бывшие "противники" - сейчас, слава богу, просто коллеги - хоро-

шо знают (а кто-то может и помнить) о тревожном ожидании сороковых годов: не грозит ли нам, тогда военным союзникам, услышать грохот германской атомной бомбы, испытать ее мощь на себе? Ваша "миссия Алсос" добилась впечатляющих успехов. Разыскав немецких физиков-атомщиков и интернировав их, убедились в несостоятельности и слабости германского атомного проекта.

Тогда, в 45-м, в подобной же "миссии" советского атомного проекта пришлось участвовать и мне, и нам тоже достались кое-какие трофеи. Честно скажу - весьма важные для нас в то сложное время. Достаточно вспомнить, что у Советского Союза, разворачивавшего атомный проект с большим напряжением сил и средств - немалая часть нашей промышленности была разрушена войной, практически не было разведанных месторождений урана.

Второго мая 1945 года мы вместе с профессором Исааком Кикоиным, ныне покойным, одетые наспех в военную форму (я носил знаки различия полковника и, полагаю, не выглядел бравым офицером), прилетели в Берлин в день его капитуляции, когда там еще не утихли выстрелы. Через несколько дней нам удалось разыскать некое учреждение Гитлеровского Рейха, в котором хранилась огромная картотека самых разнообразных материальных ценностей, вывезенных Германией из оккупированных ею в годы войны стран. Там обнаружили и сведения об уране, к сожалению, без указания мест его хранения.

В конце концов после длительных поисков и расспросов, с помощью нескольких немецких ученых и антифашистов, при поддержке советского военного командования мы разыскали на территории скромного кожевенного завода бочки с окисью урана. Разумеется, весь запас был реквизирован и отправлен в СССР. Позже Игорь Васильевич Курчатов сказал мне, что, по его мнению, эта находка сэкономила нам примерно год работы.

В последнее время в печати широко обсуждается вопрос о роли разведки в создании советского атомного оружия. Не вдаваясь в подробности, которые, наверное, многим из вас известны по многочисленным публикациям, хотел бы только отметить, что, несомненно, поступающая разведы-

вательная информация способствовала ускорению наших работ. Однако в целом эта информация сыграла важную, но вспомогательную роль, поскольку у нас существовал собственный альтернативный проект создания атомной бомбы, успешно реализованный примерно через два года после первого испытания.

Сегодня мне окончательно видятся наивными глубокомысленные рассуждения о "разных путях" становления и успеха наших двух проектов, о "принципиальных различиях" в их проведении в жизнь в условиях западной демократии и советской тоталитарной системы. Попытаюсь максимально коротко сформулировать свою точку зрения.

Шла война не на жизнь, а на смерть с фашизмом, в которой СССР и США были на одной стороне. И для решения грандиозной научно-технической проблемы создания атомного оружия демократической Америке пришлось пойти на фактически государственное планирование и управление Манхэттенским проектом, на суровейшие ограничения свободы для его участников.

Когда несколькими годами позже Советский Союз с его всеобъемлющей административной системой приступил к решению аналогичной проблемы, властям, вводившим те же меры сверхсекретности и сурового режима, пришлось пойти на некоторые уступки коллективам ученых, нуждавшимся, как и их американские коллеги, в творческом общении и определенной интеллектуальной свободе.

Гигантские проекты были успешно и поразительно быстро реализованы, в первую очередь

потому, что их руководители и многочисленные участники были людьми высокой квалификации и общей культуры. Без этого необходимого условия не могла бы быть реализована ни одна самая совершенная научная идея. Истоки этой культуры по обе стороны океана были одними и теми же - я имею в виду европейскую научную физическую школу. Мировой фронт исследований в области атомного ядра связан в первую очередь с именами Резерфорда, Бора и Ферми. Созданные ими научные школы и коллективы явились интернациональной кузницей для одаренной молодежи разных стран. В довоенные годы советские физики посещали лучшие европейские лаборатории. Так, Петр Капица и Кирилл Синельников оказались в лаборатории Эрнеста Резерфорда, Игорь Тамм - в институте Пауля Эренфеста, Лев Ландау - в институте Нильса Бора. С чувством глубокой благодарности я сам вспоминаю годы, проведенные у Резерфорда.

Сознавая свою причастность к замечательным научным и инженерным свершениям, приведшим к овладению человечеством практически неисчерпаемым источником энергии, сегодня, в более чем зрелом возрасте, я уже не уверен, что человечество дозрело до владения этой энергией. Я осознаю нашу причастность к ужасной гибели людей, к чудовищным повреждениям, наносимым природе нашего дома - Земле. Слова покаяния ничего не изменят. Дай бог, чтобы те, кто идут после нас, нашли пути, нашли в себе твердость духа и решимость, стремясь к лучшему, не натворить худшего.

Как мы подошли к первой атомной бомбе

Ю. Б. Харитон

Очень приятно видеть среди нас наших старых друзей, участников совместных работ, и мы хотим пожелать им всего доброго, дальнейших успехов в труде.

Я хочу рассказать о начальном периоде нашей работы. Трудно поверить, что она продолжается вот уже 50 лет. Я даже несколько раз проверял себя, не ошибаюсь ли я на десяток лет. Но, что поделаешь...

Первые работы по созданию ядерного оружия начались в Ленинградском институте химической физики еще в 1939 г. В том году появились в печати статьи Гана, Штрассмана, Мейтнер и Фриша, которые давали основание считать, что не исключена возможность взрывной ядерной реакции, возможность образования разветвленных цепных ядерных реакций.

Яков Борисович Зельдович и я почувствовали, что этим делом надо заняться серьезно. Нам было ясно, что в ряде других стран такая работа начинается. Поначалу, поскольку в плане этих работ не было, мы с Я. Б. начинали эту работу по окончании рабочего дня, усаживались за соответствующие вычисления. Но скоро поняли, что дело это очень серьезное и важное, что им надо заниматься вплотную. Мы, естественно, рассказали об этом Н. Н. Семенову, директору Института химической физики, академику, а впоследствии лауреату Нобелевской премии. Он поддержал нашу работу. Мы интенсивно считали, получали определенные результаты и опубликовали три статьи в 1939-1941 гг. в журнале "Экспериментальная и теоретическая физика" и других журналах.

По мере наших вычислений к участию в них присоединился И. И. Гуревич из Радиевого института.

В последней статье мы сделали оценку критической массы урана-235, хотя эксперименталь-

ных данных было очень мало. Поэтому была получена цифра, несколько далекая от истинной, а именно около 10 кг, что примерно в пять раз меньше, чем в действительности. Напомню, что эта цифра относится к "голому" урану. Когда же он окружен соответствующими отражателями, то эта цифра существенно меньше.

Началась война. Мы почувствовали абсолютную необходимость заняться теми вопросами, которые нужны были Армии. У меня к тому времени была лаборатория взрывчатых веществ, которую я считал необходимым организовать, учитывая развивающийся в Германии фашизм, грозивший в недалеком будущем несомненными опасностями. Я. Б. работал над вопросами детонации и горения.

Пришел запрос из Наркомата боеприпасов с просьбой помочь в некоторых вопросах их основному научно-исследовательскому институту в Москве - НИИ-6. В начале 1942 г. я был прикомандирован к НИИ-6, где и проработал все военные годы.

Я. Б. занимался рядом прикладных задач. Поэтому мы не могли сконцентрироваться на дальнейшем развитии вопросов ядерного взрыва, его возможностях, путях его осуществления. Это пришлось отложить.

Ранее, вскоре после начала наших работ, Н. Н. Семенов обратился с письмом в Наркомат нефтяной промышленности, к которому тогда относился наш институт. В письме высказывались соображения о необходимости серьезного развития работ, которыми мы с Я. Б. занимались. Он направил письмо и одного из наших сотрудников с хорошими организационными способностями - Ф. И. Дубовицкого в Наркомат с тем, чтобы способствовать развороту этого направления. К сожалению, результатов не было.

События же разворачивались очень тяжело. Немецкие войска продвигались к Москве и Ленинграду. В этих условиях, естественно, мы чувствовали себя обязанными отдавать все силы конкретным задачам военной промышленности.

Тем временем приходили некоторые вести из-за рубежа, которые нам тогда не были известны, но они сыграли определенную роль в развитии работ нашего направления в Союзе.

Клаус Фукс - немецкий физик, коммунист, который выехал из Германии в начале фашистского режима, с 1934 года работал в Англии, получил английское подданство. А в 1939 г., после появления моих статей, в лаборатории английского физика Пайерлса начали заниматься проблемами создания ядерного оружия. В 1941 г. Пайерлс пригласил Клауса Фука работать совместно. Работа стала вестись в секрете от нас, хотя между Великобританией и СССР имелся договор об обмене информацией по научно-техническим вопросам, имеющим оборонное значение.

Фукс как принципиальный коммунист поступил чрезвычайно смело: пошел в советское посольство и рассказал о том, что знал. Он отлично понимал, что если это станет известно, то может привести к крупным неприятностям для него.

В 1943 г. английская группа физиков переехала в Америку в Лос-Аламос.

Советская разведка сумела установить с Фуксом некоторые связи, и время от времени он продолжал передавать информацию о том, что ему было доступно.

Флеров, работавший в лаборатории Курчатова и знавший о наших работах, обращался в разные инстанции. Он был в это время в армии, и, видя, что отклика на его документ нет, в 1942 г. написал письмо Сталину. Отклика на это письмо тоже не было. Сейчас это кажется странным и непонятным, но надо прямо сказать, что в то время представления о возможности ядерного взрыва казались физическими фантазиями и не так-то просто было поверить, что это реальная возможность.

Информация, переданная Фуксом, дошла до людей, разбирающихся в науке, в частности, она попала к Кафтанову, который занимался вопроса-

ми максимального использования научных сил СССР для нужд обороны.

Кафтанов собрал группу академиков, чтобы посоветоваться, как использовать эти сведения. Иоффе высказался, что эту информацию необходимо максимально использовать и развернуть начинавшуюся в СССР до войны работу по созданию ядерного оружия.

Руководителем назначили талантливого и обаятельного И. В. Курчатова.

Это было абсолютно правильное предложение. И. В. Курчатов был очень талантливым физиком. У нас с ним были хорошие контакты, он был еще и превосходным организатором, что помогало ему привлекать людей к переходу на новую работу. А это было не так-то просто.

Казалось, пора было бы засекречивать и прекращать публикации.

Но ранее это не приходило в голову. Однако Флеров, в частности, обратил внимание на то, что прекратились публикации статей на эту тему в иностранной печати. Поэтому было решено прекратить публикации и в нашей стране, тем более, что журналы в связи с эвакуацией некоторое время перестали выходить.

Это был 1943 год - год образования лаборатории № 2 Академии наук СССР под руководством И. В. Курчатова, где должны были начинаться соответствующие работы.

Но еще в 1940 г. была организована атомная комиссия, в которую входили Иоффе, Вернадский, Капица, Курчатов и я. Эта комиссия должна была способствовать тем работам, которые велись еще до войны. Было принято решение о продолжении и разворачивании этих работ.

Курчатов обратился ко мне с просьбой заняться работами по созданию ядерного заряда. Но были и другие очень серьезные вопросы, например, создание ядерного реактора.

Я забыл сказать, что еще в 1940 г. в журнале "Физикал Ревью" появилось письмо Тернера, в котором он отмечал, что представляется вероятным, что при воздействии на уран нейтронов может быть получен 94-й элемент менделеевской таблицы. Он его назвал "эка-осмий", поскольку он был в соответствующем столбце и с атомной массой 239. Он

предсказал некоторые свойства этого, еще тогда не открытого элемента. Было основание видеть, что этот элемент относится к той группе элементов, которые могут оказаться полезными для создания ядерного взрыва, что и оказалось впоследствии. Как Вы хорошо знаете, это был элемент плутоний. А критическая масса была близка к 10 кг.

На предложение И. В. я сказал, что не могу бросить те работы, с которыми связан в НИИ-6, так же, как Я. Б. по своей линии, но мы примем участие в работах, которые будут разворачиваться в лаборатории № 2.

Мы стали сотрудниками этой лаборатории, где у меня было несколько человек. Начались регулярные обсуждения вопросов создания ядерного оружия. Мы понимали, что возможны два пути перехода через критическое состояние: сближение двух масс или же обжатие их детонационной волной, поскольку мы знали, что давление в детонационной волне составляет сотни тысяч атмосфер. Вот эти вопросы мы и начали продумывать. Стало ясно, что надо иметь возможность производить взрывы ВВ достаточно большой массы, что эту работу нельзя развивать в Москве, надо искать другое место.

Незадолго до окончания войны, а именно 2 мая 1945 г., группа физиков, и я в том числе, под руководством А. П. Завенягина была направлена в Германию, в Берлин, для начала, чтобы выяснить состояние дела в Германии. Основные силы, работавшие над проблемой ядерного взрыва, были перебазированы в западную часть Германии и попали в руки американцев.

Но кое-кто остался. И к нашему удивлению, многие физики очень охотно делились с нами тем, что им было известно.

Мы обстоятельно обследовали те институты, в которых могла развиваться соответствующая работа, кое-какие документы обнаружили, хотя все в основном было эвакуировано. Но мы поняли, что в Германии, где было положено начало, приведшее к развитию дальнейших работ в 1938-1939 гг., дело не продвинулось далеко. Трудно объяснить, почему, но было видно, что настоящей работы нет, хотя следы ее остались. Так что кое-что можно было найти. Кроме того, возникла мысль, что польза может быть совсем с другой стороны. Было хорошо

известно, что немцы занимали Голландию и Бельгию, где находились основные, известные тогда в мире урановые рудники. Поэтому представлялось вероятным, что где-нибудь в Германии может находиться уран, который они забрали из Бельгии. Мы с Кикоиным решили заняться этим делом. Обратились к Завенягину, он поддержал нашу идею, дал в наше распоряжение машину. От немцев, с которыми у нас установились контакты, мы узнали, что имеется некая организация под названием "Сырьевое общество", в которой зарегистрировано то, что немцы забрали во всех соседних странах, занятых ими. Нам подсказали, где находится эта организация.

Ранее я остановился на том, что Фукс сумел организовать, точнее, наша разведка сумела организовать передачу соответствующих, получаемых от него материалов. До 1946 г. он был в Америке, а затем вернулся в Англию, где контакты с ним продолжались.

Вот здесь я и хотел сказать о той роли, которую передаваемые Фуксом материалы сыграли в развитии нашей техники.

Что касается первой бомбы, которую американцы испытали в июле 1945 г., то он сумел прислать довольно подробную схему ее варианта, и было видно, что это очень похоже на действительность.

Но какая была ситуация? Мы не знали, откуда получается информация, как получается, получали некие переводы и не могли быть уверены в том, что в этих материалах нет какой-либо дезинформации. Кроме того, вставляли вопросы о многих деталях, которые невозможно было в таком виде передать.

Мы отлично понимали, что надо провести полностью соответствующие расчеты и большие экспериментальные работы, которые бы подтвердили, что то, что нам передали, должно дать в действительности полученный американцами эффект.

Считать в то время было непросто. Я забыл сказать, что в это время институт возвращался из эвакуации из Казани, но уже не в Ленинград, а в Москву. И вот Я. Б. начал комплектовать серьезную теоретическую группу, в которую вошел и Н. А. Дмитриев, о котором мне хочется сказать особо. В это время он был в аспирантуре, учился

он у Колмогорова, одного из блестящих математиков. И вот он услышал в одном из докладов о деятельности нашего института по одному из направлений и заинтересовался этим. Я. Б. его пригласил, и он пришел в Институт химической физики. Я с самого начала хорошо его помню, он оказался действительно чрезвычайно талантливым человеком.

Бывали такие случаи. Обсуждается очень серьезный и сложный вопрос. Все долго его обсуждают: кто принимает какую-то точку зрения, кто не принимает.

Иногда Я. Б. говорил: "Пойду-ка я посоветуюсь с Колей". Это был человек, которому Я. Б. полностью доверял. Он мог проникнуть в тонкости, которые и ему самому не всегда были доступны.

Вот еще один момент. Кто-то из работников Ландау, я забыл кто именно, рассказал, что в одной из военных академий есть человек, который написал диссертацию на тему, которая была близка к тому, что нам было нужно. Фамилия этого человека была Забабахин. И нам удалось уговорить его перейти из академии к нам. Действительно, он сделал очень серьезный вклад в нашу работу.

О нашей поездке в Германию. Мы нашли то здание, где размещалась вся информация о собранном в разных странах. Там работали в основном женщины явно фашистского настроения. С нами они беседовали неохотно, и дополнительную информацию было очень трудно получить. Но, как всегда, у немцев все систематизировано, и было нетрудно найти место, где нужно было быть особенно внимательным. Поэтому, покопавшись в многоэтажном здании в огромном количестве боксов, заполненных соответствующими карточками, мы обнаружили, что действительно есть привезенный из Бельгии уран в виде урана-238; но там не было указано, куда именно он направлен. Пришлось изрядно поездить, поговорить с людьми в разных местах. Нужно сказать, что все-таки довольно много людей в Германии были явно не склонны к фашизму, охотно беседовали и сообщали нам достаточно интересные детали. Враждебно настроенные к СССР не стали бы выдавать такие данные.

В конечном счете один из таких, охотно беседовавших с нами немцев сказал, что он слышал,

что в один из кожевенных заводов заложено какое-то количество окиси урана. Мы направились в соответствующий район, обратились к командиру частей войск, которые там стояли. Он, услышав название города, сказал: "Опасаясь, что этот город находится в американской зоне, а не в нашей". Мы решили поехать посмотреть. Оказалось, что маленький город с 4-тысячным населением, связанный с кожевенным заводом, находится на самой границе, но все же на нашей стороне.

На заводе нам охотно показали все, что у них есть. Мы походили по разным цехам и в одном из них увидели большое количество деревянных бочек. Подошли поближе, и стали рассматривать. На одной из бочек увидели картонку, на которой было написано "уран-238". Мы доложили об этой находке. Там оказалось около 100 с лишним тонн урана, а я уже говорил, что у нас с ураном было очень плохо. Позднее Игорь Васильевич сказал, что эти 100 т помогли на год раньше запустить наш первый реактор для получения плутония. Так что поездка оказалась не зряшной.

Кроме того, Заменягин просил нас, участников группы, переговорить с некоторыми из немцев, близких к той области работы, которая могла бы быть нам полезной. Несколько человек, авторы известных работ, в частности, по разделению изотопов, согласились переехать на некоторое время в СССР и поучаствовать в соответствующих работах.

Тем временем стало ясно, что надо искать вне Москвы подходящее место, недалеко от нее, но достаточно уединенное.

Предложение И. В., чтобы я возглавил работу по созданию ядерного заряда, было принято "наверху". Но я, зная свои слабости и неумение заниматься организационной работой, попросил, чтобы мне дали опытного директора, а я бы мог заниматься технической стороной дела. Выбрали подходящего человека в директора, а меня назначили Главным конструктором. Человеком этим был П. М. Зернов.

Кстати, эту фамилию мы часто видели в Германии. Он возглавлял одну из групп войск, занимавшихся конфискацией важного промышленного оборудования для СССР. В ряде мест виделись стрелки-указатели "хозяйство Зернова".

Мы познакомились. Он работал в это время заместителем министра танковой промышленности, оказался очень толковым человеком, с действительно хорошими организаторскими способностями.

Вышло решение об организации КБ-II. Сначала оно было как бы филиалом лаборатории № 2, со временем же стало самостоятельным учреждением.

Общий надзор над работами осуществлял Берия, конкретные вопросы курировал Ванников.

Мы стали ездить по боеприпасным заводам, поскольку после войны ряд из них оказался "безработным", но все они находились в очень плотно населенных местах.

Ванников и подсказал нам, что надо съездить посмотреть маленький заводик в Сарове, где делались разного типа мины. И мы с П. М. Зерновым и одним из строительных генералов поехали смотреть.

Для пущей секретности Зернов предложил по пути заехать на завод боеприпасов, находящийся недалеко от Берещино. Там были когда-то маленькие доменные печи. Это одно из немногих мест в центре России, где находились и угольные шахты.

Для вида мы заехали туда, а потом поехали в Саров. И здесь встретились с Н. А. Петровым, который был тогда главным инженером завода.

Осмотрели местность, завод. Мы решили, что Саров нам подходит. На "самом верху" наше предложение поддержали. И развернулись большие работы по созданию объекта, то есть КБ-II.

Были брошены большие силы на строительство промышленных зданий и жилья.

Вначале мы жили в Красном доме, бывшей монастырской гостинице.

Одно из крыльев завода было решено на первое время отдать под лаборатории. Но было ясно, что необходимы еще здания под лаборатории.

Когда я поставил вопрос перед созданным при Совете Министров СССР Первым главным управлением о том, чтобы построили 3-этажный лабораторный корпус, то на меня взглянули с удивлением. Зачем такой большой корпус? Масштабы дела было очень трудно представить, и кто-то из группы, с которой я это обсуждал, сказал, что, может

быть, мы обойдемся двумя этажами? Приходилось бороться за понимание того, что нужно серьезно развернуть работы по различным направлениям.

У Ванникова были большие связи, а я во время войны работал в НИИ-6. Вот в НИИ-6 мы и организовали подготовку аппаратуры для импульсной рентгенографии, которую разрабатывал Цукерман. Цукерман работал тогда в одном из академических институтов - Институте машиноведения в Москве.

Узнав, что предполагается делать, он согласился перейти к нам.

В НИИ-6 мы начали сборку первых рентгеновских установок для исследования поведения вещества при сжатии его ВВ. Постепенно все это усложнялось, требовало большого труда.

Мы видели, что нужны кадры - конструкторы, физики, испытатели и т. п. Просматривая списки институтов, я обнаружил, что в Институте химической физики, откуда я пришел, имеется хороший работник, являвшийся длительное время секретарем партийной организации института. Это был К. И. Щелкин. Его попросили принять участие в работах и назначили моим заместителем.

Он много и активно работал, очень помог в организации всех этих так называемых площадок в лесу. Надо сказать, что наш город граничит с большим заповедником, расположенным в Мордовии. Из этого заповедника довольно большая площадь, порядка 100 кв. км, была выделена для нас.

Здесь мы построили ряд казематов, где вели взрывные работы с анализом процессов обжатия конструкции взрывом ВВ.

Так разворачивалась работа. Дело было новое. Грубые оценки показывали, что полученная нами от Фукса информация (правда, тогда мы еще не знали, кто такой Фукс), как будто является подходящей. Но проверять надо было тщательно.

Я, помню, назначил две группы: первая группа - Цукермана, вторая - Завойского, который тогда временно был направлен И. В. к нам, чтобы определить массовую скорость при детонации ВВ. Так как это дело тонкое, то мы сделали две независимые группы для того, чтобы определить, какое давление развивается в процессе детонации.

Сначала группа Цукермана закончила работы, выдала некую цифру, которая давала основание считать, что все будет происходить как надо.

Несколько позже группа Завойского тоже завершила работу, но у нее массовая скорость получилась заметно меньше, чем у первой группы. Об этом они доложили и выразили сомнение, что при таком значении скорости давление будет недостаточным для необходимого сжатия той конструкции, которая была у нас получена.

Ванников был очень встревожен такой информацией, поэтому мы назначили тщательную экспертизу, по результатам которой был сделан вывод, что к истине ближе работа Цукермана, чем Завойского. Можно было успокоиться и окончательно убедиться, что сообщенная нам информация, по-видимому, является действительно той самой, по которой было сделано первое американское атомное устройство и произведен испытательный взрыв в июле 1945 г.

Н. Н. Семенов также был увлечен этим делом. Он предложил услуги Института химфизики для некоторых работ и проведения всякого рода измерений при взрыве. Он привлек М. А. Садовского в качестве начальника новой лаборатории по созданию приборов определения давления ударной волны, ее скорости и ряда других факторов, которые надо было тщательно проверить. Кое-кто из работников моей лаборатории перешел туда. А в лаборатории продолжали работать Беляев, Боболев, Апин.

В институте интенсивно велась работа по созданию измерительной аппаратуры для максимально тщательного обследования процесса взрыва и определения его мощности. Работали усиленно, часто по ночам, понимая, что необходимо как можно скорее решить задачу, провести испытания. Тем более, что отношения между США и СССР после войны были не очень хорошими.

В самом начале 1946 г. мне в помощь был переведен с одного завода, изготавливавшего оборудование для горных работ, главный конструктор этого завода В. А. Турбинер. Первое время он руководил конструкторскими работами.

В 1948 г. было предложено перевести к нам более сильные конструкторские кадры. Для этого

нас с Зерновым командировали на завод, где Главным конструктором танков был Н. А. Духов. А с завода, находившегося на Каспийском море, предложили директора завода Алферова. Мы должны были пригласить их перейти к нам. Они были соответственно проинструктированы, вопросов не возникло. Сразу было видно, это действительно конструкторы высокого класса. Турбинера постепенно как-то оттеснили, что закончилось его уходом от нас. Правда, ему предлагали быть заместителем Духова, но он отказался. Я чувствовал, что с ним поступили как-то нехорошо, но сделать ничего не мог. Однако я, честно говоря, впервые увидел, как ведется по-настоящему вся конструкторская документация. Это был совершенно другой класс. Для пользы дела, конечно, большое значение имело привлечение к руководству Духова и Алферова.

Сам эксперимент был проведен следующим образом. Была построена 30-метровая башня, на которую поднимали заряд, чтобы меньше получилось радиоактивной пыли. Под башней был сборочный павильон. Я очень хорошо помню, как эта сборка велась.

Кстати, в книжке, автором которой является один из сотрудников Института атомной энергии - Головин, было написано, что за этим процессом следили неотрывно И. В. и Завенягин. На самом деле этим занимались И. В. и я, просто мою фамилию тогда не разрешалось упоминать.

Нужно сказать, сборка велась чрезвычайно строго, по детальным печатным инструкциям, которые читали по пунктам и по ним производили отдельные операции.

В конце августа 1949 г. все было переброшено на полигон. Заряд подняли наверх на лифте. Насколько я помню, Ломинский и Щелкин должны были там ставить капсюли-детонаторы.

Настало утро 29 августа, когда должен был быть произведен взрыв.

За несколько дней до опыта приехал Берия наблюдать за ходом работы.

В одной из книжек Головина было написано, что, когда был запущен автомат поэтапного включения всех устройств воспламенения капсюлей, то Берия сказал Курчатову, что у вас, наверное, ничего не выйдет. Но такого не было.

Головин на этих работах не был, а слухи распространялись всякие...

В печати время от времени приходится встречаться с сильно искаженными изложениями того, что происходило в такие вот ответственные моменты.

В частности, примерно за полгода до взрыва был отчет перед Сталиным. И. В. и руководители основных работ должны были сделать доклады Сталину о состоянии дела. Когда очередь дошла до заряда, я сделал соответствующий доклад. Сталин предложил сделать не один мощный взрыв, а два менее мощных, так как это сэкономило бы plutonium, который в то время очень медленно нарабатывался. Но я сказал, что этого делать нельзя, хотя, конечно, понимал, что при дальнейшей работе можно будет обходиться меньшими количествами. И. В. меня поддержал. Эта встреча со Сталиным описывается не слишком достоверно.

Каземат, где мы находились, был в 10 км от башни с зарядом. Стена, обращенная к башне, была глухой, чтобы не было повреждений от ударной волны. Вход же был с внутренней стороны. Дверь была оставлена открытой.

В момент взрыва в открытую дверь мы увидели, как на огромном пространстве все осветилось ярким светом. Был довольно пасмурный день. Ярчайшая вспышка произвела на нас очень сильное впечатление. Через 30 секунд пошла ударная волна. Мы почувствовали сильный удар по зданию. По силе удара сделали вывод, что опыт прошел удачно.

Берия поцеловал в лоб И. В. и меня, поздравил всех и доложил Сталину.

Но оказалось, что кто-то из КГБ уже доложил Сталину (за точность не ручаюсь).

Мощность оказалась достаточно близкой к ожидавшейся. Разрушения домов, построенных вокруг "столба" на расстоянии 1 км, соответствовали ожидаемым. Первый взрыв был максимально использован. Это все, что я хотел рассказать о первом взрыве.

Теперь я хочу рассказать о некоторых исторических деталях.

В 1934 г. немецкий химик Ида Ноддак написала статью о проводившихся в то время в разных

странах исследованиях действия нейтронов на различные элементы. В этой статье есть один абзац, который, если вы на него обратили внимание, мог полностью изменить историю человечества. В этом абзаце было написано, что исследователи делают эксперименты и пытаются их объяснить какими-то сложными способами. На самом деле можно все объяснить гораздо проще: под действием нейтронов ядро урана распадается на две или несколько частей и таким образом получаются всех удивляющие, неизвестно откуда берущиеся в эксперименте элементы из середины менделеевской таблицы.

Но химики не читают физических журналов, а физики - химических.

Статья была опубликована в "Прикладной химии". Представьте себе на секунду, что кто-то из немецких толковых физиков прочитал бы статью и понял, что значат эти осколки, о которых говорила Ида Ноддак, - кстати, она заполнила одну из клеток менделеевской таблицы и открыла элемент рений (так как она жила на реке Рейн, поэтому и назвала его так) - так вот, если бы это прочитал толковый физик, он бы мог тут же начать то, что началось пять лет спустя.

И если бы немцы засекретили эти сведения, то они бы могли сделать ядерный заряд раньше всех других.

На самом же деле произошло следующее. Было настолько странным и непривычным то, что она написала, что О. Ган, один из авторов статей, отговорил ее. Она чувствовала, что тут есть что-то важное, хотела поехать к Ферми, который занимался физикой воздействия нейтронов на различные элементы, рассказать ему об этом. Но Ган уговорил ее не ехать, потому что "ты опозоришься, если скажешь такую глупость ему". И она не поехала к Ферми. Так все и осталось, а могло бы быть совсем иначе...

Эпизоды

1. До 1954 г. у нас на объекте был такой порядок, что когда делался опыт с большим приближением системы к критическому состоянию, обязательно должен был присутствовать я. Однажды звонит Давиденко и приглашает на опыт.

Приезжаю, стоит солидная сборка, приближение к критическому состоянию осуществляется вращением диска из урана-235, который укреплен на металлическом стержне с резьбой, и по этой резьбе ходит, приближаясь к основной массе, эта деталь.

Давиденко сидит около. Я пришел, все расспросил, осмотрел прибор, показывающий интенсивность нейтронного потока, идущего из системы, - как будто все в порядке.

Я начал приближение и внезапно почувствовал: диск, плотно сидевший на стержне, начал колебаться. Это меня насторожило, и я решил посмотреть: может быть, резьба дальше отсутствует. Нагнулся, и смотрю на то место, где контакт стержня с диском, видно было плохо, и я совершенно невольно чуть-чуть передвинул голову. Вдруг раздался страшный крик Давиденко: "Ю. Б.!" Я отпрянул от этого места, оказывается, моя голова несколько не хуже уранового диска. У Давиденко мгновенно зашкалил прибор, показывавший количество нейтронов. Тут все почувствовали себя неуютно, спрашивали, сколько же я получил рентген. На стенке должен был висеть прибор, который показывает амплитуду нейтронного потока, но он был не в порядке.

Я был в очках, мы решили в ближайшей лаборатории померить их активацию. Оказалось, что активация имеет некое место, а сколько же было получено моей головой?

Сотрудник, поколебавшись, сказал, что у них было получено 5 тыс. рентген. Но, поскольку у меня не было неприятных ощущений, мне было ясно, что ничего страшного нет. Но вот сколько именно я

получил, хотелось знать. Я поехал в больницу, чтобы взять пробу крови. Из информационных источников я знал распределение кривой получения дозы летального исхода. Самое интересное, что, наблюдая результаты своих анализов крови за несколько дней, я увидел, что она идет по летальной кривой. Но я не чувствовал неприятных изменений своего организма, что утвердило меня в уверенности, что это не смертельная доза, и действительно, скоро кривая пошла на убыль. Я и сейчас не знаю, сколько рентген тогда получил. Видимо, небольшую дозу, однако переживаний было достаточно много.

На конференции упоминались два человека, которые у меня вызывают очень добрые воспоминания, это Арцимович - человек очень живой, интересный, яркий, с ним было очень приятно иметь дело. И.Е.Тамм - это человек совершенно исключительный, необычайно интересный, яркий, высокой квалификации.

2. В некий момент, когда разворачивалась работа на нашем объекте, приехала из КГБ комиссия для проверки кадров. Эта комиссия вызвала ведущих научных сотрудников. Среди них был Альтшулер. В конце разговора Л. В. отозвался крайне скептически о Лысенко. Члены комиссии по тому времени восприняли это чрезвычайно остро и приняли решение — Альтшулера с объекта убрать. На объекте находился Сахаров, который ходатайствовал у Завенягина о Л. В. Но ничего не вышло. И мне ничего не оставалось делать, как позвонить Берии, который, подумав, разрешил оставить Альтшулера на объекте.

Запись беседы Ю. Б. Харитона с Э. Теллером (Москва, 13 августа 1992 г.)

Харитон. Рад встретиться с вами.

Теллер.* Очень рад встретиться с вами.

Харитон. Очень приятно.

Теллер. Благодарю вас.

Харитон. Есть возможность увидеть вас и немного побеседовать. Присядем.

Теллер. Благодарю вас. Очень любезно с вашей стороны, что вы проделали большой путь.

Харитон. Мне очень хотелось иметь возможность увидеть вас. Я был очень рад услышать, что вы приехали в Россию и... Однако я не мог приехать туда, где были вы, и только в последние дни появилась возможность приехать в Москву, вчера вечером я сел на поезд и...

Теллер. Замечательно. Времени у нас немного. И поэтому мы должны поговорить о вещах, которые мы хотели бы обсудить. О чем мы должны поговорить!

Харитон. Хорошо, есть несколько проблем, ваше мнение, о которых очень интересно для меня. Например, насколько я представляю, ядерные вооружения, будут ли они применяться, не будут ли применяться, будут существовать достаточно долго, и проблема безопасности является одним из наиболее важных моментов, о которых мы должны думать постоянно. Кроме того, например, может быть, вы задумывались о возможности замены плутония, который является очень "неприятным" веществом, например, на уран-233, который довольно близок к плутонию...

Теллер. Уран-233 в химическом отношении является менее опасным, чем плутоний, но более опасным, чем плутоний в смысле радиации. Это вещество с очень мощным излучением распада. Но я должен ответить на ваш вопрос: я не думал об этом и не знаю, что сказать. Такова одна сторона моего сиюминутного ответа, который я могу дать вам.

Харитон. Прошу прощения?

Теллер. Такова одна сторона моего сиюминутного ответа, как бы предварительного варианта ответа, который я могу дать вам. А другая сторона, которая приходит мне в голову, заключается в том, что уран-233 может обладать преимуществом в силу своей высокой радиоактивности, поскольку это вещество обладает такой проникающей радиацией, которая позволяет вам обнаруживать его на большом расстоянии, поэтому его намного труднее похитить и обращение с ним людей, которые не должны этого делать, не имеют соответствующих полномочий, также в значительно большей степени затруднено.

Харитон. Да.

Теллер. Так что это интересная идея: заменить плутоний на уран-233, и я думаю, что это одна из проблем, которые мы можем подробно обсудить.

Харитон. Да. И, безусловно, одна из проблем, которая является наиболее важной, поскольку она может реально существовать, может быть, в течение многих лет, может быть, сотни лет, в течение которых ядерное оружие все еще будет существовать. Так что безопасность хранения ядерных боеприпасов также является проблемой, о которой необходимо постоянно думать, т.е. каким образом сделать это в максимальной степени безопасным.

Теллер. Все мы, работающие в американских лабораториях, полностью с этим согласны. Кроме того, что касается будущего ядерных взрывов, не взрывов ядерных боеприпасов, я хотел бы упомянуть о другой функции — о научных экспериментах. Мы произвели небольшое количество (таких взрывов), я предполагаю, что и вы также произвели небольшое количество. Я думал, что эти эксперименты могли бы быть значительно расширены, особенно, если такие работы станут несекретными, с тем чтобы все ученые могли принять в них участие. Например, мы оба, я имею в виду русских и американцев, исследовали характеристики материалов при очень высоких давлениях. Мы прово-

*Э. Теллер — известный американский физик-ядерщик. Отец американской водородной бомбы.

дили эти исследования только при высоких давлениях и одновременно высоких температурах, следовательно, мы можем сжать железо в два раза, в десять раз, но мы не знаем, что происходит с ферромагнитными характеристиками, поскольку температуры слишком высоки для этого. Если бы мы могли разработать средство и способы получать высокие давления при более низкой температуре, то мы могли бы получить очень интересные научные результаты.

Харитон. Понимаю.

Теллер. Я был бы очень рад, если бы ситуация улучшилась настолько, что наши лаборатории смогли бы обсудить такие вопросы.

Харитон. Да, понимаю.

Теллер. Я просто пытаюсь привести небольшой пример. Высокие давления представляют собой уникальное явление. Вы не сможете получить их какими-либо другими способами, и, я думаю, упомянутый нами инструмент познания должен быть использован. Простите, я надеюсь, что выражаюсь достаточно ясно, чтобы вам было нетрудно следить за тем, что я говорю. Все ли понятно?

Харитон. Да. Я все понимаю.

Теллер. Мы провели конференцию в Дубне. Известно ли вам, что мы обсуждали?

Харитон. Нет, нет.

Теллер. Могу ли я тогда рассказать вам о том, что мы обсуждали?

Харитон. Я был бы очень рад услышать это.

Теллер. Поскольку существует вероятность того, что вы или ваша лаборатория захотите подсоединиться к решению этой проблемы, чего я не могу предлагать, но я могу упомянуть о такой возможности. В области вооружений и боевой техники.

Харитон. Что?

Теллер. В области вооружений, в проблеме вооружений мы в очень большой степени интересуемся вопросами защиты, в частности, наш президент очень внимательно следит за тем, что мы называем ГПАЛС — глобальная защита от ограниченных ударов. Новый диктатор, подобный Саддаму Хусейну, или кто-нибудь еще получит в свое распоряжение атомные бомбы, он получит не сотни тысяч, он получит 10, он получит 100 бомб. У

него уже есть ракеты. Сотня ракет, оснащенных атомными бомбами, при отсутствии защиты от них представляет собой кошмар. От сотни ракет вполне возможно создать надежную защиту. То, что мы обсуждали, в частности, имеет две стороны. Один аспект такой защиты — быстрое и надежное обнаружение момента пуска ракеты. Важный момент: преимущества, которые представляются возможными, если сделать что-нибудь в этом направлении достаточно быстро и, по возможности, совместно, соединенными усилиями. Это одно. Но есть и другое: средства, которые могут обнаруживать пуск ракет, могут осуществлять наблюдение за погодой, могут определять загрязнение атмосферы. Если вы делаете одно, то почему бы вам не делать и другое? И делать и то и другое лучше не только потому, что вы распределяете таким образом затраты, но также и потому, что если вы следите за ракетами и ничего не происходит в течение трех лет, то ваше оборудование стареет, и в нем могут возникнуть сбои, которые вы не заметите. Но если вы постоянно используете оборудование для наблюдения за другими объектами, то это оборудование остается работоспособным и может быть использовано в чрезвычайных ситуациях. То, чем мы занимались в Дубне, заключалось не в подготовке планов, а в обсуждении возможностей, обмене идеями с надеждой на то, что планы могут быть подготовлены достаточно быстро. Стив (это руководитель нашей делегации), рассказал ли я об этом более или менее правильно?

Стив. Совершенно правильно, сэр. Обсуждение носило очень общий характер, и мы хотели рассмотреть, какие возможности существуют для совместной работы России и США.

Харитон. Но я надеюсь, что будут определенные дополнения ко всему тому, что было в Дубне, которые можно будет прочесть.

Теллер. Я был бы очень рад, если бы ваша лаборатория или ваши лаборатории включились бы в эту работу. Со стороны США были представлены и готовы включиться в работу Лос-Аламосская и Ливерморская лаборатории.

Харитон. Хорошо, я прочту все это и надеюсь, что мы сможем принять участие в этой работе.

Теллер. Вы понимаете, что результаты могут быть существенными. Кроме того, совместная работа будет сближать нас.

Харитон. И существует другая проблема, которая, как мне представляется, заключается в том, что мы должны что-то сделать в этом направлении. Вы понимаете, что ядерное оружие, это вполне понятно, это — ужасная вещь. И внимание многих людей направлено на работы, которые могут сделать ситуацию по возможности безопасной. Но существуют некоторые проблемы, которые также представляют опасность для человечества, и мне кажется, что этим проблемам уделяется недостаточно внимания, особенно росту численности населения. Это действительно очень опасная вещь.

Теллер. Позвольте сказать...

Харитон. Совсем недавно один из моих друзей вернулся из Англии, где он в течение полугода читал лекции, он рассказал, что он брал туда с собой ребенка, своего ребенка, и он обнаружил, что в большинстве английских семей трое детей, что представляется очень опасным даже для такой культурной страны, как Англия. Как можно не понимать этого и допускать рост численности всех африканских и азиатских народов. Это очень опасно.

Теллер. Я хочу немного сказать об этом. В США это очень важная тема. Этому посвящено множество дискуссий. Так вот, во-первых. Я убежден в том, что это такая тема, в которой каждый может и должен быть заинтересован. И нам, ученым, нет необходимости играть большую роль в этом. Когда мы говорим о перспективе ядерных взрывов, это должно интересовать нас, поскольку мы знаем такие вещи, которых не знают другие. Если мы говорим о космосе, мы должны быть заинтересованы, но если мы говорим о народонаселении, то это должно интересовать каждого мужчину и каждую женщину. Это, во-вторых. Третий момент: я не убежден, что это представляет собой опасность. То есть это, может быть, и так, но я не уверен. Этот вопрос поднимался в начале XIX века.

Харитон. Да, да.

Теллер. Тогда численность населения составляла 1 миллиард. Сейчас — пять. Уровень жизни в общем и целом возрос. В США численность населения растет, как я полагаю, менее чем на 1% в

год. Но все это или немного больше, чем это, идет за счет иммиграции. Если мы вычтем иммиграцию, то численность населения в США будет сокращаться. Но США, по-моему, я родился не в США, я иммигрант, США обладают одним чудесным свойством — вследствие характера своей истории они могут сделать иностранцев — американцами. Людей, которые очень часто приезжают сюда, эта страна полностью завораживает. Я думаю, что проблема народонаселения имеет очень много аспектов, включая чисто эмоциональный аспект. И я считаю, что мы, те, кто работает в области техники, можем послужить делу обеспечения возможности высокого уровня жизни для большего числа людей, и я интересуюсь именно этим. Например, то, чем мы занимались в Дубне последние несколько дней, — определение фактов того, каким образом люди изменяют состав атмосферы и изменяют ли они вообще состав атмосферы. Мы знаем, что в настоящее время в атмосфере содержится на 30% больше углекислого газа, чем сто лет назад. Большинство людей уверено, что это является следствием человеческой деятельности. Но очень немногие полагают, что это происходит вследствие других причин, таких, например, как вулканическая активность. И те наблюдения, которые мы предлагаем провести, направлены на определение того, является ли это в действительности явлением антропогенного происхождения или не антропогенного происхождения. Таким образом, я считаю, что вопрос роста численности населения является проблемой для всех и каждого. В нем содержатся такие аспекты, как загрязнение, где мы можем очень активно участвовать. И если мы развернем систему искусственных спутников Земли на соответствующих орбитах с соответствующей аппаратурой, то мы сможем определить, является ли человеческая деятельность, связанная со слишком большой численностью населения, опасной или нет и дать соответствующее предупреждение. Таким образом, я очень заинтересован определенными аспектами той проблемы, которую вы упомянули, в основном теми аспектами, где мы начинаем понимать, как мы можем помочь. Каким образом мы своими знаниями можем помочь обратить внимание на существенные моменты.

Харитон. Да.

Теллер. Далее, как вы понимаете, я значительно больше заинтересован в постановке проблемы, чем в ее окончательном решении. Я интересуюсь проблемами и частично определенными ответами, которые мы можем дать на них, исходя из наблюдений. Как свести их воедино в виде окончательного решения проблемы — это дело всего общества.

Харитон. Да.

Теллер. Могу ли я задать вам очень трудный вопрос? И хотя не следует обсуждать это, но, чтобы вы могли сказать мне относительно контроля в бывшем Советском Союзе за ядерными взрывами, особенно за взрывами малой мощности.

Харитон. За взрывами малой мощности?

Теллер. Да, я полагаю, что я знаю, что взрывы большой стратегической мощности проводятся только четырьмя государствами, и я немного знаю о соответствующих дискуссиях. Но что происходит в случае взрывов тактической мощности? Контролируются ли они? Или это дело других различных ответственных лиц? И мы не должны говорить об этом. Но это является проблемой, которая беспокоит очень многих. Хотя давайте забудем обо всем этом или отложим до другого случая.

Харитон. Наоборот... Вы говорите о контроле взрывов малой мощности?

Теллер. Да, мощностью одна килотонна, десять килотонн.

Харитон. Я могу только сказать, что, как мне достаточно хорошо известно, мы довольно давно вообще не проводим взрывов, даже малой мощности. Поэтому я уверен, что нет таких проблем... Этот вопрос совершенно ясен. И мы обсуждаем эти проблемы, и я могу заверить вас, что мы очень хорошо понимаем важность и необходимость обладания очень хорошими методами и средствами и должны поддерживать их в хорошем состоянии...

Теллер. Очень хорошо.

Харитон. В этой области не все выполняется, но это мы также хорошо понимаем, мы думаем о создании очень строгих нормативов и использовании современных методов для..., использовании электронной вычислительной техники для формирования очень ясной картины явления в любой

момент, когда это должно быть необходимо. Я абсолютно согласен с тем, что это очень важная проблема и что это одно из направлений нашей работы, и я думаю, что через некоторое время у нас все будет в должном порядке. Я должен сказать, что я не удовлетворен сегодняшней ситуацией, но мы думаем об этом, и я уверен, что так скоро, насколько это возможно, это будет в рабочем состоянии.

Теллер. Я не располагаю слишком большими возможностями, чтобы изменить положение, но кое-что я могу. И я хотел бы узнать от вас, каким образом мы в США могли бы помочь продолжению и улучшению отношений, стабильности и прогрессу. Есть ли у вас какие-либо предложения или вопросы?

Харитон. Да, я согласен, это является ситуацией, которая представляет собой проблему, где мы также..., и я думаю, что это — одно из направлений работ, которые мы должны выполнять совместно.

Теллер. Стив, есть ли еще другие вопросы, которые я должен поднять?

Стив. Я полагаю, что вы, профессор Теллер, обсудили много важных проблем. Эта конференция является важной в смысле охвата многих тем, представляющих взаимный интерес в использовании двойных технологий. Российская делегация, прошу прощения, делегация бывшего Советского Союза, была настроена очень, очень доброжелательно, и я полагаю, что с обеих сторон имел место хороший контакт. В настоящий момент я не могу предложить чего-либо еще.

Харитон. Такой вопрос. Вы впервые в России?

Теллер. Впервые. И я хотел бы через некоторое время, в не слишком отдаленном будущем, приехать еще раз. До моего столетия осталось чуть больше 15 лет, так что некоторые возможности еще есть. Я слышал от моих английских друзей, что они должны приблизительно к моему столетнему юбилею получить первую управляемую термоядерную реакцию. И я сказал им, что они должны потопиться. Кстати, один вопрос, который очень интересует меня и который включает в себя много других проблем, заключается в том, что мы с обеих сторон должны работать в направлении большей открытости. Я полагаю, что это то, что вы называете "гласность". Поэтому мы можем более свободно

говорить обо всех проблемах, включая ту, которой мы еще не коснулись — мирное использование ядерных взрывов — и над которой вы работали дольше, чем мы, и пока мы делали это порознь. Я считаю, что при соблюдении соответствующих условий обеспечения безопасности мирное использование ядерных взрывов могло бы возобновиться. Я хотел бы знать ваше мнение.

Харитон. Я согласен с вами. Кроме того, я уверен, что необходимо иметь некоторые... реально существуют некоторые направления, где ядерные взрывы могут быть полезны для всего человечества. Единственный момент заключается в том, что необходимо обладать очень хорошими знаниями о структуре горных пород, а это не такая простая проблема. Существует определенная вероятность совершения ошибки, но, насколько я могу пони-

мать, существует возможность получения достаточно обширных знаний, если появится достаточное внимание к этой проблеме, так что мы... Например, проблема ликвидации огромных запасов химического, биологического оружия... (далее пробел в исходной записи). Я чувствую, что больше не могу занимать ваше время.

Теллер. Мы можем еще немного побеседовать, если есть проблемы, о которых действительно стоит поговорить. Сегодня отсюда я собираюсь отправиться на мою родину, в Будапешт. Там должна состояться встреча венгров со всего света, и я еще полгода назад обещал приехать.

Харитон. Я должен повторить, что был очень, очень рад тому, что мы смогли встретиться и провести серьезную беседу, и я желаю вам всего наилучшего в предстоящие годы.

Содержание

Обращение к читателю	5
Ю. Б. Харитон - Николаю Николаевичу и Наталии Николаевне Семеновым	7
Ю. Б. Харитон, З. Ф. Вальта. Окисление паров фосфора при малых давлениях	11
Встреча «Атом и человек» (Выступление Ю. Б. Харитона в Доме ученых 7 февраля 1970 г.)	18
Ю. Б. Харитон. Эрнест Резерфорд (1871-1937)	20
Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон. Роль А. Ф. Иоффе в развитии советской ядерной физики и техники	26
Памятные встречи с замечательными физиками XX века (По материалам выступлений Ю. Б. Харитона в Доме ученых в 1970-1980 гг.)	33
Выступление Ю. Б. Харитона на торжественном заседании Научно-технического совета, посвященном 25-летию ВНИИЭФ	42
Химические и ядерные разветвленные цепные реакции (Выступление Ю. Б. Харитона на президиуме АН СССР в 1982 году по случаю его награждения золотой медалью им. М. В. Ломоносова)	60
Ю. Б. Харитон. Счастливейшие годы моей жизни	63
85 лет И. В. Курчатову (Выступление Ю. Б. Харитона 12 января 1988 года в ИАЭ им. И. В. Курчатова)	68
Воспоминания о П. Л. Капице	71
Президенту Союза Советских Социалистических Республик товарищу Горбачеву М. С.	76
Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский. Ядерная энергетика и общество	78
Юлий Харитон (С комментарием Юрия Смирнова). Ядерное оружие СССР: пришло из Америки или создано самостоятельно?	86
Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов. О некоторых мифах и легендах вокруг советских атомного и водородного проектов	92

Ю. Б. Харитон, Ю. Н. Смирнов. Советские физики шли своим путем	108
Юлий Харитон, Юрий Смирнов. Откуда взялось и было ли нам необходимо ядерное оружие. Еще раз о фактах и домыслах	113
Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. А. Романов, Ю. Н. Смирнов. И. Е. Тамм глазами физиков Арзамаса-16	119
Ю. Б. Харитон, В. Б. Адамский, Ю. Н. Смирнов. О создании советской водородной (термоядерной) бомбы	132
Комментарий Ю. Н. Смирнова по поводу совместных публикаций с Ю. Б. Харитоном	140
Ю. Б. Харитон, Ю. А. Трутнев. Фундаментальные физические исследования	143
Ю. Б. Харитон. Ради ядерного паритета (интервью Олегу Морозу)	154
Ю. Б. Харитон. Эпизоды из прошлого	160
А. К. Чернышев. Юлий Борисович - в большом и малом	163
Особое выступление академика Юлия Борисовича Харитона	167
Ю. Б. Харитон. Как мы подошли к первой ядерной бомбе	170
Запись беседы Ю. Б. Харитона с Э. Теллером	178

Ю. Б. Харитон
Эпизоды из прошлого
(Сборник научно-популярных статей)

Редактор *В.М. Тагирова*
Корректор *М.В. Кривова*
Компьютерная подготовка оригинала-макета
В.В. Ельцов, Н.Ю. Зимакова, Н.Н. Семенова, Д.А. Тукмаков

Подписано в печать 14.01.99 Формат 84×108/16
Печать офсетная Усл.печ.л. 25 Уч.-издл. 24,6
Тираж 1000 экз. Зак.тип. 1791-98

ЛР № 020651 от 23.10.97

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе РФЯЦ-ВНИИЭФ
607190, г. Саров Нижегородской обл.

