

Андрей Дмитриевич САХАРОВ

С. А. ХОЛИН

В 2011 г. Андрею Дмитриевичу Сахарову (далее — А.Д.) исполнилось бы 90 лет. 20 лет его жизни связаны с работой в нашем институте (ВНИИЭФ, г. Саров). Его отец мечтал, что сын станет физиком-теоретиком и будет трудиться на переднем фронте науки. Отец вложил много сил и средств в воспитание и образование своего сына. Будучи скромным вузовским преподавателем физики, он подрабатывал, занимаясь популяризацией физических идей, экспериментов, писал книги, брошюры, читал популярные лекции, издал задачник по физике для вузов. Вырученные средства позволяли ему нанимать для сына персональных учителей по разным предметам. А.Д. не ходил в общеобразовательную школу. Он учился дома, как дети богатых дворян в XIX веке. Для поступления в 7 класс общеобразовательной школы А.Д. (далее цитируются «Воспоминания» А.Д.) пришлось сдавать экзамены за 6 классов. Он прекрасно сдал экзамены, но экзаменаторов удивили не столько его знания, сколько манера держаться по-домашнему, непринужденно, его интеллектуальная раскрепощенность.

В юности ему не пришлось быть членом большого коллектива. Он привык к самостоятельной работе. Только примерно 15 % открытых научных работ было им выполнено в соавторстве с другими учеными.



Дмитрий Иванович Сахаров

А.Д.: «Папа занимался со мной физикой и математикой, мы делали с ним простейшие опыты, и он заставлял аккуратно их записывать и зарисовывать в тетрадку... Еще в 7 классе (и в последующих) я начал дома делать физические опыты — сначала по папиной книге «Опыты с электрической лампочкой», потом по папиной устной подсказке и самостоятельно. Неумение мастерить я восполнял причудливым изобретательством. Например, у меня был очень удобный, с моей точки зрения, потенциометр из куска хозяйственного мыла. Он включался последовательно с электрической лампочкой и служил для тонкой регулировки напряжения, подаваемого на неоновую лампочку, которая зажигалась вспыхнувшей спичкой (придуманый папой опыт по фотоэффекту). Для этого и других опытов необходим постоянный (выпрямленный) ток. Выпрямители я делал в стаканах. Электролит — раствор пищевой соды, электроды — алюминиевая ложка и кусок свинцовой оболочки кабеля. Ультрафиолетовые лучи, возникающие в начальный момент горения спички, выбивают электроны из оцинкованных электродов лампочки, и в результате ударной ионизации возникает стойкий разряд... Было много опытов по электростатике, оптике (кольца Ньютона); я строил маятник Максвелла, наблюдал с биноклем двойные звезды, спутники Юпитера; я занимался фотографией; по папиному образцу строил детекторный радиоприемник... Кроме опытов, пожалуй, еще большее значение имели для меня научно-популярные, научно-развлекательные, научно-фантастические книги. Я по многу раз перечитал почти все книги известного популяризатора науки и пропагандиста космических полетов Я. Перельмана».

В 1938 г. А.Д., как отличник, поступил без экзаменов на физический факультет МГУ. Тема его дипломной работы (1942 г.) — «Поиски замены дефицитного серебра для контактов реле в релейной защите». А.Д. предложил заменить серебро в контактах нержавеющей сталью. На рынке он купил вилку из нержавеющей стали, отпил зубья и загнал их молотком в гнезда, откуда вытащил серебро. Это устройство он предъявил комиссии с несколькими страницами теоретических обоснований. В 1942 г. А.Д. окончил МГУ

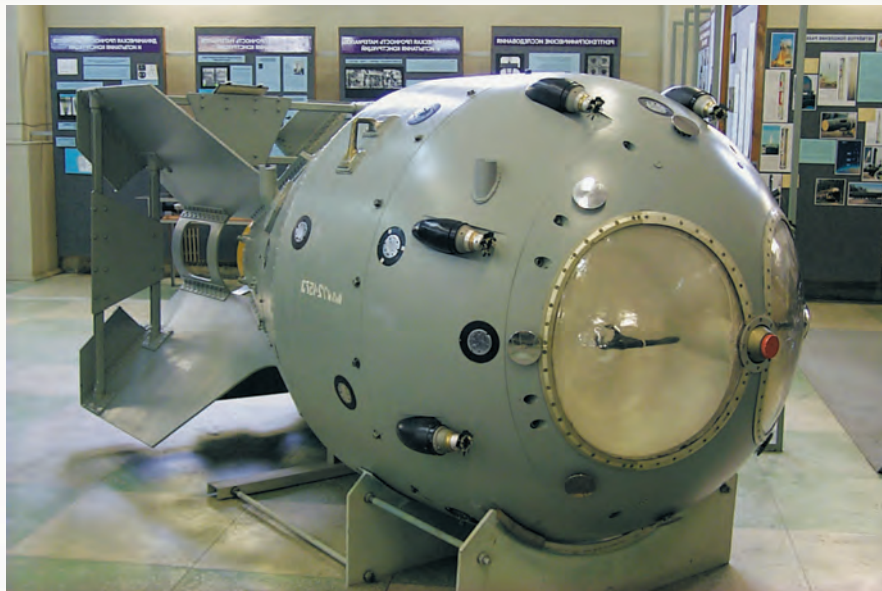
(с отличием) по специальности «Оборонное металловедение» и получил направление на оборонный завод.

В Центральной заводской лаборатории ему поручили разработать метод отбраковки пуль для противотанковых ружей калибра 14,5 мм, не требующий доведения до разрушения пули-представителя. В 1943 г. А.Д. нашел удачное техническое решение и начал первые контрольные опыты на модели, созданной им собственноручно с помощью механика лаборатории. Прибор был принят комиссией к использованию в производстве. Промышленный вариант был очень по-

хож на лабораторный: в нем даже была медная трубка, которую А.Д. нашел на свалке. Он получил денежную премию, равную 4 зарплатам, и авторское свидетельство. Его основной работой в 1944 г. была разработка прибора, отбраковывающего пули с трещинами в сердечнике. В приборе использовался физический метод — скин-эффект на ультразвуковых частотах. Прибор позволил освободить группу молодых женщин от необходимости визуального поиска трещин, при котором катастрофически быстро терялось зрение. Прибор повысил надежность отбраковки. К 1945 г. А.Д. стал признанным специалистом по магнитным методам контроля.

А.Д. было жалко оставить изобретательскую работу на заводе, но тяга к большой науке (квантовая механика, квантовая теория поля, элементарные частицы, теория относительности, космогония и т. п.) пересилила. При поддержке отца в 1945 г. он поступил в аспирантуру Физического института Академии наук СССР (ФИАН) к Игорю Евгеньевичу Тамму.

В 1945 г. две атомные бомбы были взорваны армией США над японскими городами Хиросима и Нагасаки. Окончилась Вторая мировая война. В журнале «Британский вестник» была опубликована информация о разделении изотопов урана-235, плутония, ядерных реакторах, об устройстве атомных бомб («Отчет Смита»). А.Д. хотелось изобретать: «Конечно, я придумывал при этом либо давно известное, либо непрактичное (методы разделения изотопов, основанные на кнудсеновском течении в зазорах между фи-



РДС-1

гурными роторами). Мой товарищ школьных и университетских лет Акива Яглом говорил тогда: "У Андрея каждую неделю не меньше двух методов разделения изотопов"».

В СССР начал формироваться ядерный оружейный комплекс (ЯОК). В 1946 и 1947 гг. дважды А.Д. предлагали перейти на работу в ЯОК. Он дважды отказывался. В 1948 г. его в составе группы И. Е. Тамма направили в ЯОК для работы над водородной бомбой. Перед группой Тамма была поставлена задача проэкспертировать работу группы Я. Б. Зельдовича, которая разрабатывала конструкцию на основе информации об американской водородной бомбе, полученной по разведканалам.

А.Д.: «По истечению двух месяцев я сделал крутой поворот в работе. А именно, я предложил альтернативный проект термоядерного заряда, совершенно отличный от рассматривавшегося группой Зельдовича по происходящим при взрыве физическим процессам и даже по основному источнику энерговыделения. Я ниже называю это предложение "1-й идеей". Вскоре мое предложение существенно дополнил Виталий Лазаревич Гинзбург, выдвинув "2-ю идею" ... Более высокие характеристики наш проект приобрел в результате добавления "3-й идеи", в которой я являюсь одним из основных авторов».

В качестве термоядерной бомбы А.Д. предложил использовать «слойку» («1-я идея», РДС-6с, чередующаяся система слоев урана и дейтерида, 1948 г.). В центре «слойки» разме-



А. Д. Сахаров и И. В. Курчатов

щался первичный источник энергии из урана, ядерный взрыв которого сжимал и нагревал оболочки «слойки». Первичный источник играл роль спички, его задача — поджечь дейтерий в составе «слойки».

В «слойке», предварительно сжатой с помощью энергии взрывчатого вещества (ВВ), А.Д. предполагал использовать D_2O в качестве термоядерного горючего. Кислород — пассивный носитель дейтерия, он не участвует в термоядерных реакциях.

При горении дейтерия (реакция $D+D$) выделяется термоядерная энергия, поддерживающая горение, и рождаются нейтроны, которые в «слойке» делят уран-238, увеличивая общее энерговыделение.

В. Л. Гинзбург предложил в качестве источника термоядерной энергии использовать дейтерид лития — Li^6D . Пассивный носитель дейтерия заменяется активным — литием-6 («2-я идея», РДС-6с, дейтерид лития, 1949 г.). Захватывая нейтрон, ядро Li^6 распадается с выделением трития и термоядерной энергии. В новой реакции $D+T$ рождается вторичный нейтрон, который захватывается другим ядром Li^6 и так далее, возникает бесконечная цепочка, которая на практике оказывается конечной из-за вылета нейтронов из зоны горения и снижения скорости термоядерных реакций при уменьшении температуры и плотности термоядерной смеси в процессе разлета материала бомбы. В. Л. Гинзбург предположил, что скорость $D+T$ реакции

равна скорости $D+D$ реакции. В этом случае применение Li^6D увеличивало энерговыделение в 3 раза. Эксперименты, выполненные в США и получившие подтверждение в СССР, показали, что скорость $T+D$ реакции в 100 раз выше, чем $D+D$ реакции, поэтому использование Li^6D оказалось очень эффективным.

Плотность дейтерида лития в ~25 раз меньше плотности урана. А.Д. показал, что при высоких температурах (более 10 млн. градусов), при которых эффективно горит термоядерная смесь, из-за ионизации вещества происходит выравнивание не только температур и давлений, но выравниваются и плотности. Отношение плотностей урана и дейтерида лития уменьшается с ~25 до ~2. Это явление, в котором плотности легкого вещества подстраиваются под плотность тяжелого вещества, назвали «сахаризацией». Оно особенно было полезно в РДС-6с.

О применении дейтерида лития в первой советской термоядерной бомбе специалисты США узнали, проанализировав состав воздуха из зоны ее испытания в 1953 г. Уже в 1954 г. в США были испытаны на полигоне и поставлены на вооружение несколько типов авиабомб с дейтеридом лития мощностью 2–15 млн. тонн тротила. В основном они были нацелены на Россию.

Конструкция советской бомбы РДС-6с мощностью 0,4 млн. тонн тротила была такова, что она не позволяла повысить ее мощность до уровня 2–15 Мт. В ней первичный источник энергии (атомная бомба) размещался в центре конструкции. После ее взрыва основная масса горючего материала сжималась расходящимися волнами. В такой конструкции невозможно достичь больших плотностей и значительного КПД при горении.

Необходимо сжимать сходящимися волнами. Первичный источник энергии должен обеспечить сферическое сжатие вторичного узла. Для этого первичный и вторичный источники энергии необходимо, во-первых, разместить отдельно, рядом и, во-вторых, окружить их тяжелым корпусом («3-я идея», РДС-37, 1955 г.).

А.Д. был одним из тех, кто понял, что рентгеновское излучение, испускаемое первичным источником, отражаясь от тяжелого корпуса, как от зеркала, способно обеспечить сферическое сжатие. Толстый тяжелый корпус, как показал А.Д., непрозрачен для рентгеновского излучения. Как известно, такой же режим обжатия сферической капсулы рентгеновским излучением имеет место в мишенях лазерного термоядерного синтеза.

Вклад А.Д. в разработку термоядерных зарядов заключался не только в выдвижении «идей», он контролировал все этапы разработки. Разработка термоядерных зарядов потребовала создания новых расчетных математических методик, проведения оригинальных физических экспериментов для определения нейтронных характеристик и параметров уравнений состояния веществ. Потребовались взрывные эксперименты для определения деформации «слойки» под воздействием ВВ. А.Д. вникал во все оценки, расчеты, физические эксперименты, потому что для него было важно понять, какова представительность и надежность результатов, полученных группами теоретиков, математиков, экспериментаторов.

А.Д., «не дожидаясь окончательных расчетов и вообще окончательной ясности, писал технические задания, разъяснял конструкторам то, что казалось особенно важным, писал "разрешения" на разумные послабления первоначально слишком жестких технических условий; в общем, очень много брал на себя, на свою ответственность, опираясь не только на расчеты, но и на интуицию». Поэтому А.Д. называли «отцом водородной бомбы».

За неделю до испытания «слойки» (1953 г.) Председатель Совета Министров Г. М. Маленков на сессии Верховного Совета СССР заявил (при аплодисментах зала), что у СССР есть своя водородная бомба! После испытания он позвонил на полигон и особо просил поздравить, обнять и поцеловать Сахарова за его огромный вклад в дело мира.

После испытания РДС-37 (1955 г.) стало ясно, что конструкция термоядерного заряда должна содержать отсек с первичным источником (атомную бомбу) и отсек с термоядерным узлом, срабатывающим от взрыва атомной бомбы.

А.Д. стал академиком, трижды Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной и Ленинской премий. Это высшие награды для ученого в СССР, которыми отмечен его вклад в испытания РДС-6с, РДС-37, 100-мегатонного заряда в 1961 г. и в постановку на воо-



РДС-37

ружение группы термоядерных зарядов. Проведенные испытания имели не только большое военное, научно-техническое, но и политическое значение. А.Д. создавал надежные конструкции.

Началась работа по совершенствованию термоядерного оружия: уменьшение веса, диаметра, расхода плутония, трития и т. п. Развернулась «гонка вооружений». Правительство ставило задачу перед учеными и инженерами, чтобы характеристики советского оружия не уступали американским, что было трудно обеспечить при более тяжелой автоматике, имея менее быстродействующие ЭВМ, проводя меньшее число полигонных испытаний.

А.Д. возглавил коллектив физиков-теоретиков, которые предлагали и обосновывали новые более напряженные конструкции. Проводились испытания. В случае неудачи выдвигали разумные объяснения. Подкрепить выдвинутую гипотезу расчетом в случае аварии не было возможности из-за слабой вычислительной базы. Такая работа была не по душе А.Д., поэтому после перехода с воздушных к подземным испытаниям он начал постепенно отходить от активной оружейной работы. А.Д. полагал, что дальнейшее совершенствование термоядерного оружия носит не столько научный, сколько инженерный характер.

У него была возможность переключиться на одно из двух новых направлений физических исследований, но он ею не воспользовался.



А. Д. Сахаров с дочерью

Одно направление — использование ВВ для сжатия магнитного поля с целью получения рекордных магнитных полей (МК-1) или с целью преобразования энергии ВВ в энергию магнитного поля (МК-2). Основу этих конструкций составляли идеи А.Д.

Другое направление — создание термоядерного реактора для получения плутония, трития и электрической энергии. В формулировке двух основных идей термояда участие А.Д. было определяющим: использование магнитного поля для уменьшения потерь энергии на нагрев стенок реактора (магнитная термоизоляция) и использование замкнутого витка тока (в виде тора) для устранения потерь энергии на нагрев и испарение электродов.

Е. П. Славский, министр Средмаша, пытался увлечь А.Д. возможностью применения ядерных зарядов для рытья каналов, извлечения полезных ископаемых и т. п.

А.Д. предпочел заняться физикой элементарных частиц, вопросами происхождения и эволюции Вселенной. Работать на переднем фронте науки ему казалось интересно и почетно. Но

достигнутые им успехи в большой науке по значимости и глубине сильно уступали его результатам в прикладной физике, что, по-видимому, связано с тем, что его отец с детства фактически воспитывал из него не просто физика, а изобретателя с широким физическим кругозором. Успехи А.Д., как физика-теоретика, высоко ценили его коллеги из ФИАНа.

*«Характеристика
кандидата в члены Ученого совета ФИАНа
от отдела теоретической физики, 1989 г.*

Сахаров Андрей Дмитриевич, 1921 г. рождения, главный научный сотрудник ФИАНа, академик АН СССР, физик-теоретик с мировым именем, известен своими выдающимися работами в области термоядерного синтеза, теории элементарных частиц и космологии.

Основные результаты и направления исследований А.Д.:

1) физические идеи и расчеты по созданию термоядерного оружия;

2) пионерская идея магнитного удержания плазмы и основополагающие расчеты установок по управляемому термоядерному синтезу;

3) идея и расчеты по созданию сверхсильных магнитных полей сжатием магнитного потока сходящейся взрывной волной (магнитная кумуляция);

4) работы по квантовой теории поля, теории элементарных частиц, в частности, о мюонном катализе ядерных реакций (совместно с Зельдовичем);

5) трактовка гравитации как метрической упругости пространства: гравитация возникает в результате изменения энергии квантовых флуктуаций полей в вакууме при искривлении пространства, подобно тому, как обычная упругость тел возникает в результате изменения энергии межмолекулярных связей при деформации;

6) работы по космологии, особенно о происхождении барионной асимметрии Вселенной.

А. Д. Сахаров известен своей выдающейся общественной деятельностью. Он лауреат Нобелевской премии мира, один из основателей и директоров международного "Фонда за выживание и развитие человечества", член научных академий США, Франции и многих других стран».

Многочисленные высокие награды, которыми была отмечена работа А.Д. над термоядерным оружием, сделали его членом руководящей



А. Д. Сахаров на съезде народных депутатов

элиты Советского Союза. С его мнением считались. Он мог писать письма членам Правительства. Он мог звонить напрямую Н. С. Хрущеву и Ю. В. Андропову. Когда А.Д. увлекся общественной деятельностью, то его постепенно лишили привилегий. А.Д. действовал «по принципу Сахарова, т. е. с умом». Он не был противником советской власти, как А. И. Солженицын. Он не выдвигал жестких политических или экономических требований. Он считал, что должны неукоснительно выполняться законы, и государство должно охранять права каждого человека, что гласность должна быть основой функционирования государства, что должна быть обеспечена свобода печати и интеллектуальная свобода. Проповедь этих простых принципов и активная защита нарушаемых прав конкретных членов общества с принесением в жертву собственных привилегий сделали А.Д. популярным общественным деятелем.

Общественная деятельность отнимала у А.Д. много сил и времени, ограничивала его возможности как ученого, но он считал своим долгом заниматься общественной деятельностью.

ГОРОД-ТАЙНА

*В уголке среднерусской равнины,
Средь шатров заповедных лесов,
Побратался со славой былинной
Город-тайна, закрытый Саров.*

*Величавы проспекты и улицы,
Паруса новостройки легки.
Куполами собора любуется
Город в зеркале тихой реки.*

*Воздух парка здоровый, ядреный...
Дарят негу в жару «Лужники».
И под пологом зелени кленов
С перезвоном журчат родники.*

*Здесь живут «молчаливые люди»,
Не кичатся успехом в труде,
В чередѣ нескончаемых буден
Щит, Россия, создали тебе.*

*От столиц и родных «отрешенные»,
Сон, порой, на рабочих местах,
Эти люди, идеей сплоченные,
Мир ковали в закрытых цехах.*

*Было много нерешенных,
(А решения, часто, трудны).
Здесь творила плеяда ученых —
«Золотая когорта страны».*

*Чтобы нам не грозили «дубиной»,
И у недругов планы сорвать —
Здесь, на землях отца Серафима,
Мы сработали «Кузькину мать»!*

*И сейчас, возрождая святыни,
Чтоб в забвенье веков не пропасть,
Нужно город со славой былинной
На скрижали страны записать.*

*Пусть сияет в короне России,
Не сгибаясь от шквала ветров,
Символ доблести, веры и силы —
Город-тайна, закрытый Саров.*

Рыжов Александр Иванович,
начальник группы
ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ

ХОЛИН Сергей Александрович —
главный научный сотрудник,
доктор физ.-мат. наук, профессор