

**АТОМНАЯ
ОТРАСЛЬ
РОССИИ**

АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ

**СОБЫТИЯ
ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ**

**МОСКВА
ИЗДАТ
1998**

УДК (623.451.8 + 621.039) (093.32 Минатом)
ББК (355.9 + 6П2.8) (09С + Р)
А61

Атомная отрасль России
А61 — М.: ИздАТ, 1998. — 336 с. — ил.

ISBN 5-86656-081-X

Книга подводит итог 50-тилетней деятельности Минатома, одного из самых засекреченных министерств нашей страны по созданию атомного оружия, атомной энергетики и использованию атомной энергии в мирных целях. Показана роль ученых и руководителей в сооружении объектов, создании ядерного оружия, развитии ядерной физики, ускорителей заряженных частиц, лазерной техники, атомных подводных и надводных кораблей, космической ядерной техники.

Большое внимание в книге уделено последствиям воздействия ядерных излучений на производственный персонал объектов и население. Приведены описания основных аварий в атомной индустрии и их последствия.

Дан прогноз руководителей атомной отрасли на развитие ядерной физики, атомной и термоядерной энергетики и атомной техники на будущее 50-тилетие.

Книга может быть интересна специалистам и широкому кругу общественности.

УДК (623.451.8 + 621.039) (093.32 Минатом)
ББК (355.9 + 6П2.8) (09С + Р)

ПРЕДИСЛОВИЕ

В создании этой книги приняли участие большое число работников Минатома, которым авторы приносят свою благодарность. Это руководители отрасли, сотрудники Департамента безопасности и чрезвычайных ситуаций, акционерных обществ строителей и монтажников, работники архива, Правового управления, отдела по информации и связям с общественностью, работники отраслевой газеты "Атом-Пресса" (редактор В. А. Староверов). Идея создания этой книги принадлежит В. Н. Михайлову, И. А. Беляеву и Г. Г. Малкину. Календарь памятных дат составлен А. В. Щегельским и В. В. Пичугиным, интервью с руководителями отрасли провел писатель В. С. Губарев.

В книге использованы архивные материалы, материалы юбилейных торжеств, проходивших в Москве в августе-сентябре 1995 года.

Редактирование текста выполнено И. К. Ходаковым.

Вступительная статья

Личная и общественная жизнь человека во второй половине XX века полностью находилась под влиянием ядерного оружия. Не менее 20 миллионов жителей нашей страны в течение 50 лет в той или иной форме выполняли работы, связанные с использованием атомной энергии или изготовлением, транспортировкой, хранением атомного оружия. Перспективы использования атомной энергии в военных целях задела частную жизнь отдельного человека, отразились на жизни каждой отдельной семьи, на жизни общества, на жизни государства, на жизни человечества. Какую роль будет играть атомное оружие, атомная энергетика, атомная промышленность, радиоактивные изотопы в жизни общества, как будет решаться проблема захоронения и уничтожения долгоживущих радиоактивных отходов? Применят ли ядерные державы ядерное оружие против своих недругов? Какой будет атомная отрасль через 50 лет. Будет ли она такой же как и страна — Россия?

Прошло 50 лет со дня организации атомной индустрии России. Что и как сделано за этот срок, что будет дальше?

Создание атомного ведомства в России произошло сразу после окончания Второй мировой войны, унесшей не только миллионы жизней, но и принесшей неисчислимые материальные потери нашей стране. Строительство и эксплуатация новых предприятий, таких, как атомные реакторы, радиохимические заводы, обогатительные комбинаты требовали соблюдения особой безопасности, в условиях внешнего шантажа и угроз заставляло торопиться и пренебрегать ее элементами. Как показывает статистика, которая приведена ниже, даже в тяжелых и вредных условиях труда на предприятиях Минатома удалось свести до минимума отрицательные последствия влияния вредных факторов, отражавшихся на здоровье человека.

После того как Соединенные Штаты Америки взорвали свои первые атомные бомбы перед учеными и рабочими атомной промышленности России встала задача обеспечения нового уровня защиты страны. Эта задача

была выполнена добросовестно и ответственно. В XXI веке на новом этапе человеческой цивилизации стоят те же задачи. Как их решать?

В течение многих лет отечественные и зарубежные исследователи пытаются приуменьшить роль российских ученых в самостоятельной и успешной реализации атомных проектов. Не останавливаются они и перед прямой дискредитацией российской науки, утверждая, что все, что сделано ею — это лишь воспроизведение проектов и разработок, полученных из-за рубежа путем хорошо организованной разведки. Даже если бы это было так, то все равно это надо назвать достижением. Ведь США стремились всеми силами сохранить монополию на атомное оружие, идя даже на такие меры, как казнь ни в чем неповинных супругов Розенберг. Но монополию сохранить не удалось и причина была не в передаче России ядерных секретов агентами КГБ.

Россия создала ядерное оружие на основе мирового опыта знаний, на основе результата испытаний и применения США атомной бомбы. Россия создала в короткий исторический срок атомную индустрию. Ядерное оружие — лишь вершина айсберга атомной промышленности. Разработка атомного оружия привела к прикладным применениям идей ядерной физики в самых различных областях, которые сегодня стали самостоятельными направлениями науки и техники. Подводной частью этого айсберга является наука — ядерная физика, породившая ускорители заряженных частиц, промышленные, исследовательские и энергетические атомные реакторы, радиохимию, лазерную технику, термоядерный синтез, изотопы и многое другое. В архивах Минатома сохранились материалы Научно-технических советов Первого главного управления при Совете Народных Комиссаров страны, иллюстрирующие каждый шаг в движении к овладению не только секретом атомного оружия, но и к практическому использованию атомной энергии в мирных целях. Научно-технические советы собирались в 1945—1947 гг. очень часто, иногда по несколько раз в неделю, в зависимости от обстановки на объектах. Драматические ситуации, возникавшие в течение всего процесса освоения ядерных технологий, делали жизнь руководителей очень напряженной. Например, в 1949 году, завод по обогащению урана диффузионным методом в Верх-Нейвинске вновь пришлось, по существу, заново перестроить. Это грозило не только снятием с работы нескольких десятков руководителей. Это грозило началом масштабных репрессий. Пронесло! Но эта драма свидетельствует о том, что информации, которая исключала бы ошибки, не было. И таких примеров много.

В процессе выполнения работ по созданию ядерного оружия в России и США были сделаны фундаментальные открытия и изобретения. Достаточно привести лишь один пример — лазер, удостоенный Нобелевской премии.

В XX веке ядерное оружие применялось только один раз в войне с Японией, и в течение 50 лет оно использовалось в политических целях и было лишь политическим оружием. Научно-техническое соревнование России и США привело к значительному техническому прогрессу, от которо-

го выиграли обе стороны и все человечество. Соединенные Штаты утверждают, что Россия проиграла “холодную войну”. В конечном итоге войны всегда кончаются победами, поражениями или ничьей, когда ни та, ни другая стороны не признают преимущества в битве. “Холодные войны” для человечества тоже не диковинка. Идеи Президента США Рейгана задушить Россию экономически “звездными войнами” не были новым изобретением. В течение всех послевоенных лет США провоцировало Россию на соревнование по принципу “Кто больше потратит!”. В конце концов, обе стороны устали от “холодной войны” и согласились на мир. Постоянный или временный? К концу XX столетия пять государств официально являются обладателями ядерного оружия — США, Россия, Англия, Франция и Китай. Есть предположения, что в начале будущего тысячелетия уже 17–20 государств будут обладать ядерным оружием. И среди них не только государства с развитой системой демократии. На путь создания собственного ядерного оружия встали Индия, Пакистан, Израиль, Ирак, Тайвань, КНДР, Ю. Корея, Египет, Алжир, Заир, Бразилия, Колумбия, Перу, Чили, Ливия. Куда пойдет в этих условиях человечество?

Россия спасла мир от фашизма в 1945 году и этим совершила свой первый подвиг в XX веке. Соединенные Штаты Америки в конце Второй мировой войны монопольно владели секретом ядерного оружия. Угроза подвергнуться массированному и жестокому ядерному уничтожению висела над Россией. Достаточно было чем-то “обидеть” США, серьезно разозлить или затронуть честь их Президента. В ответ могло последовать взаимное уничтожение. Так человечество жить не должно! Россия совершила свой второй подвиг в XX веке, создав ядерное оружие и предотвратив ядерную войну. К началу 80-х годов она приблизилась к США по равенству совокупной мощности ядерных вооружений. Этот подвиг совершила страна, разоренная предыдущей войной. Эта страна ценой лишений своего народа исполнила свой долг перед человечеством и в течение 50 лет противостояла Соединенным Штатам Америки, и уберегла человечество от ядерной войны. И эту страну президент США Рейган назвал “Империей зла”! Кто теперь займет ее место? Если оглянуться на историю, много зла прошло мимо. И надо уметь терпеть зло, не выходя из себя! Были империи зла, их было не мало. Много планов уничтожения России как государства за 50 лет пережила наша страна. Хрупок был мир! Как близок он был к ядерной войне! Были моменты, когда рука президента США и руководителя СССР поднималась над ядерной кнопкой для начала войны и уничтожения человечества. Еще в 1957 году Г. Киссинджер писал: “Для выведения из строя экономики США как современного государства требуется около 100 ядерных зарядов мощностью 1 мегатонна каждый”. Этот расчет был подтвержден исследованиями Массачусетского технологического института в 1987 г. Десятки тысяч зарядов с обеих сторон были нацелены друг на друга. Общая мощность ядерных зарядов двух систем составляла 15–20 тыс. мегатонн. История накопления ядерных арсеналов двух стран свя-

зана с многолетней холодной войной двух политических систем. Сегодня процесс взаимного устрашения остановился. По достоинству должны быть оценены руководители стран, которые смогли выйти из порочного круга гонки ядерных вооружений.

Россия совершила и свой третий подвиг в XX веке. Она осуществила ядерное разоружение, ценой риска и своих личных потерь продолжает обеспечивать мир на Земле. США по-прежнему получили влияние на ядерные силы России. Куда пойдет развитие этих отношений? Воспользуются ли Соединенные Штаты Америки ослаблением России и попытаются ли уничтожить ее политически и физически, или оценят благородство нашей страны и поддержат ее поступки? Сработает ли волчий инстинкт уничтожения слабого противника, или культура и здравый смысл возобладают над инстинктом? Соединенные Штаты Америки очень изменились за прошедшие годы. Потеря монополии в ядерном оружии, ряд прямых неудач в войнах, например, в Корее и во Вьетнамской войне, заставили США быть более сдержанными в отношении с другими странами. Однако проблема сохранения стратегического равновесия ядерных вооружений сложна и многообразна. Реальная потребность в ядерном оружии в 100 раз меньше, чем его накопилось. Наступил новый период, когда геополитическая стабильность, возможно, будет определяться противостоянием между США и Китаем. Где будет Россия, и как она будет влиять на мир и согласие на планете в новых условиях?

Без ядерного оружия России не защититься, невозможно обеспечить ее национальную безопасность. В то же время Россия с ее несметными богатствами окружена странами, имеющими территориальные претензии к ней, странами с высокими уровнями заселенности, с неустойчивыми режимами. Опасность для России представляют прежде всего государства, обладающие ядерным оружием и средствами его доставки. Чтобы говорить об отсутствии внешней угрозы со стороны соседей, России надо знать стратегические концепции всех государств, окружающих ее. Вокруг России возникло несколько групп неустойчивых стран, которые могут примкнуть к тем или иным блокам. Прежде всего это государства Центральной и Восточной Европы, Среднеазиатские государства, страны Кавказа. Невозможность обеспечить эффективный контроль нераспространения ядерного оружия делает Россию уязвимой к ядерному терроризму, криминальным объединениям групп стран, требует от нее усилий и средств по организации в единое сообщество своих соседей, защиты национальных интересов от внешних врагов. Длительное нахождение России в ослабленном состоянии опасно для ее будущего.

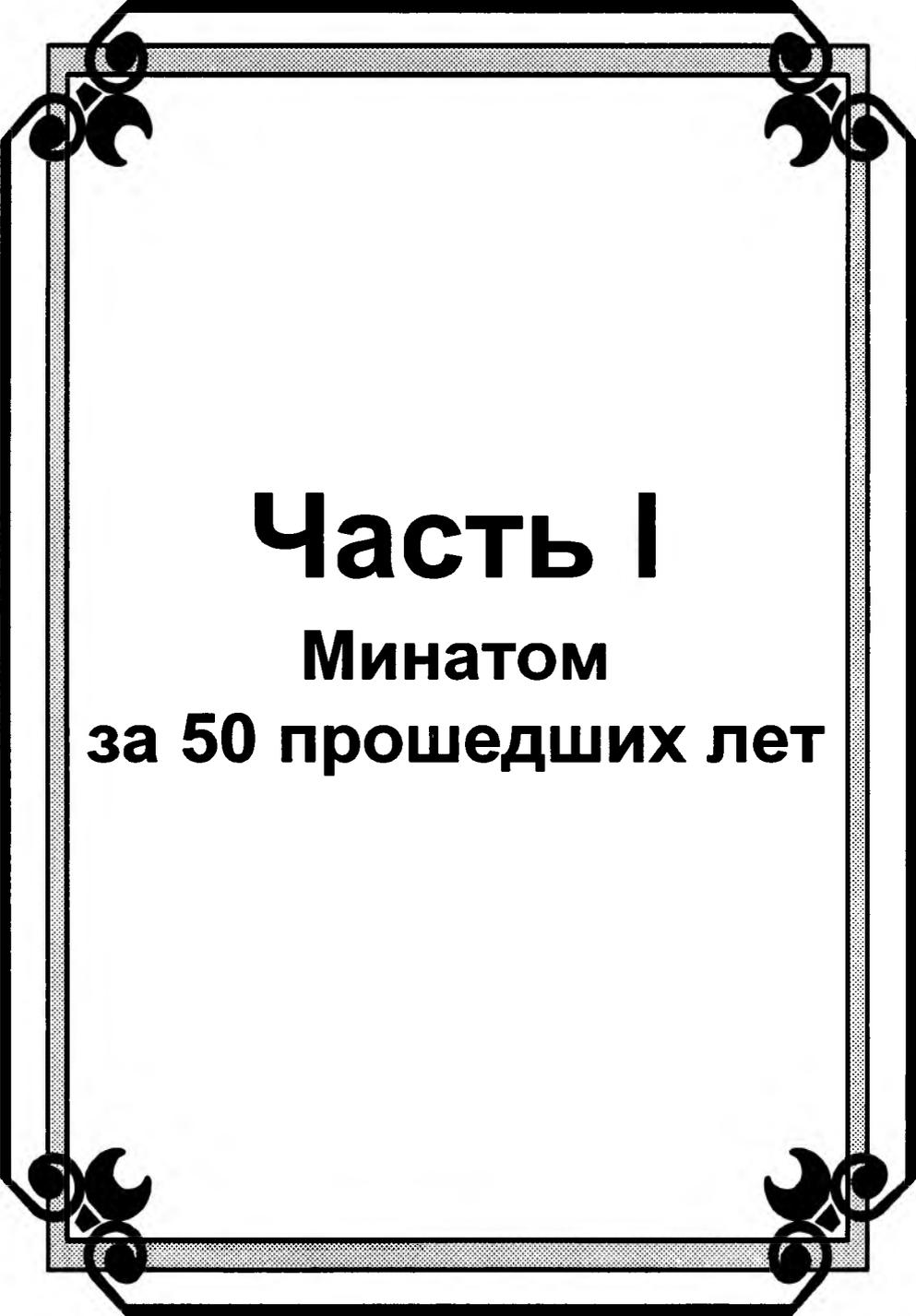
Россия согласилась с сокращением ядерных вооружений по договору СНВ-2, подписав договор. Созданные Соединенными Штатами и Россией мощные военные машины остановлены частично и угроза их повторного запуска не исключена, поскольку они не демонтированы. В то же время нарушена система стратегической обороны России. Раскрыты пункты управ-

ления, снизилась надежность систем обороны. Наступило время для предвидения событий. Россия полностью лишилась военной структуры Варшавского Договора. НАТО сохранил все свои военные, политические, экономические связи и, как знать, не решатся ли новые руководители НАТО убрать ослабленного противника.

На какое-то время Россия вздохнула спокойно, и в мире наступила передышка. Передышка когда-то неожиданно может кончиться.

Как радиолокационная система должна обеспечивать раннее и своевременное предупреждение об опасности ракетного нападения, так и наука должна прогнозировать развитие событий.

В этой книге руководители и ведущие специалисты атомной отрасли делают обзор пройденного пути и прогноз на ближайшее пятидесятилетие. Время определит, кто был прав.



Часть I
Минатом
за 50 прошедших лет

ГЛАВА 1

ПРАЗДНОВАНИЕ ЮБИЛЕЯ МИНАТОМА РОССИИ

Празднование 50-летнего юбилея Минатома России состоялось в Москве 20–30 августа 1995 года. В течение августа–сентября в Политехническом музее проходила юбилейная выставка научно-технических достижений Минатома России, в Центральном концертном зале “Россия” 30 августа состоялось торжественное заседание и концерт, в здании Минатома Российской Федерации на Б. Ордынке 28 августа состоялось открытие бюста Игоря Васильевича Курчатова — научного руководителя уранового проекта.

С юбилеем Минатом поздравил президент Российской Федерации Б. Н. Ельцин, на торжественном собрании работников Минатома выступил председатель Правительства РФ В. С. Черномырдин.

От имени Правительства Российской Федерации он поздравил отрасль с 50-летием. Он сказал, что за эти годы отрасль прошла славный и доблестный путь, решены беспрецедентные по масштабам и сложности задачи как в области надежной безопасности страны, так и развития науки и техники. В том, что Советский Союз, а теперь и демократическую Россию называли и называют великой мировой державой есть и ваш выдающийся вклад.

Далее он сказал: “Первой задачей атомщиков было создание ядерного щита Родины. Это был навязанный нам выбор. Мы были вынуждены это делать, ибо такова была полвека назад международная обстановка.

Задача была выполнена с честью. В Урановом проекте принимали участие тысячи научных, конструкторских, проектных и технологических организаций. 29 августа 1949 года был произведен первый испытательный ядерный взрыв, а в начале 50-х годов создано термоядерное оружие. Страна стала великой ядерной державой. Велики заслуги И. В. Курчатова, Е. П. Славского, А. Ф. Иоффе, Ю. Б. Харитона, Н. Н. Семенова, А. П. Александрова, И. Е. Тамма, Л. А. Ландау, М. В. Келдыша, А. Д. Сахарова, Г. Н. Флерова, Я. Б. Зельдовича, Б. Н. Ласкорина.

Долго и мучительно человечество искало путь к разоружению и будущему миру без ядерного оружия. В последние годы этот маршрут был найден и проложен совместными усилиями всех ядерных держав. Россия движется в этом направлении и последовательно ставит атом на службу миру и прогрессу. В нынешних условиях в атомной отрасли сохраняются высококвалифицированные кадры, богатейший научный и производственный потенциал, она ведет конкурентную борьбу за достойное место на мировом рынке ядерных технологий и материалов”.

С поздравлениями обратились Патриарх Московский и Всея Руси Алексей Второй, президент Российской Академии наук Ю. С. Осипов.

С докладом на собрании коллектива Минатома выступил министр Российской Федерации по атомной энергии Виктор Никитович Михайлов. В своем выступлении он, в частности, сказал:

“Сегодня нас здесь объединило не только чувство гордости, но и ответственности перед страной за атомную промышленность России, за ее научно-технический прогресс в XXI веке, за ее будущее. Практически все народы Союза внесли свой вклад в становление суперсовременной и сложной отрасли, в том числе на Украине, в Казахстане, Узбекистане, Грузии, Армении, Латвии, Эстонии были созданы центры атомной науки и техники, промышленные комплексы, построены новые города. Концентрация на главных направлениях развития всех огромных материальных, финансовых и человеческих ресурсов позволила создать новую индустрию и сделать решительный рывок в научно-техническом прогрессе.

Задача была не из легких для страны, только что пережившей страшную войну. Еще в начале 1943 года под руководством И. В. Курчатова был создан единый научный центр по решению проблемы создания атомного оружия — Лаборатория № 2, ныне Российский научный центр “Курчатовский институт”. Крупнейшие отечественные ученые и руководители составили костяк того коллектива, который решал проблему атомной бомбы и мирного использования атомной энергии. Среди них И. В. Курчатов, А. Ф. Иоффе, И. Е. Тамм,

Л. Д. Ландау, В. Г. Хлопин, А. Н. Тихонов, Е. И. Забабахин, А. А. Самарский, И. М. Гельфанд, А. А. Бочвар, М. В. Келдыш, Г. Н. Флеров, Я. Б. Зельдович, Б. Н. Ласкорин, Д. А. Франк-Каменцкий, И. К. Киоин, Л. А. Арцимович, Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, П. М. Зернов, В. А. Малышев, Е. П. Славский, Б. Г. Музруков, Н. Л. Духов, Д. В. Васильев, К. И. Щелкин, В. И. Алферов и многие другие наши соотечественники, которые вложили в дело становления новой отрасли много сил и умения. Большую роль в успешном решении задач Минатома по созданию отрасли сыграл отраслевой профсоюз и, особенно, его многолетний председатель А. Н. Каллистов.

Уже в декабре 1946 года был пущен первый в Европе и Азии ядерный реактор в Лаборатории № 2, а в середине 1948 года осуществлен физический пуск первого промышленного реактора в Челябинске-40. В том же 1948 году был пущен радиохимический завод по выделению плутония.

Усилиями наших сегодняшних ветеранов в считанные годы были решены колоссальные проблемы обороны страны.

Ядерное оружие сегодня — это прежде всего средство поддержания глобальной политической, военной и экономической стабильности вне зависимости от того, противостоят ли в какой-либо области страны, им обладающие. Альтернатива ядерному равновесию — режим полного доверия, полной открытости, ликвидации военно-политических блоков, всеобщего и полного запрещения ядерного оружия и его разработок. Этот путь будет тернистый и долгий.

Обеспечить национальную безопасность страны — это значит, сегодня разумно сокращая ядерные вооружения на основе оборонного паритета, одновременно повышать их надежность и безопасность.

В составе Минатома функционируют ядерно-оружейный, ядерно-энергетический, научно-технический комплексы, комплекс атомного машиностроения и приборостроения, строительно-монтажная индустрия, система подготовки и повышения квалификации кадров.

В 1994 году экспорт мирной продукции Минатома составил 1,2 миллиарда долларов. Минатом выстоял, несмотря на масштабное сокращение объемов работ и военных заказов.

Атомная энергетика страны — это 29 действующих энергоблоков на территории России. 46 энергоблоков построены на территории СНГ и Восточной Европы. Россия имеет уникальный задел разработок по использованию ядерных источников электроэнергии на космических объектах. Россия имеет крупнейшие в мире научно-исследовательские центры для проведения исследований в области ядерной физики, сверхпроводимости, лазерной техники и технологии, термоядерного синте-

за. Проводятся исследования в области создания новых типов безопасных атомных реакторов, ядерному топливному циклу, обращению с радиоактивными отходами.

Атомная энергия сопровождалась не только успехами. “Кыштымская авария” и Чернобыльская катастрофа стали серьезным испытанием для использования атомной энергии. Промышленная деятельность на Урале, в Томской области и в Красноярском крае создали определенное негативное влияние на экологию этих районов. Предстоит работа по ликвидации последствий этой деятельности.

Для использования экономических и экологических преимуществ атомной энергии требуется тесное международное сотрудничество, включая мировой рынок и взаимную поддержку национальных программ.

Новым и наиболее важным в сотрудничестве в последние годы стали работы по повышению безопасности действующих АЭС. Реализация программы развития атомной энергетики в России непосредственно связана со стабилизацией экономики. В то же время стабильность ядерно-энергетического комплекса является важной составной частью экономической стабилизации.

Сегодняшние ветераны отрасли проделали гигантский труд, который навсегда будет вписан в историю развития нашей страны”.

В своем послании участникам торжественного собрания, посвященного 50-ти летию атомной отрасли промышленности, которое зачитал Митрополит Кирилл, Патриарх Московский и Всея Руси Алексей Второй поздравил всех со знаменательным юбилеем. Он отметил, что в нелегкие послевоенные годы закладывался научный, технологический и производственный фундамент атомной промышленности и атомной энергетики и были решены проблемы обороны страны. Высокий авторитет нашей науки признан во всем мире.

Между Министерством Российской Федерации по атомной энергии и Русской Православной Церковью складываются добрые отношения, позволяющие решать многие общие задачи. Поздравляя атомщиков со столь знаменательной датой Патриарх пожелал, чтобы и дальше отношения были такими же конструктивными и взаимопользными.

Президент Академии наук России академик Ю. С. Осипов отметил, что ведущие ученые Академии возглавляли работы по важнейшим направлениям атомной проблемы, а заслуги ученых Минатома в решении фундаментальных и прикладных проблем атомной науки и техники были отмечены избранием их в Академию наук.

При открытии памятника И. В. Курчатову в здании Минатома России министр Российской Федерации по атомной энергии В. Н. Ми-

хайлов сказал: “В сложные и трудные военные годы Игорь Васильевич Курчатov стал создавать отрасль, конструкторские бюро, комбинаты, заводы и его никогда за это не забудут ни живущие сегодня, ни наши потомки”.

В период празднования юбилея отрасли в Политехническом музее прошли научная конференция “Ядерной науке и технике России — 50 лет” и несколько пресс-конференций:

- “Атомная энергетика России: проблемы и пути решения”;
- “Международное сотрудничество Минатома России”;
- “Атомная энергетика и здоровье. Социальные и медицинские проблемы”.

Был проведен симпозиум на тему: “Обращение с радиоактивными отходами”.

На юбилейной научной конференции, которую открыл министр Российской Федерации по атомной энергии В. Н. Михайлов, выступили: вице-президент РАН Е. П. Велихов с докладом: “От термоядерных исследований к термоядерной энергетике”;

вице-президент РАН Н. П. Лаверов с докладом “Геология урана”;

академик РАН А. А. Логунов с докладом “Физика высоких энергий”;

академик РАН Е. Н. Аврорин с докладом “Использование ядерных взрывов для фундаментальных исследований”;

академик РАН Б. Н. Ласкорин с докладом “Становление и развитие сырьевой базы атомной промышленности”;

председатель Комитета по международным связям Минатома России М. Н. Рыжов с докладом: “Минатом России и международное сотрудничество”;

профессор И. И. Федик с докладом: “Ядерно-космическая энергетика”;

академик РАМН Л. А. Булдаков с докладом: “Медицинские проблемы”;

академик РАСХН Р. М. Алексахин с докладом: Радиобиологические и экологические проблемы”;

академик РАН Н. С. Хлопкин с докладом: “Транспортные реакторы”;

член-корреспондент РАН В. А. Сидоренко с докладом: “Атомная энергетика”;

доктор технических наук И. А. Соболев с докладом: “Обращение с радиоактивными отходами”;

академик РАН В. А. Глухих с докладом “Электрофизика: наука, техника, технология”;

доктор технических наук В. И. Меркин с докладом: “Промышленные реакторы”;

доктор технических наук В. И. Сергеев с докладом: “Разделение изотопов”.

Завершилось празднование концертом выдающихся артистов страны в Большом концертном зале гостиницы “Россия”.



Открытие выставки Минатома в Политехническом музее



Открытие памятника И.В. Курчатову



Участники научно-практической конференции



В президиуме торжественного заседания, посвященного 50-летию Минатома в концертном зале “Россия”

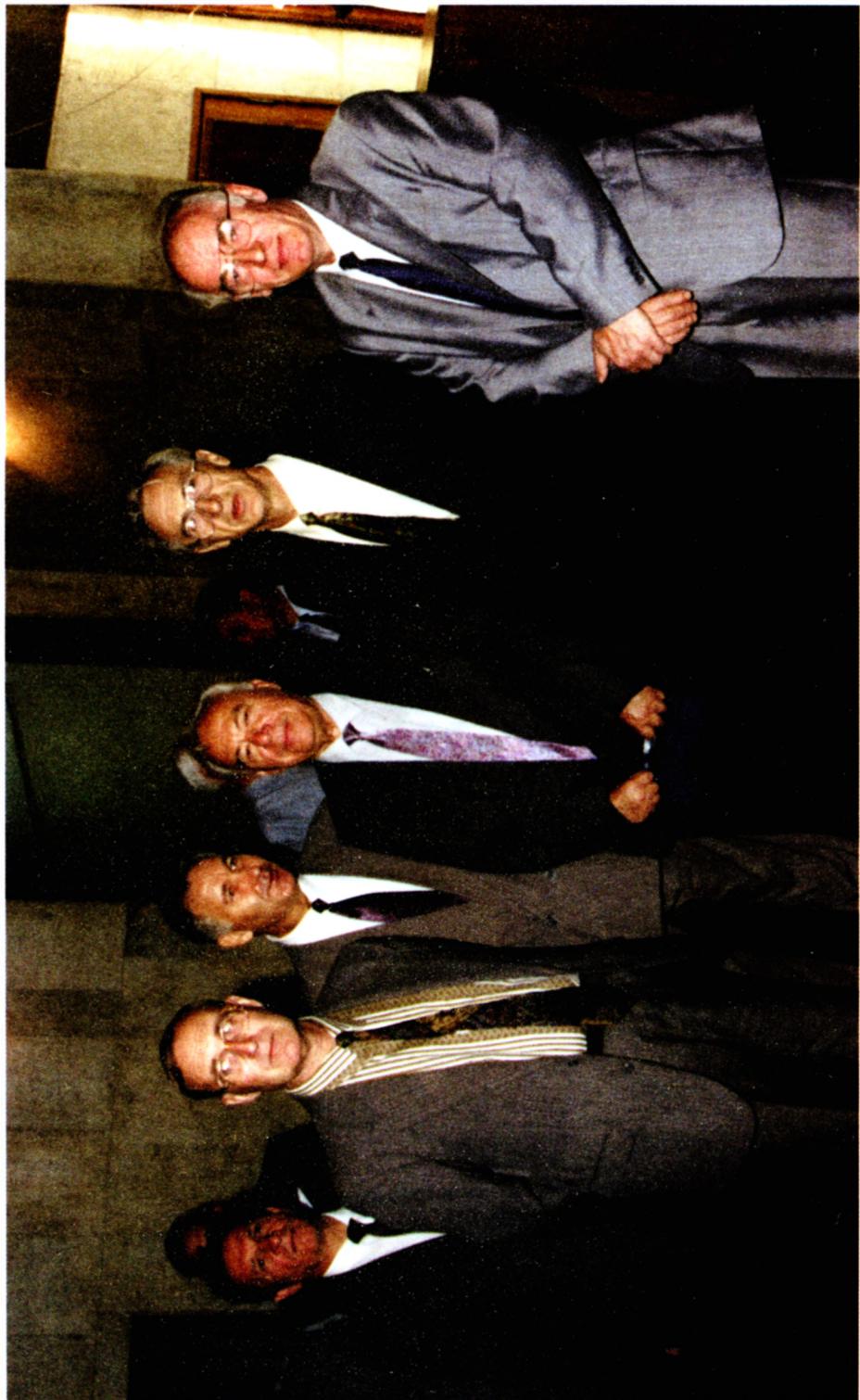


Ветераны атомной отрасли – Ю.Б. Харитон и В.Ю. Меркин

Фотографии на память











Пресс-конференция руководителей отрасли



Вручение памятных знаков



На спортивном вечере в честь юбилея





В честь юбилея проходили дни национальной кухни

На юбилейном вечере у нас в гостях были:



Лайма Вайкуле



Валерий Леонтьев



Филипп Киркоров



Олег Газманов



Надежда Бабкина



В зрительном зале во время торжественного заседания в "России"

ГЛАВА 2 РОССИЯ АТОМНАЯ ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

1918

18 марта. Президиум ВСНХ принял постановление о наложении секвестра на радиоактивные остатки ураново-ванадиевой руды, хранившиеся в Петрограде. В результате этого решения в распоряжение ВСНХ поступило не менее 2,4 г радия-металла. (Для сравнения: в 1913 году в Западной Европе было добыто 2,126 грамм радия-металла).

В этом же году по инициативе А.Е.Ферсмана в Комиссии Академии наук по изучению естественных и производительных сил России формируется Первый отдел, основной задачей которого является организация исследования редких и радиоактивных материалов. Председателем Первого отдела был избран В.И.Вернадский, его заместителем – А.Е.Ферсман, ученым секретарем - В.Г.Хлопин, членами – Н.С.Курнаков, А.А.Яковлев, Л.С.Коловрат-Червинский, К.К.Матвеев, К.А.Ненадкевич, В.Н.Вербер и П.Г.Мезерницкий.



В.И.Вернадский



А.Е.Ферсман



В.Г.Хлопин



А. Ф. Иоффе

1 июля при Первом отделе КЕПС образован Технический совет по организации и эксплуатации пробного радиевого завода. Председатель - В.Г.Хлопин, члены: Л.С.Коловрат-Червинский и В.Я.Курбатов (представитель ВСНХ), ученый секретарь М.А.Пасвик.

16 августа «в целях централизации всего научно-технического опытного дела, сближения науки и техники с практикой производства, распределения заданий Советской власти, вытекающих из нужд народного хозяйства, между научными и техническими учреждениями, лабораториями, институтами и т.п. и контроля за выполнением этих заданий»

СНК РСФСР учрежден Научно-технический отдел (НТО) ВСНХ. Первым председателем Коллегии НТО был Н. П. Горбунов. В этом же году при Отделе химической промышленности ВСНХ был образован подотдел по исследованию радиоактивных веществ, а в январе 1919 года - Секция радиоактивных веществ и редких элементов.

24 сентября в Петрограде профессором М. И. Неменовым организован Государственный рентгенологический и радиологический институт с физико-техническим отделением во главе с профессором А. Ф. Иоффе. В октябре в институте создано Радиевое отделение во главе с Л.С.Коловрат-Червинским.

26 - 28 октября в Москве прошло Всероссийское совещание по радиологии, пирометрии, фотохимии, фотометрии и фотобиологии. Совещание приняло решение об объединении деятельности всех учреждений, занимающихся радиевой проблемой, и организации кафедр радиологии в Москве и Петрограде. 20 ноября Академией наук и Государственным рентгенологическим и радиологическим институтом было выработано «Соглашение о Радиевой ассоциации», которое 27 ноября было утверждено Отделением физико-математических наук Академии наук.

15 декабря в Петрограде на базе Подкомиссии по микроскопии Оптического отдела КЕПС Академии наук был создан Государственный оптический институт. Директор академик Д.С.Рожественский.

В конце года в Москве по инициативе академика А.Н.Баха организована Центральная химическая лаборатория ВСНХ. В 1931 году преобразована в Физико-химический институт им. Л. Я . Карпова. Директор А.Н.Бах.

Технической секцией Горного совета ВСНХ совместно с представителями Геологического комитета разработаны мероприятия по «организации правильной добычи редких металлов». В Петрограде в серии «Естественные производительные силы России» вышли краткие монографии по редким металлам: «Ванадий» (автор Б.А.Линдер), «Редкие земли и торий» (А.Е.Ферсман и В.С.Сырокомский), «Тантал» (А.Е.Ферсман), «Уран и радий» (Л.С.Коловрат-Червинский), «Цирконий» (В.Г.Хлопин).

1919

В Государственном рентгенологическом и радиологическом институте осуществлено искусственное превращение атомных ядер путем бомбардировки ядер легких элементов альфа-частицами, испускаемыми естественными радиоактивными веществами.

1920

21 января в Петрограде состоялось первое заседание Атомной комиссии. В ее работе принимали участие А.Н.Крылов, А.Ф.Иоффе, Д.С.Рожественский, Н.И.Мусхелишвили, В.К.Фридерикс, А.И.Тудоровский, А.Ю.Крутков, В.А.Бурсиан, В.М.Чулановский, Е.Г.Яхонтов и др. ученые.

В начале февраля по инициативе Г.О.Чечотта организован Институт механической обработки полезных ископаемых (Механобор). Среди задач, поставленных перед новым институтом, была организация «работы по испытанию радиевой руды».

24 марта Технический совет Отдела химической промышленности ВСНХ, рассмотрев доклад академика В.Н.Ипатьева о состоянии в стране работ по исследованию радия, признал необходимым учредить при Отделе научный Институт «для работ по радю с функциями, охватывающими изучение месторождений, добычи и переработки радиевых руд как лабораторным, так и техническим путем, а равно и изучение их физических и химических свойств». 31 марта В.Г.Хлопин, выступая на заседании Технического совета, сообщил, что «институт будет работать на базе помещений, отведенных Наркомпросом для Государственного рентгенологического и радиологического института и предоставленных последним под лабораторию Радиевой ассоциации».

1921

15 апреля Государственный ученый совет Наркомпроса учредил при Академии наук Радиевую лабораторию и утвердил В.Г.Хлопина ее заведующим.

В ноябре в Петрограде под председательством М.П.Кристи была образована комиссия по реорганизации Государственного рентгенологического и радиологического института. 23 ноября комиссия, в работе которой приняли участие В.И.Вернадский, А.Ф.Иоффе и М.И.Неменов, предложила преобразовать с 1 января 1922 года Институт в три самостоятельных научно-исследовательских учреждения:

- 1) Рентгенологический и радиологический институт – директор М.И.Неменов;
- 2) Физико-технический рентгенологический институт – директор А.Ф.Иоффе;
- 3) Радиевый институт – директор В.И.Вернадский.

1 декабря В.Г.Хлопин и М.А.Пасвик получили первый препарат радия из руд тюямунских месторождений. К началу 1922 года И.Я.Башилов разработал и внедрил в заводском масштабе технологию переработки тюямунской руды от ископаемого сырья до получения препаратов радия, урана и ванадия. Им была спроектирована и пущена на Бондюжском пробном радиевом заводе установка, рассчитанная на производство 2 г радия-элемента в год. 11 апреля 1922 года предложенный И.Я.Башиловым метод был рассмотрен в Комитете по делам изобретений и одобрен Бюро полезности.

На базе Физической лаборатории и Математического кабинета Академии наук в Петрограде создан Физико-математический институт.



Радиевый институт

1922

Центральным управлением промышленных разведок ВСНХ «с целью установления постоянного питания радиевого завода минеральным сырьем» была организована экспедиция на Тюя-Муюн под руководством горного инженера С.П.Александрова. В состав экспедиции входили геологи Н.А.Анискович и А.П.Кириков, радиолог Б.К.Бруновский, штейгер В.П.Басманов, военный топограф Г.П.Александров и два представителя радиевого завода. Сообщение о работе экспедиции было сделано С.П.Александровым на состоявшемся 8 - 15 ноября в Москве Первом Всероссийском съезде по горной промышленности. По его оценке начальная производительность рудника должна была составить 500 т руды в год, что соответствовало 2 г радия.

1923

1 марта Совет Труда и Оборона принял «Постановление о добыче и учете радия». Постановлением предусматривалось: «1. Добычу радиевой руды и выработку радия в пределах РСФСР возложить исключительно на Высший Совет Народного Хозяйства. 2. Весь выработанный в пределах РСФСР радий зачисляется Народным комиссариатом финансов в государственный фонд и хранится в Радиевом институте при Российской Академии наук... 6. Обязать Радиевый институт при Российской Академии наук вести точный учет вырабатываемого на территории РСФСР радия и в научных целях производить постоянный учет имеющегося в пределах РСФСР радия, не изымая такового из владения учреждений и лиц, у коих он находится».

В июне в Москве на базе петрографического института «Литогеа» (существовал с 1910 года как частное научное учреждение) был образован Институт прикладной минералогии. Председателем правления ИПМ был профессор Н.М.Федоровский, членами правления - профессора В.А.Обручев и Я.В.Самойлов. В 1924 году в ИПМ В.И.Глебовой был организован Отдел редких элементов, на базе которого в 1931 году был учрежден Государственный научно-исследовательский институт редких металлов («Гиредмет») во главе с В.И.Глебовой.

1925

27-30 апреля в Москве состоялось Первое Всесоюзное совещание по редким элементам. Совещание признало «организацию радиевой промышленности ценным и крупным завоеванием еще молодого Союза.».

1 сентября Совет Труда и Оборона принял постановление об организации треста «Редкие элементы», основной задачей которого являлась постановка и развитие радиевого дела в стране. На первых порах в состав треста вошли радиевый рудник в Туркестане, вольфрамовый рудник и молибденовые разработки в Восточном Забайкалье. 10 ноября 1926 года СТО утвердил новый устав треста под наименованием «Горно-химический трест «Редкие элементы» по добыче и переработке руд, содержащих редкие элементы (РЕДЭЛЕМ)». Председателем правления треста была назначена В.И.Глебова.

В Радиевом институте Л.В.Мысовский разработал методы и приборы для измерения радиоактивности космического излучения.

1927

При Геологическом комитете ВСНХ учреждена Радиологическая секция.

Д.В.Скобельцин впервые наблюдал ливни космических частиц с помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитном поле.

1928

21 марта Первый отдел Академии наук СССР по инициативе академика Д.П.Коновалова принял решение об образовании при Главной палате мер и весов Комитета эталонов радия СССР: Д.П.Коновалов (председатель), В.И.Вернадский и А.Ф.Иоффе (члены). *5 июня* Комитет постановил считать два международных образца - № X и № X1 - основными эталонами радия СССР.

Создан Украинский (Харьковский) физико-технический институт. Директор И.В.Обреимов.

Создан Сибирский физико-технический институт в г.Томске. Директор П.С.Тартаковский.

1929

Институт биологической физики переименован в Институт физики и биофизики Наркомздрава СССР.

1930

Д.Д.Иваненко совместно с В.А.Амбарцумяном проанализировали на основе протон-электронной модели ядра Э.Резерфорда поведение электронов внутри ядер и установили трудности в объяснении с помощью этой модели некоторых экспериментальных данных.

1931

В Ленинграде создан Институт химической физики. Директор Н.Н.Семенов.



Н.Н.Семенов

1932

В октябре А.К.Вальтер, К.Д.Синельников, А.И.Лейпунский, Г.Д.Латышев (ХФТИ) повторили ядерную реакцию с искусственно ускоренными протонами - трансмутацию ядер лития. Этот эксперимент ранее был осуществлен Дж.Кокрофтом и Э.Уолстоном.

14 декабря директор ЛФТИ А.Ф.Иоффе подписал приказ об образовании в Институте особой группы по ядру в составе: «ак. А.Ф.Иоффе, начальник группы; И.В.Курчатов, зам. нач. группы; М.А.Еремеев; Д.В.Скобельцын; П.А.Богдасевич; В.А.Пустовойтенко; С.А.Бобковский; И.П.Селинов; М.П.Бронштейн; Д.Д.Иваненко». Консультантами группы были назначены Г.А.Гамов и Л.В.Мысовский, а ответственность за работу семинара по ядру возложена на Д.Д.Иваненко.

Д.Д.Иваненко выдвинул гипотезу протон-нейтронного строения ядер и предложил рассматривать нейтрон не как систему из протона и электрона, а как самостоятельную элементарную частицу. Эта модель, развитая В.Гейзенбергом, устранила трудности протон-электронной модели Э.Резерфорда и явилась основой современного понимания строения атомных ядер.

В Свердловске создан Уральский физико-технический институт (Институт физики металлов).

1933

24-30 сентября проведена Первая Всесоюзная конференция по ядерной физике (Ленинград).

Л.И.Мандельштам и М.А. Леонтович разработали теорию радиоактивного распада, природа которого до этого была не ясна.



И.Е.Тамм



С.И.Вавилов



П.А.Черенков



М.А.Леонтович

1934

И.Е.Тамм разработал общепринятое в настоящее время представление о природе ядерных сил, впервые указав, что они являются результатами обмена частицами.

Из Ленинграда в Москву переведены Академия наук СССР и Физический институт им. П.Н.Лебедева (директор С.И.Вавилов).

П.А.Черенков под руководством академика С.И.Вавилова открыл новое явление - свечение, оставляемое быстрыми электронами в веществах, теоретически объясненное И.Е.Таммом и И.М.Франком, вошедшее в историю физики под названием «Свечение Вавилова-Черенкова» и послужившее основой для принципиально новых методов исследования микромира.



И.М.Франк

А.И.Бродским (Институт физической химии АН УССР) впервые в СССР получена тяжелая вода (за рубежом - Г.Льюисом и Р.Магдональдсом в 1933 году)

28 декабря в Москве создан Институт физических проблем. Директор П.Л.Капица.



И.В.Курчатов



Л.И.Русинов



Л.В.Мысовский



Л.А.Арцимович

1935

И.В.Курчатов с группой сотрудников (Б.В.Курчатов, Л.И.Русинов, Л.В.Мысовский) открыли явление ядерной изометрии, т.е. существование долгоживущих возбужденных (метастабильных) состояний атомных ядер, и разработали теорию этого явления.

1936

20 - 26 сентября проведена Вторая Всесоюзная конференция по ядерной физике (Москва).

Я.И.Френкель разработал капельную модель ядра.

Л.А.Арцимович, А.И.Алиханов, А.И.Алиханьян осуществили эксперимент, доказавший принципиальную применимость законов сохранения импульса и энергии к каждому индивидуальному столкновению электрона и позитрона.

1937

В Радиевом институте на первом в Европе циклотроне получен первый пучок ускоренных протонов.

1938

Для координации работ в области ядерной физики при Президиуме АН СССР образована Комиссия по атомному ядру в составе: С.И.Вавилов (председатель), А.Ф.Иоффе, А.И.Алиханов, И.В.Курчатов, Г.М.Франк, В.И.Векслер, А.И.Шпетной.

В ХФТИ пущен большой электростатический генератор.

1-6 октября проведена Третья Всесоюзная конференция по ядерной физике (Ленинград).



А.И.Алиханов

1939

Я.И. Френкель разработал теорию деления ядер урана медленными нейтронами.

Я.Б.Зельдович, Ю.Б.Харитон, А.И.Лейпунский обосновали возможность протекания в уране цепной ядерной реакции деления.



Я.И. Френкель



Я.Б.Зельдович



Ю.Б.Харитон



А.И.Лейпунский

22 сентября на территории ЛФТИ в фундамент будущего здания циклотрона первый кирпич заложил А.Ф.Иоффе, второй - И.В.Курчатов.

15-20 ноября проведена Четвертая Всесоюзная конференция по ядерной физике (Харьков).

Создана Комиссия по изотопам во главе с В.И.Вернадским. В качестве первых практических шагов были начаты работы по промышленному производству тяжелой воды и разделению изотопов урана.

1940

16-17 апреля состоялась Первая Всесоюзная конференция по изотопам. На конференции обсуждались планы производства тяжелой воды методом электролиза с производительностью 15 кг в год на заводе в г.Чирчике.

25 июня на заседании Отделения геолого-географических наук АН СССР с совместным докладом о необходимости срочного исследования урановых руд выступили В.И.Вернадский и В.Г.Хлопин. Отделение поручило В.И.Вернадскому, В.Г.Хлопину и А.Е.Ферсману подготовку проекта плана мероприятий, которые необходимо осуществить в связи с возможностью использования внутриатомной энергии.

12 июля В.И.Вернадский, А.Е.Ферсман, В.Г.Хлопин в письме заместителю Председателя СНК СССР, председателю Совета по химической и металлургической промышленности Н.А.Булганину указали на «...огромное количество внутриатомной энергии, выделяющейся при радиоактивном распаде», а также на то, что «...в Англии, Соединенных Штатах и Германии лихорадочно ведутся работы, стремящиеся разрешить этот вопрос, и на эти работы ассигнуются крупные средства.» Ученые полагали, что «уже сейчас назрело время,

чтобы Правительство, учитывая важность вопроса о техническом использовании внутриатомной энергии, приняло ряд мер, которые обеспечили бы Советскому Союзу возможность не отстать в разработке от зарубежных стран.»

29 августа И.В. Курчатов, Л.И. Русинов, Г.Н. Флеров, Ю.Б. Харитон обратились в Президиум АН СССР с письмом «Об использовании энергии урана в цепной реакции». Авторами была предложена программа работ, которая, по их мнению, должна была заключаться в следующем:

1. Определение условий разветвления цепи в массе металлического урана. Эта задача может быть решена в ЛФТИ при помощи установки Винн-Вильямса научным сотрудником Г.Н. Флеровым при условии предоставления институту чистого металлического урана (98-99% чистоты), в количестве до одного кг. Этот уран срочно должен быть изготовлен в одном из химических институтов АН СССР.

2. Выяснение влияния нейтронов, возникших при расщеплении урана с атомным весом 238, на ход цепной реакции в смеси урана и воды. Эта задача может быть решена профессорами Ю.Б. Харитоновым и Я.Б. Зельдовичем (ЛИХФ). В результате подсчетов с применением данных по пункту 1 может возникнуть необходимость постановки опытов со смесью металлического урана в количестве до 300 кг с водой. Естественно, что в этом случае возникнет необходимость организации специального производства металлического урана.

3. Выяснение величины эффективных поперечных сечений для захвата медленных нейтронов тяжелым водородом, гелием, углеродом, кислородом и другими легкими элементами. Эта задача, ввиду ее актуальности для осуществления цепной реакции и трудности измерения и методики, должна решаться независимо в ряде институтов и может быть поручена научному сотруднику Л. Русинову (ЛФТИ), акад. А. Лейпунскому (УФТИ) и научному сотруднику И. Гуревичу (РИАН).

4. Выяснение условий осуществления цепной реакции в смеси уран - тяжелая вода. Эта задача должна быть поручена проф. Ю.Б. Харитону и Я.Б. Зельдовичу, результаты расчета которых должны содержать ответ на вопрос о количестве воды и урана, необходимых для самопроизвольно идущей цепной реакции, и на вопрос о том, какие количества тяжелой воды и урана необходимы для экспериментального наблюдения начала развития цепи.

5. Выяснение вопроса о получении тяжелой воды в больших количествах. Ориентировочные расчеты показывают, что необходимое количество тяжелой воды для цепной реакции составляет величину в несколько тонн. В связи с высокой стоимостью этого количества тяжелой воды (порядка десяти миллионов рублей) необходимо произвести технико-экономическую оценку вопроса о производстве тяжелой воды в большом количестве у нас в Союзе. Эта оценка могла бы быть произведена акад. Бродским в Днепропетровске.

6. Обогащение урана изотопом с атомным весом 235. Решение этой задачи потребует постановки ряда исследований, в первую очередь в небольших масштабах, по разделению изотопов различными методами. Вопрос о месте проведения этих работ должен быть решен в Физическом и Химическом отделениях Академии наук СССР». В заключении письма авторы предлагали Президиуму АН СССР созвать в конце сентября специальное совещание по проблемам урана и образовать при Академии фонд урана в количестве нескольких тонн для опытов по цепной реакции.

Создана Комиссия по проблеме урана (В.Г.Хлопин - председатель, В.И.Вернадский, А.Ф.Иоффе, А.Е.Ферсман, С.И.Вавилов, П.И.Лазарев, А.Н.Фрумкин, Л.И.Мандельштам, Г.М.Кржижановский, П.Л.Капица, И.В.Курчатов, Д.И.Щербаков, А.П.Виноградов, Ю.Б.Харитон) на основании решения которой от 28 сентября 1940 года Президиумом АН СССР была утверждена программа работ по первому советскому урановому проекту.

Создан Государственный фонд по урану. Под руководством А.Е.Ферсмана в Центральной Азии начаты целенаправленные поиски месторождений ураносодержащих руд.

В октябре группой ученых ХФТИ (В.А.Маслов, В.С.Шпинель, Ф.Ф.Ланге) в виде заявок на изобретение в Отдел изобретательства НКО СССР были направлены предложения «Об использовании урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества», «О центрифугировании», «О термоцентрифугировании». В мае 1946 года Отделом изобретательства было принято решение о признании заявок в качестве изобретений и выдаче авторам не подлежащих оглашению свидетельств об изобретении.

20-26 ноября проведена Пятая Всесоюзная конференция по ядерной физике (Москва).

Г.Н.Флеровым и К.А.Петржаком открыто явление спонтанного деления ядер урана.

Я.Б.Зельдовичем и Ю.Б.Харитоновым проведено уточнение расчетно-теоретического обоснования принципиальной возможности осуществления цепной реакции деления ядер урана-235 при его незначительном обогащении с высвобождением колоссальной энергии.

Начальник Отделения научно-технической разведки Л.Р.Квасников направил ориентировку резидентурам в Скандинавии, Германии, Англии и США, обязав их собирать всю информацию по разработке «сверхоружия» - урановой бомбы.

1941

В феврале на Ленинградском заводе «Электросила» начаты испытания 75-тонного магнита для циклотронной лаборатории ЛФТИ, сообщение о завершении строительства здания которой было опубликовано в газете «Правда» 22 июня 1941 года.

21 июня нарком НКВД СССР Л.П.Берия на папке с донесениями советских разведчиков «Рамзая», «Эрнста», «Ястреба» и др. о возможном начале войны с Германией не позднее 22 июня пишет резолюцию: «В последнее время работники поддаются на наглые провокации и сеют панику. Секретных сотрудников «Ястреба», «Кармен», «Алмаза», «Верного» за систематическую дезинформацию стереть в лагерную пыль, как пособников международных провокаторов, желающих поссорить нас с Германией. Остальных строго предупредить».



*Здание циклотрона
лаборатории ЛФТИ.*

22 июня 1941 года в 4 часа утра фашистская Германия напала на СССР. Бомбардировкам авиации подверглись Рига, Виндава, Либава, Шауляй, Каунас, Вильнюс, Гродно, Лида, Волковыск, Брест, Кобрин, Слоним, Барановичи, Бобруйск, Житомир, Киев, Севастополь и многие другие города, железнодорожные узлы, аэродромы, военно-морские базы. Осуществлялся артиллерийский обстрел пограничных укреплений и районов дислокации советских войск вблизи границы от Балтийского моря до Карпат. В 5-6 часов немецко-фашистские войска перешли Государственную границу СССР и повели наступление вглубь территории. Началась Великая Отечественная война.

24 июня при СНК СССР образован Совет по эвакуации в составе Л.М.Каганович (председатель, с 16 июля - Н.М.Шверник), А.Н.Косыгин, Б.М.Шапошников, П.С.Попков, А.И.Микоян (с 26 июня), М.Г.Первухин (с 1 июля), М.З.Сабуров (с 16 июля), М.В.Захаров (с 16 августа), К.Д.Памфилов (с 26 сентября) и др. 25 декабря Совет преобразован в Комитет по разгрузке транзитных грузов (председатель А.И.Микоян). Всего по железным дорогам только во второй половине 1941 года полностью или частично было вывезено на восток 2593 предприятия и более 10 млн. человек. Эвакуированное промышленное оборудование разгружали, монтировали и пускали в ход в осеннюю непогоду, в суровые морозы, в наспех приспособленных помещениях и недостроенных корпусах.

30 июня был создан Государственный комитет обороны СССР (ГКО) в состав которого вошли И.В.Сталин (председатель), В.М.Молотов (зам. председателя), К.Е.Ворошилов, Г.М.Маленков, Л.П.Берия. В 1942 году в ГКО введены Н.А.Вознесенский, Л.М.Каганович и А.И.Микоян. В 1944 году К.Е.Ворошилова сменил Н.А.Булганин. ГКО был упразднен Указом Президиума Верховного Совета СССР 4 сентября 1945 года. За годы войны был принят 9971 директивный документ ГКО. Постановления ГКО имели силу законов военного времени и были обязательны для всех государственных, партийных, хозяйственных органов, общественных организаций. Все постановления и распоряжения были нацелены на конечный результат, давали конкретные задания, порой до мельчайшей детализации, особенно в приложениях.

В июле в Москве создана Комиссия по геолого-географическому обслуживанию Красной Армии - руководитель академик А.Е.Ферсман. В феврале 1942 года по его инициативе Л.В.Комлевым и Б.И.Коганом при участии профессора Д.И.Щербакова в Отделении геолого-географических наук АН СССР была подготовлена обзорная записка, озаглавленная «Анализ ресурсов воюющих коалиций по урану и радию». Говоря о возможности использования «внутриядерной энергии, освобождающейся при искусственно вызываемом делении ядра», авторы отмечали, «что возникла так называемая «урановая проблема», над разрешением которой усиленно работает ряд мощных научных учреждений США, Германии и других стран. В 1939 году ряд ученых во Франции, Дании, США и Германии показали, что под влиянием бомбардировки ядер изотопа урана с атомным весом 235 нейтронами, летящими со скоростью 15000-20000 км/сек, эти ядра способны раскалываться на две почти равные части, причем процесс деления протекает с большим выделением энергии... Тепловая энергия урана в текущей войне еще не нашла применения. Но если весь комплекс важнейших вопросов расщепления ядра будет решен в промышленных условиях, то это произведет переворот в технике вообще и в военной области в особенности».

25 сентября и 3 октября руководитель советской резидентуры в Лондоне А.В.Горский (псевдоним «Вадим») передает в Москву сообщения о ходе работ в Англии по разработке урановой бомбы.

12 октября П.Л.Капица в Москве в своем выступлении на антифашистском митинге ученых, проходившем в Колонном зале Дома союзов сказал: «Одним из основных видов оружия современной войны являются взрывчатые вещества. Наука показывает, что в принципе их разрушительную силу можно увеличить в один, полтора и два раза. Однако последние годы открыли новые возможности использования внутренней энергии атома. Теоретические расчеты показывают, что в то время, как современная бомба большой взрывной силы может разрушить целый квартал города, атомная бомба даже небольшой величины, если удастся ее изготовить, свободно может разрушить большой город с несколькими миллионами жителей».

28 октября Совет по эвакуации разрешил Президиуму Академии наук СССР эвакуировать из Ленинграда в Казань 1100 научных сотрудников и членов их семей, наиболее ценное оборудование и имущество ряда академических институтов.

Г.Н.Флеров пишет ряд писем (И.В.Курчатову, в АН СССР и др.) о необходимости продолжения работ по урану.

1942

В начале марта нарком внутренних дел СССР (НКВД СССР) Л.П.Берия подготовил на имя Председателя ГКО И.В.Сталина подробную докладную записку, информирующую о ведущихся с 1939 года работах по урану в Англии, Германии, Франции и США и целесообразности их развития в СССР.

3 апреля в Казани с целью улучшения технического оснащения Военно-Морского Флота создана Комиссия Академии наук СССР по научно-техническим военно-морским вопросам (руководитель А.Ф.Иоффе, секретарь И.В.Курчатов).

28 сентября И.В.Сталин подписал распоряжение ГКО «Об организации работ по урану», которым возобновлялись работы по проблеме урана в ЛФТИ.

27 ноября ГКО принимает постановление об организации работ по геологоразведке, добыче и переработке урановых руд. В Комитете по делам геологии при СНК СССР создается специальный отдел радиоактивных элементов (Малиновский), а во Всесоюзном институте минерального сырья специальный сектор № 6 (начальник - М.Н.Альтгаузен, научный руководитель - Д.И.Щербakov). На Завод «В» Главредмета



И. К. Кикоин



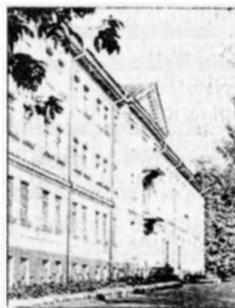
Г. Н. Флеров,

возлагается организация к маю 1943 года добычи и переработки урановых руд и получение урановых солей в количестве 4-х тонн в год.

В Уральском ФТИ АН СССР в лаборатории И.К.Кикоина начаты работы по созданию центрифуги для разделения изотопов урана.

1943

11 февраля ГКО принял постановление об организации работ по использованию атомной энергии в военных целях. Курирование атомной проблемы по линии ГКО было возложено на В.М.Молотова. Его заместителем, ответственным за вопросы обеспечения военных и ученых разведывательной информацией, назначен Л.П.Берия. Научное руководство проблемой возложено на И.В.Курчатова. Оперативное руководство и оказание повседневной помощи поручено М.Г.Первухину (зам. председателя СНК СССР) и С.В.Кафтанову (Председатель комитета по делам высшей школы). В Москве во главе с И.В.Курчатовым создается специальный научный центр - Лаборатория №2 АН СССР (Лаборатория измерительных приборов АН СССР, Институт атомной энергии им. И.В.Курчатова, Российский научный центр «Курчатовский институт»).



*Российский научный центр
«Курчатовский институт»*

В первом полугодии И.В.Курчатовым было подготовлено около двадцати докладов и записок о ходе работ по урановой проблеме, трудностях и достигнутых результатах. Так, 22 марта 1943 года он подробно, на восьми листах, сообщал М.Г.Первухину о некоторых исследованиях, а в разделе «Трансураны и урановая бомба» писал: «Если в действительности эка-осьмий (плутоний) обладает такими же свойствами, как уран-235, его можно будет выделить из «уранового котла» и употребить в качестве материала для «эка-осьмиевой бомбы». Чуть позднее в Правительство были представлены отдельные работы ученых о проведенных исследованиях по возможности практического использования внутриатомной энергии урана (Я.Б.Зельдович, Ю.Б.Харитон. О возникновении взрывной реакции деления в металлическом уране при участии в реакции изотопов; Я.Б.Зельдович, Ю.Б.Харитон. О возникновении взрывной реакции деления в металлическом уране при участии в реакции изотопов урана-238 и урана-235; К.А.Петржак, Л.А.Орбели. Определение сечения деления изотопа урана-235 нейтронами энергией 200кв; М.О.Корнфельд, Д.М.Самойлович. Разложение изотопов ректификацией; М.О.Корнфельд. О получении тяжелой воды; В.И.Спицын. Материалы и химия углерода и ряд других).

14 августа А.Ф.Иоффе подписал приказ о переводе на постоянную работу в Москву в Лабораторию № 2 следующих сотрудников ЛФТИ: И.В.Курчатова (заведующий), А.И.Алиханова, М.О.Корнфельда, Л.М.Неменова, П.Я.Глазунова, С.Я.Никитина, Г.Я.Щепкина, Г.Н.Флерова, П.Е.Спивака, М.С.Козодаева, В.П.Джелепова.

28 ноября - 1 декабря состоялась Тегеранская конференция руководителей СССР, США и Великобритании. Главы государств подписали «Декларацию о совместных действиях в войне против Германии и о послевоенном сотрудничестве трех держав».

В феврале в НКВД СССР под председательством Л.П.Берии состоялось первое совещание руководителей военной разведки и НКВД по атомной проблеме. В работе совещания приняли участие Ильичев и Мильштейн (от военных), П.М.Фитин, Г.Д.Овакимян и П.А.-Судоплатов (от НКВД).

19 марта И.В.Курчатов направляет А.П.Завенягину (зам.наркома НКВД СССР) технические требования к химической чистоте урановых соединений, поставляемых Лаборатории № 2 с Завода «В».

К 25 апреля в Лаборатории №2 работало 74 сотрудника. В Лаборатории №2 образован сектор №4 во главе с М.О.Корнфельдом в составе 3-х человек (в 1945 году - 10 человек), на который возлагалась задача решения вопросов выпуска тяжелой воды в промышленном масштабе. Первоочередная потребность в тяжелой воде была определена в 20 т.

15 мая начаты работы по получению в промышленных масштабах беззольных графитовых изделий.

25 июня в 2 часа ночи на Московском циклотроне в Лаборатории № 2 был впервые выведен пучок дейтронов. В июле из облученного на циклотроне уранилнитрата Б.В.Курчатову с группой сотрудников удалось впервые выделить «индикаторные» количества плутония и начать изучение его химических свойств. По этому методу в 1946 году было выделено 7 микрограмм, а в июле 1947 года 17 микрограмм плутония. Позднее на этом циклотроне, который получил шифр М-1, было произведено моделирование Дубнинского фазотрона.

28 сентября СНК СССР обязал Наркомцветмет СССР сдавать уран и урановые соли в Государственный фонд и возложил их хранение на Лабораторию №2.

14 ноября подписано подготовленное Европейской консультационной комиссией соглашение между СССР, США и Великобританией о контрольном механизме в Германии. Соглашением предусматривалось, что после безоговорочной капитуляции Германии вся власть в стране будет передана Контрольному совету, основными задачами которого станут контроль над страной и ее разоружением, упразднение нацистского режима и подготовка условий для демократизации Германии.

21 ноября по распоряжению СНК СССР в Болгарию, для проверки геологических данных по месторождению Готен, командировается группа советских специалистов в составе В.Кравченко, А.С.Александрова, М.Русакова и Е.И.Орлова. 12 января 1945 года руководитель группы начальник 4-го спецотдела НКВД комиссар госбезопасности В.Кравченко направляет наркому НКВД СССР Л.П.Берии записку с предложением о взятии Готенского месторождения в концессию и об организации на его базе горнодобывающего предприятия.

8 декабря ГКО принимает решение о передаче добычи и переработки урановых руд из Наркомцветмета СССР в ведение НКВД СССР. Для этих целей в Главном управлении горно-металлургических предприятий НКВД организуется 9 Управление. В марте 1945 года



В.Б.Шевченко



З.В.Ершова

начальником управления назначается генерал-майор С.Е.Егоров, заместителем и главным инженером - С.П.Александров. Для изучения урановых месторождений СССР и разработки технологии получения металлического урана из руд этих месторождений в составе Управления в Москве создается Научно-исследовательский институт №9 (Всесоюзный научно-исследовательский институт неорганических материалов, Государственный научный центр «ВИИМ им. А.А.Бочвара»). Начальником НИИ-9 утверждается В.Б.Шевченко. Из Гиредмета в институт переводится группа З.В.Ершовой, занимавшаяся с 1943 года исследованиями по получению металлического урана.

И.Я.Померанчук впервые вывел уравнение для определения величины критической массы ядерного реактора.

В.И.Векслер выдвинул и обосновал новый принцип ускорения частиц - принцип автофазировки, позволяющий обеспечить в ускорителях элементарных частиц синхронность между частотой обращения ускоряемой частицы и частотой изменения ускоряющего электрического поля. С учетом этого принципа работают современные синхрофазотроны на сотни миллионов и миллиардов электронвольт.

1945

19 января ГКО принял постановление о завершении сооружения циклотронной лаборатории ЛФТИ к 1 января 1946 года. Персональная ответственность за выполнение задания возлагалась на директора Института А.Ф.Иоффе.

27 января ГКО принимает постановление о проведении переговоров с правительством Болгарии о создании смешанного Болгарско-Советского акционерного общества «для производства поисков, разведки и добычи урановых руд на урановом месторождении Готен и в его районах, а также производства геологического изучения других известных или могущих быть открытыми в Болгарии месторождений урановых руд и минералов». Такое соглашение было подписано в Софии уполномоченными представителями сторон 17 октября 1945 года. Председателем правления СБГО был утвержден Ф.Я.Гуков, главным инженером В.Г.Вишняков.

4 - 11 февраля в Ялте состоялась Крымская конференция руководителей СССР, США и Великобритании. Были согласованы военные планы разгрома общего врага. Одобрены разработанные Европейской консультационной комиссией проекты решений «О зонах оккупации Германии и об управлении Большим Берлином», «О контрольном механизме в Германии» (предусматривалось участие Франции в решении германской проблемы в качестве четвертой союзной державы). Заявлено о намерении союзников добиться уничтожения германского милитаризма и нацизма, создать гарантии, что Германия никогда

больше не будет в состоянии нарушить мир всего мира. Обсуждены вопросы о репарациях с Германии, об освобожденной Европе, о Польше, о Югославии, о создании международной организации по поддержанию мира - Организации Объединенных Наций и постоянного органа при ней - Совета Безопасности. Отдельным соглашением предусматривалось вступление СССР в войну против Японии через 2 - 3 месяца после окончания военных действий в Европе при условии возвращения Советскому Союзу южной части Сахалина и всех прилегающих к ней островов, интернационализации торгового порта Дальнего (Дайрена), восстановления аренды на Порт - Артур (Люйшунь) как военно-морской базы СССР, передачи Советскому Союзу Курильских островов.

21 февраля ГКО принял постановление о создании при действующих фронтах постоянных комиссий и о порядке вывоза промышленного оборудования с территории Польши и Германии.

21 февраля ГКО принял постановление «О подготовке специалистов по физике атомного ядра» для Лаборатории № 2 АН СССР и смежных с ней учреждений.

5 мая в Берлине обнаружено имущество Физического института Общества Кайзера Вильгельма. Для приема оборудования 9 мая в Германию отправляется группа советских специалистов во главе с А.П.Завенягиным. В состав группы входят Ю.Б.Харитон, И.К.Кикоин, В.А.Махнев и др. 10 мая ГКО принимает постановление о направлении имущества Физического института в Москву в адрес Лаборатории № 2. Одним из важнейших результатов деятельности группы явилось обнаружение и вывоз в СССР около 100 тонн урановых соединений.

8 мая в Карлсхорсте (пригород Берлина) в 22 часа 43 мин. (по центральноевропейскому времени) состоялась церемония подписания Акта о безоговорочной капитуляции германских вооруженных сил. Акт подписали бывший начальник штаба Верховного командования вермахта генерал-фельдмаршал В.Кейтель, главнокомандующий военно-морскими силами адмирал флота Х.Фридебург и генерал-полковник авиации Г.Штумпф, имевшие соответствующие полномочия от К.Деница, назначенного перед самоубийством А.Гитлера рейхсканцлером и верховным главнокомандующим. При подписании Акта о военной капитуляции Германии присутствовали Маршал Советского Союза Г.К.Жуков, главный маршал авиации Великобритании А.Теддер, а также в качестве свидетелей американский генерал К.Спаатс и французский генерал Ж.М. де Латтр де Тассиньи. Президиум Верховного Совета СССР принял Указ об объявлении 9 мая днем всенародных торжеств - Праздником Победы.

31 мая ГКО принимает постановление об отправке в СССР в Лабораторию № 2 библиотек и имущества физических и химических институтов Грейфсвальдского и Ростокского университетов. Отбором и спецификацией оборудования и библиотек руководил сотрудник Лаборатории № 2 М.Певзнер, а за демонтаж и перевозку имущества отвечал заместитель наркома НКВД В.Чернышов.

В мае на базе Завода «В» Главредмета, Табошарского, Адрасманского, Майлисуйского, Уйгурсайского и Тюямуонского рудников в системе НКВД СССР организуется Комбинат №6 (позднее Ленинадский горно-металлургический комбинат, начальник - Б.Н.Чирков).

5 июля представители правительств СССР (Г.К.Жуков), США (Д.Эйзенхауэр), Великобритании (Б.Монтгомери), Франции (Ж.М. де Латтр де Тассиньи) подписали в Берлине Декларацию о поражении Германии и взятии на себя верховной власти в отношении Германии правительствами СССР, Великобритании, США и Временным правительством Франции.

1 июля начался отвод английских и американских войск с территории советской зоны оккупации в Германии.

9 июля Европейская консультационная комиссия приняла текст соглашения о зонах.

16 июля, накануне открытия Потсдамской конференции руководителей СССР, США и Великобритании, в США на авиационной базе Аламогордо (штат Нью-Мехико) произведен первый в мире ядерный взрыв.

17 июля - 2 августа в Потсдаме состоялась Берлинская (Потсдамская) конференция руководителей СССР (И.В.Сталин), США (Г.Трумэн) и Великобритании (У.Черчилль, с 28 июля - К.Эттли). В ходе конференции были, в частности, достигнуты соглашения, которые предусматривали получение каждой из четырех держав из своих зон оккупации и за счет германских вложений за границей репараций, в т.ч. СССР - дополнительно 25% всего изымаемого из западных зон оборудования (из них 15% - в обмен на эквивалентные поставки угля, продовольствия и других материалов).

26 июля опубликована декларация правительств США, Великобритании и Китая, призывавшая японское правительство немедленно провозгласить безоговорочную капитуляцию.

6 августа авиация США сбросила атомную бомбу на японский город Хиросиму.

9 августа опубликовано заявление Советского правительства правительству Японии о том, что с 9 августа СССР будет считать себя в состоянии войны с Японией.

9 августа авиация США сбросила атомную бомбу на японский город Нагасаки. Президент США Г.Трумэн, выступая по американскому радио, заявил: «Мы благодарим бога за то, что бомба появилась у нас, а не у наших противников, и мы молим о том, чтобы он указал нам, как использовать ее по воле и для достижения его цели...»



Хиросима после ядерной бомбардировки.

13 августа, в целях освобождения ведущих ученых и специалистов от рутинной работы по поискам сырья и оборудования решением А.П.Завенягина в Германии образуется специальная группа НКВД СССР во главе с подполковником П.М.Сиденко (начальник 5-го



Л.П.Берия



Г.М.Маленков



Н.А.Вознесенский



Б.Л.Ванников



А.П.Завенягин



И.В.Курчатов



П.Л.Капица



М.Г.Первухин

спецотдела НКВД). Группа вылетела из Москвы в Берлин 26 августа. За период с 1 сентября по 10 декабря 1945 года группой было подготовлено и отправлено в СССР 219 вагонов различного оборудования.

20 августа постановлением ГКО создан орган по управлению работами по урану - Специальный Комитет при ГКО СССР (председатель - Л.П.Берия, члены - М.Г.Первухин, Н.А.Вознесенский, Г.М.Маленков, Б.Л.Ванников, В.А.Махнев (секретарь), П.Л.Капица, И.В.Курчатов, А.П.Завенягин). Этим же постановлением образовано Первое главное управление при СНК СССР во главе с Б.Л.Ванниковым (А.П.Завенягин - первый заместитель, П.Я.Антропов, Н.А.-Борисов, Г.А.Касаткин и П.Я.Мешик - заместители), а для предварительного рассмотрения научных и технических вопросов при Спецкомитете создан Технический совет под председательством Б.Л.Ванникова. Членами Совета были утверждены: А.П.Завенягин, А.И.Алиханов (ученый секретарь), П.Л.Капица, И.В.Курчатов, И.Н.Вознесенский, А.Ф.Иоффе, И.К.Кириин, В.А.Махнев, Ю.Б.Харитон, В.Г.Хлопин.

27 августа состоялось первое заседание Технического совета (последнее - 8 апреля 1946 года). Заседания совета начинались, как правило, в 10 часов вечера и проводились 2 раза в месяц. При совете действовали 4 комиссии и 1 секция:

1. Комиссия по электромагнитному разделению урана-235 (А.И.Иоффе);
2. Комиссия по получению тяжелой воды (П.Л.Капица);
3. Комиссия по изучению плутония (В.Г.Хлопин);
4. Комиссия по методикам аналитических исследований (А.П.Виноградов);
5. Секция по охране труда (В.В.Парин)

30 августа СНК СССР принял постановление «Об организации ПГУ и утверждении руководства». В состав Коллегии ПГУ вошло 9 человек: Б.Л.Ванников (председатель), А.П.Завенягин, П.Я.Антропов, Н.А.Борисов, А.Н.Комаровский, П.Я.Мешик, А.Г.Касаткин, Г.П.Корсаков, С.Е.Егоров. Первое заседание коллегии состоялось 23 сентября.

30 августа ГКО принял постановление о передаче в ПГУ при СНК СССР из Наркомата боеприпасов СССР Завода №12 (г.Электросталь, первый директор - С.А.Невструев, главный инженер - С.И.Золотуха; АООТ «Машиностроительный завод»). В середине октября начинается коренная реконструкция завода, который перестраивается на переработку урановых руд и концентратов и изготовление металлического урана в виде блоков, герметизированных в оболочку.

30 августа ГКО принял постановление «Об обеспечении строительства объектов «А» и «Г» и о возложении на уполномоченного Особого комитета М.З.Сабурова ответственности за выявление и вывоз в СССР оборудования научно-исследовательских лабораторий М. фон Арденне и Г.Герца.

2 сентября в 9 часов 4 мин. в Токийском заливе на борту американского линкора «Миссури», состоялось подписание Акта о капитуляции Японии, ознаменовавшее окончание Второй мировой войны. Акт подписали министр иностранных дел Японии М.Сигэмицу, генерал Й.Умэдзу. Подписи под Актом поставили: Верховный главнокомандующий союзных войск генерал Д.Макартур - от имени всех союзных наций, а также представители США, Китая, Великобритании, СССР (генерал-лейтенант К.Н.Деревянко), Австралии, Франции, Нидерландов, Новой Зеландии, Канады. Президиум Верховного Совета СССР принял Указ об объявлении 3 сентября праздником Победы над Японией.

4 сентября ГКО принимает постановление о передаче в ПГУ при СНК СССР ГСПИ-11 Наркомата боеприпасов (Ленинград, директор А.И.Гутов; Всероссийское объединение «ВНИПИЭТ»), который становится головной организацией по проектированию объектов создающейся ядерной индустрии страны.

5, 6, 10, 16 и 24 сентября на втором заседании Технического совета был рассмотрен вопрос о состоянии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в Лаборатории №2. С докладами и сообщениями выступили: И.В.Курчатов, Г.Н.Флеров, А.И.Алиханов (05.09.45: Об исследовании по получению плутония в уран-графитовых реакторах, охлаждаемых легкой и тяжелой водой); И.К.Кикоин, П.Л.Капица (06.09.45 О состоянии исследований по получению обогащенного урана газодиффузионным методом); Л.А.Арцимович, А.Ф.Иоффе (10.09.45: Об обогащении урана электромагнитным методом).

В августе-сентябре в Чехословакию, для сбора материалов по Яхимовскому ураново-радиевому предприятию, была командирована группа советских специалистов в составе: П.Я.Мешик (руководитель), С.П.Александров, Е.И.Орлов, В.В.Назаренко, И.В.Костычев. 14 сентября 1945 года группой в Специальный комитет был представлен отчет, в котором

запасы радия в Яхимовском месторождении были определены в количестве не менее 90-100 грамм, а запасы урана, в пересчете на металл, не менее 300 тонн. По результатам рассмотрения отчетных материалов Спецкомитетом было принято решение об организации в системе НКВД Саксонской ураново-поисковой партии. Руководителем работ поисковой партии был назначен С.П.Александров. В состав партии были направлены: А.И.Ярошенко (начальник партии), П.Э.Григорьев (заместитель), Г.С.Лизавин (геолог), Б.П.Колманов (геофизик), Е.Г.Грачева (старший радиолог), П.Т.Писаренко (горный инженер), В.В.Назаренко (инженер-технолог), В.С.Червина (инспектор), М.С.Александров (переводчик). 4 апреля 1946 года партия из НКВД была передана в ведение ПГУ при Совете Министров СССР. В октябре на базе партии было образовано Саксонское горное управление во главе с Н.М.Хаустовым. 23 ноября 1945 года по Соглашению между СССР и Чехословакией было создано предприятие по разведке и добыче радиоактивных руд («Яхимовские рудники», начальник Н.В.Волохов).

14 сентября СНК СССР принял постановление о передаче в ПГУ при СНК СССР Завода №48 Наркомата боеприпасов (Машиностроительный завод «Молния», Москва, первый директор П.А.Растегаев, главный инженер А.А.Томилин). В 1946 году завод перестраивается на выпуск корпусов нестандартного горно-рудного и химико-технологического оборудования.

В сентябре-октябре в ведение ПГУ при СНК СССР передаются Московский механический институт боеприпасов (Московский государственный инженерно-физический институт), 9 Управление НКВД СССР с НИИ-9 и Комбинатом № 6.

5 октября СНК СССР утвердил структуру и штатное расписание ПГУ при СНК СССР. Начальниками ведущих управлений и отделов ПГУ были назначены: С.Е.Егоров (начальник 2 Управления), М.А.Мексин (начальник 4 Управления), А.Н.Комаровский (начальник 5 Управления), А.М.Додин (начальник 6 Управления, с конца ноября - М.В.Кузьмин), Н.И.Моторин (начальник планово-экономического управления), Ф.Г.Левитес (главный бухгалтер и начальник финансового отдела), З.С.Ицков (начальник Управления делами), В.С.Кузнецов (начальник Секретариата), Н.И.Гелперин (начальник отдела научных учреждений), П.М.Сиденко (начальник отдела охраны объектов и охраны секретности), А.С. Богатов (начальник отдела кадров), В.М.Виценко (начальник отдела перевозок, с 30 октября).

К 15 октября на Чирчикском электрохимическом комбинате (директор А.П.Милованов) электролизным методом на Установке №470 (проект установки разработан сектором №4 Лаборатории №2 (начальник М.О.Корнфельд) совместно с Государственным специальным проектным институтом №4 (директор Л.М.Якименко) получено 13 кг тяжелой воды, а в ноябре - месячный выпуск был доведен до 28.4 кг. (при плане 26 кг. с концентрацией 1.5%). Постановлением СНК СССР от 17 ноября Чирчикский комбинат обязывался провести до 1 мая 1946 года работы, обеспечивающие мощность установки 470 до 1800 тонн тяжелой воды в год.

5 ноября Л.А.Арцимовичем (Лаборатория №2) на 60-ти тонном магните достигнуто обогащение урана до 12-15%, получено за сутки 70 микрограмм урана-235.

25 ноября П.Л.Капица в письме И.В.Сталину отмечал: «Пока получаемые сведения (разведанные - прим.сост.) недостаточны, чтобы создать А.Б. (атомную бомбу - прим.сост.), часто их дают нам, несомненно, для того, чтобы сбить с правильного пути».

В ноябре И.К.Кикоиным в Лаборатории №2 начато экспериментальное изучение различных методов разделения изотопов урана.

1 декабря СНК СССР принял постановление о передаче из Наркомата авиационной промышленности в ПГУ при СНК СССР Завода № 261, на базе которого с января 1946 года начато строительство Завода № 813 (Новоуральск, Уральский электромеханический завод, первый директор А.И.Чурин) для разделения изотопов урана газодиффузионным методом. Проектирование основных объектов осуществлялось ГСПИ-11, научное руководство - И.К.Кикоин (Лаборатория № 2).

3 декабря создана Лаборатория №3 АН СССР (Институт теоретической и экспериментальной физики, первый директор А.И.Алиханов). На Лабораторию возлагалось проектирование и строительство реакторов на тяжелой воде.

10 декабря состоялось первое заседание Инженерно-технического совета (последнее - 28 марта 1946 года). Председатель совета М.Г.Первухин. Заседания ИТС проводились по средам и начинались, как правило, в 9 часов вечера. В составе ИТС действовало сначала 5, а чуть позже - 6 секций:

Секция 1 - реакторы (М.Г.Первухин);

Секция 2 - молекулярные методы разделения изотопов (В.А.Малышев);

Секция 3 - ускорители (Г.В.Алексеев);

Секция 4 - методы выделения изотопов (А.Г.Касаткин);

Секция 5 - радиохимия и тепловыделяющие элементы (А.П.Завенягин);

Секция 6 - приборостроение (Н.А.Борисов).

17 декабря СНК СССР принял постановление об организации в ПГУ при СНК СССР Лаборатории № 4 (начальник Ф.Ф.Ланге). На лабораторию была возложена задача по разработке процесса разделения изотопов урана методом циркуляционного центрифугирования и способов его контроля.

19 декабря ИТС (на своем втором заседании) среди других принял следующие решения: «1.1 Считать необходимым организовать изготовление турбокомпрессоров (машина №3) с горизонтальным расположением вала, горизонтальным разъемом и числом ступеней 15 по техническим условиям Лаборатории №2 (т.Кикоина и т.Вознесенского)... 1.3. Кировскому заводу одновременно с изготовлением первых трех машин (к 15 июля 1946 года - прим.состав.) подготовить технологию производства, исходя из годового выпуска 300 компрессоров. 1.4. Считать необходимым организовать на Кировском заводе специальное конструкторское бюро для систематической работы над конструкцией турбокомпрессоров с горизонтальным расположением вала и относящихся к ним устройствам... 2.1 Считать необходимым изготовить на артиллерийском заводе им. Сталина три образца машины типа №3 с вертикальным расположением вала по проекту проф. Вознесенского И.Н. и проф. Ки-

коина И.К. с числом ступеней до 20. Считать необходимым организовать на артиллерийском заводе им. Сталина специальное конструкторское бюро для уточнения и доработки рабочих чертежей машин и комплектующего оборудования».

19 декабря СНК СССР принял постановление об организации при НКВД СССР Лаборатории «В» (первый директор Л.С.Буянов, Российский научный ядерный центр «Физико-энергетический институт», г. Обнинск). Основными задачами новой научной организации являлись разработка теории и методов расчета реакторов на быстрых нейтронах, реактора на тепловых нейтронах с замедлителем из окиси бериллия и др.

27 декабря СНК СССР принял постановление о создании на Ленинградском Кировском заводе Особого конструкторского бюро (ОКБ ЛКЗ) для выполнения работ по атомной технике (главный конструктор - Э.С-А. Аркин). С 1963 года - Центральное конструкторское бюро машиностроения Министерства среднего машиностроения СССР.



Физико-энергетический институт г.Обнинск

27 декабря СНК СССР принял постановление о создании Особого конструкторского бюро «Электросила». Начальником ОКБ был назначен Д.В.Ефремов (НПО «Электрофизика» им. Д.В.Ефремова).

В конце года сотрудниками НИИ-9 З.В.Ершовой, Е.Каменской, Н.Ф.Солдатовой и др. был получен образец монолитного металлического урана. Первые металлографические исследования чистого металла были произведены Т.С.Меньшиковой. К этому же времени была решена задача получения в промышленных масштабах беззольных графитовых изделий. В разработку технологического процесса большой вклад внесли В.В.Гончаров, Н.Ф.Правдюк, Н.А.Александров, Г.К.Банников, В.В.Котиков и др.



Д.В.Ефремов

На московских заводах №№ 528 и 696 Наркомата средств связи СССР начаты разработки первых приборов для измерения ионизирующих излучений и электронно-физической аппаратуры в промышленных масштабах.

В Лаборатории №2 под руководством архитектора А.Ф. Жигулева начато строительство здания для опытного реактора Ф-1.

10 января на заседании Технического совета был рассмотрен вопрос о защите лиц, работающих с радиоактивными материалами. А.Г.Касаткину было поручено рассмотреть вопросы техники безопасности при работе с ураном и его соединениями на заседаниях 4-й секции ТС, с привлечением к изучению организаций Наркомздрава СССР.



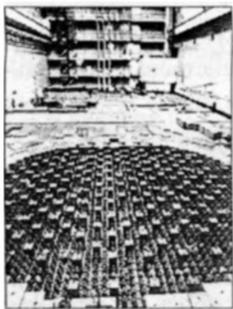
Здание реактора Φ-1

28 января СНК СССР принял постановление о создании в Подольске при заводе им. С.Орджоникидзе Наркомата тяжелого машиностроения СССР Опытно-конструкторского бюро «Гидропресс». Начальник Б.М.Шолкович.

В январе-марте под руководством И.В.Курчатова осуществлен монтаж первой модели графитовой призмы (реактора) для изучения замедления нейтронов и других нейтронно-физических процессов. Опыты на установке послужили основой для создания методов расчета атомных реакторов.

15 марта принят закон о преобразовании Совета Народных Комиссаров в Совет Министров СССР.

23 марта на совместном заседании Инженерно-технического и Технического Советов были утверждены представленные И.В.Курчатовым и И.К.Кикоиным исходные задания на проектирование завода № 817, решение о строительстве которого было принято 1 декабря 1945 года (первый промышленный уран-графитовый реактор для наработки оружейного плутония; ГП Химический комбинат «Маяк», первый директор П.Т.Быстров, научный руководитель И.В.Курчатов, главный конструктор Н.А.Доллежалъ. Расчеты проводили П.С.Панасюк, В.С.Фурсов, И.И.Гуревич, С.М.Фейнберг, С.А.Скворцов, М.С.Козодаев и др.) и завода №813 (газодиффузионный завод для наработки урана-235,



Химический комбинат «Маяк». Реакторный зал.



Н.А.Доллежалъ

научный руководитель И.К.Кикоин).

8 апреля постановлением Правительства СССР в поселке Сарово Мордовской АССР на базе Машиностроительного завода № 550 Министерства сельскохозяйственного машиностроения СССР (ранее Наркомата боеприпасов) на правах филиала Лаборатории №2 создается конструкторское бюро №11 (КБ-11). Основная задача - создание ядерной бомбы (до этого работы по созданию ядерного оружия велись, помимо Лаборатории №2, в ИХФ АН СССР, в НИИ-6 и НИИ-504 Наркомата боеприпасов СССР, НИИ-88 Наркомата вооружения СССР и ряде других организаций, что затрудняло проведение работ и не исключало их огласку). Начальником КБ-11 (Российский Федеральный ядерный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики») был назначен П.М.Зернов,

главным конструктором и научным руководителем - Ю.Б.Харитон. Одновременно с созданием КБ-11 начато строительство города Арзамас-16 (г. Саров Нижегородской области).

9 апреля Совет Министров СССР утверждает новую (вторую) структуру ПГУ : Управление № 1 (горно-металлургическое); Управление № 2 (специальных предприятий), Управ-



П.М.Зернов



Здание управления

ление № 3 (научных учреждений); Управление № 4 (строительное); Управление № 5 (оборудования и приборов); Управление № 6 (материально-технического снабжения); Управление № 7 (планово-экономическое); Управление делами; Отдел кадров; Отдел № 2 (режима и охраны объектов); Отдел заказов; Финансовый отдел; Главная бухгалтерия; Отдел рабочего снабжения; Отдел перевозок; Отдел медико-санитарной службы; Инспекция при начальнике управления; Секретариат; Научно-технический совет. Начальником ПГУ утверждается Б.Л.Ванников, первым заместителем А.П.Завенягин с освобождением его от обязанностей по линии МВД СССР, кроме руководства Главпромстроем и 9 Управлением. Заместителями начальника назначаются П.Я.Антропов (он же начальник Управления №1); Е.П.Славский (он же начальник Управления № 2); В.С.Емельянов (он же начальник Управления № 3); А.Н.Комаровский (он же начальник Управления №4); Н.А.Борисов (он же начальник Управления № 5); П.Я.Мешик и В.Г.Костыгов.

12 апреля приказом начальника ПГУ при Совете Министров СССР определены условия закрытого конкурса научных организаций по созданию усовершенствованных фильтров для газодиффузионных машин (Проведенные ранее испытания многоступенчатых газодиффузионных машин (30 ступенчатой НВК-ЗИС-30 Горьковского машиностроительного завода (главный конструктор - И.Н.Вознесенский) и 18 ступенчатой РЗГ (разъемный, горизонтальный) разработки ОКБ ЛКЗ) показали, что принятая концепция диффузионной многоступенчатой машины ошибочна и нуждается в срочной доработке).

24 июня утверждено жюри конкурса на специальные фильтры.

В апреле Технический и Инженерно-технический Советы при Спецкомитете были преобразованы в Научно-технический совет ПГУ при Совете Министров СССР. 15 апреля состоялось первое заседание НТС, в состав которого вошли Б.Л.Ванников (председатель), И.В.Курчатов, А.И.Лейпунский, М.Г.Первухин, Б.С.Поздняков (ученый секретарь) Н.Н.Семенов, Ю.Б.Харитон, В.Г.Хлопин, А.И.Алиханов, А.Ф.Иоффе. Заседания НТС, как правило, проводились по понедельникам с 10 часов вечера и до 1 часа ночи.

24 апреля Совет Министров СССР принимает постановление о передаче в ведение ПГУ Установки № 3 Министерства цветной металлургии СССР. Начальник И.И.Дубовский (Подольский опытный завод, с 1948; НИИ ТВЭЛ, с 1960, Подольский научно-исследовательский и технологический институт, с 1967; НПО «Луч», с 1989).

13 мая И.В.Сталин подписывает постановление о создании при Совете Министров СССР Специального комитета по реактивной технике в составе: Г.М.Маленков (председатель), Д.Ф.Устинов и Н.Г.Зубович (заместители), Н.Д.Яковлев, С.Н.Кирпичников, А.Н.Берг, П.Н.Горемыкин, И.А.Серов, Н.Э.Носовский.

19 июня советская делегация внесла в Комиссию ООН по атомной энергии проект Международной конвенции «О запрещении производства и применения оружия, основанного на использовании атомной энергии, в целях массового уничтожения».

27 июля Совет Министров СССР принимает постановление об организации в составе ПГУ горно-химического комбината по промышленному освоению прибалтийских диктионемовых сланцев под наименованием «Комбинат № 7» (ГАО «Силмет»). Начальником комбината утверждается М.М.Царевский.

13 августа Совет Министров СССР принял решение о создании Ново-Троицкого приискового управления. Начальник Н.И.Кошелев.

16 августа издан приказ начальника ПГУ «О выборе типа агрегата №1 для завода №817».

В августе закончена проверка на имитаторе (уране) основной ацетатно-фтористой схемы, положенной в основу проектирования завода «Б» на заводе №817. Начаты работы по проверке эфирной схемы РИАНа.

16 ноября в системе ПГУ создается Государственный строительно-монтажный трест №1, одна из крупнейших строительных организаций страны.

9 декабря из Министерства вооружения СССР в ПГУ передается завод № 544 ((ГП «Чепецкий механический завод», и.о. директора Ш.Л.Теплицкий), перепрофилированный на производство металлического урана.

16 декабря ученый секретарь НТС ПГУ Б.С.Поздняков направляет начальнику ПГУ Б.Л.Ваникову докладную записку о путях использования атомной энергии в мирных целях.

16 декабря для руководства научно-исследовательскими работами по изучению атомного ядра и использованию ядерной энергии в технике, химии, биологии и медицине Совет Министров СССР принял решение об образовании при Президенте Академии Наук СССР Ученого совета в составе: академики С.И.Вавилов - председатель, Д.В.Скобелевын, А.Н.Фрумкин А.Н.Несмеянов, Л.А.Орбели, Н.А.Максимов, член-корреспондент Академии наук СССР И.К.Кикоин, профессор Г.М.Франк ».



Г.М. Франк



Институт биофизики

Для изучения воздействия радиации на человека создана Радиационная лаборатория во главе с Г.М.Франком (с 1949 года - Институт биофизики Минздрава СССР).

25 декабря в 18 часов в Лаборатории №2 пущен первый в Европе и Азии исследовательский уран-графитовый реактор Ф-1, осуществлена самоподдерживающаяся цепная реакция. Пуск Ф-1 позволил измерить основные ядерные константы, определить оптимальную конструкцию для первого промышленного реактора, строящегося на комбинате № 817, уточнить его расчетные характеристики, изучить вопросы управления и регулирования, безопасности и средств защиты от излучения (Впервые самоподдерживающаяся цепная реакция деления урана была осуществлена под руководством Э.Ферми 2 декабря 1942 года в Чикагском университете (США) на реакторе CP-1).

1947

1 марта Совет Министров СССР принял постановление о создании на заводе № 92 в Горьком Специального конструкторского бюро (директор А.С.Елян), основным направлением деятельности которого являлась разработка машин по диффузионному и центробежному разделению изотопов урана.

3 марта распоряжением по ПГУ НИИ-9 поручена разработка проектного задания завода «В» на Комбинате № 817 по производству рафинированных слитков плутония, а также изделий из плутония и урана-235.

24 марта в ПГУ для контроля за изготовлением наиболее важного оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики для Комбината № 817 создается Техническая контрольно-приемочная инспекция (начальник В.П.Осипов).

18 апреля Совет Министров СССР принимает постановление о назначении заместителями начальника ПГУ А.М.Петросьянца и А.С.Александрова.



П.М.Рожанович

21 апреля Совет Министров СССР принял постановление о начале строительства полигона для испытания советской атомной бомбы. Проектирование объекта было возложено на ГСПИ-11 и ИХФ АН СССР. Начальником полигона был назначен генерал-лейтенант артиллерийской службы П.М.Рожанович, научным руководителем - М.А.-Садовский. Для рассмотрения программы испытаний, перечня подлежащих возведению сооружений и установки на полигоне образцов вооружений и другого имущества была образована специальная комиссия, в состав которой вошли: А.С.Александров (председатель), М.Г.Первухин, И.В.Курчатов, Ю.Б.Харитон, Н.Н.Семенов, М.А.Садовский, Н.Н.Воронов, А.И.Антонов, К.А.Вершинин, М.П.Воробьев, М.В.Хруничев, А.П.Завенягин.

13 мая издан приказ по ПГУ «О подготовке к пуску и эксплуатации головной части завода № 813».

2 июня в ПГУ передан завод «Двигатель» (г.Нарва, Таллин, Эстония)

19 июня постановлением Совета Министров СССР определены основные задачи программы испытания первой советской ядерной бомбы, носившей условное обозначение «Реактивный двигатель»С-1» (РДС-1).

14 августа Совет Министров СССР принимает постановление о строительстве на Украине завода № 906 (ГП «Приднепровский химический завод»). Завод ориентируется на переработку руд Первомайского и Желтореченского месторождений и ураносодержащих доменных шлаков на Украине. Начальником завода назначается М.П.Аношкин.

В августе Правительство СССР принимает решение о создании при Министерстве здравоохранения СССР специального управления (Третье главное управление Минздрава СССР, Федеральное управление «Медбиоэкстрем»), задачей которого являлись разработка научно-обоснованных норм и правил радиационной безопасности и организация медицинского обслуживания работников атомной промышленности. В системе управления организуются научно-исследовательские институты, медико-санитарные части и органы Государственного санэпиднадзора. Первым начальником управления в ранге заместителя министра стал начальник медико-санитарного отдела ПГУ А.И.Бурназян.



А.И.Бурназян

18 октября в 10 час. 47 мин. на Ракетном испытательном полигоне Капустин Яр был произведен первый запуск ракеты А-4.

1 декабря Совет Министров СССР принимает постановление о назначении М.Г.Первухина первым заместителем начальника ПГУ.

18 декабря сотрудниками РИАН В.Д.Никольской, Р.Е.Картушевой и М.Е.Кревинской на пилотной установке № 5 было выделено 73 микрограмма плутония. В 1948 году на установке № 5 были накоплены 2 партии раствора плутония, содержащие 1200 и 2650 микрограмм плутония. Для концентрирования плутония применялся лантан-сульфатный метод.

Б.В.Курчатов и Г.Н.Яковлев (Лаборатория №2) впервые в СССР выделили двумя различными способами две порции плутония-239 весом 6 и 17 микрограмм из двух образцов урана, облученных на реакторе Ф-1. Чуть позднее на основе их работ Б.А.Никитин и А.П.Ратнер (РИАН) под руководством В.Г.Хлопина разработали технологию, положенную в основу промышленного выделения плутония из урана.

На заводе «А» в Москве (директор А.И.Андрюшин, ГП «Московский завод полиметаллов») выпущен первый металлический торий.

В Радиационной лаборатории были разработаны фотографический и ионизационный методы индивидуальной дозиметрии гамма-излучения. В последующем были существенно доработаны.

В городе Нижняя Тура Свердловской области начато строительство завода №418 (с 1948 по 1951 год - завод №814. Первый директор Д.Е.Васильев; завод «Электроприбор им 50-летия СССР»), ориентированный на магнитное разделение изотопов.

1948

8 февраля решением Правительства СССР в Москве на базе проектно-конструкторского бюро НИИ-9 и филиала ГСПИ-11 создан ГСПИ-12 (Государственный специализированный проектный институт, первый директор Ф.З.Ширяев), проектировавший ряд объектов по разделению изотопов лития, завод конечной продукции Комбината 817 и др.

В феврале в КБ-11 активно работало 11 лабораторий. В основном завершается становление опытного производства - завода №1 (директор А.К.Бессарабенко) и завода №2 (директор А.Я.Мальский).

15 мая введен в действие завод «А» Комбината №817, на реакторной установке которого 8 июня в 0 часов 30 мин. была осуществлена цепная реакция.

19 июня на Комбинате № 817 (директор Б.Г.Музруков) в г. Челябинск-40 (г.Озерск Челябинской области) первый в СССР промышленный ядерный реактор («А») для наработки оружейного плутония выведен на проектную мощность (100 мВт). В его строительстве (начальник строительства М.М.Царевский) участвовало 45 тысяч рабочих. Одновременно под руководством А.П.Александрова начато проектирование уран-графитовых реакторов такого же типа, но большей мощности - 300мВт. Такие реакторы были построены на Комбинате № 817 в 1950 году «АВ-1», в 1951 году - «АВ-2», в 1952 году - «АВ-3»; на Комбинате 816 (директор А.И.Чурин) в 1955 году - «И-1», а в 1958 году на комбинате № 815- еще большей мощности типа «АД».



Б.Г.Музруков

В июле в НИИ-9 получено чуть более 3600 микрограмм плутония.

17 августа из МВД СССР в ПГУ переданы институты «А», «Г», лаборатории «Б», «В», объекты «Синоп», «Агудзеры» и «Озеры».

28 сентября Совет Министров СССР принимает постановление о строительстве в г.Новосибирске завода № 250 (АООТ «Новосибирский завод Химконцентратов»), ориентированного на металлургию и металлообработку урана, извлечение металлического урана. Исполняющим обязанности начальника завода утверждается А.М.Михайлов.

4 октября Совет Министров СССР принимает постановление о создании в системе Минцветмета СССР на базе цеха сульфитации Усть-Каменогорского цинкового завода Завода «2 А» (ПО «Ульбинский механический завод»).

В ноябре на заводе №544 получен первый слиток черного урана массой 24 кг.

А.И.Ахиезером и И.Я.Померанчуком разработана теория резонансных ядерных реакций

А.И.Лейпунский сформулировал идею разработки реакторов на быстрых нейтронах.

22 декабря осуществлена первая загрузка облученных блоков в аппарат-растворитель завода «Б» Комбината №817.

1949

26 февраля на Комбинате №817 заводом «Б» заводу «В» передана первая партия азотно-кислого плутония. С апреля 1949 года в цехе №4 завода «В» Комбината №817 под научным руководством А.А.Бочвара и А.С.-Займовского (ВНИИНМ) начато изготовление деталей непосредственно из сплава плутония. Разработка технических условий на плутониевые детали и контроль их качества осуществлялся под руководством В.Г.Кузнецова (ИОНХ). Освоение плутониевой технологии сопровождалось большими трудностями. Для изготовления первых деталей для ядерной бомбы был использован далеко несовершенный метод диффузионного сваривания отдельных кусков плутониевого сплава: на вакуумной установке прессования с кусков перед помещением их в матрицу тщательно удаляли оксидный слой. Лишь осенью на комбинате было налажено литейное и прессовое оборудование для производства изделий из плутония.



А.С.Займовский



А.А.Бочвар

Для изготовления первых деталей для ядерной бомбы был использован далеко несовершенный метод диффузионного сваривания отдельных кусков плутониевого сплава: на вакуумной установке прессования с кусков перед помещением их в матрицу тщательно удаляли оксидный слой. Лишь осенью на комбинате было налажено литейное и прессовое оборудование для производства изделий из плутония.

8 апреля Ю.Б.Харитон и К.И.Щелкин представили в Спецкомитет Л.П.Берия доклад о решении всех теоретических, конструкторских и технических задач по РДС-1 с приложением к нему «Порядка испытаний РДС-1» и «Программы тренировочных опытов на полигоне».

11 апреля приказом начальника КБ-11 П.М.Зернова создана специальная группа по обеспечению подготовительных работ к предстоящим испытаниям: К.И.Щелкин, В.И.Алферов, Н.Л.Духов, В.К.Боболев, А.К.Бессарабенко, А.Я.Мальский, ИА.Назаревский.

14 апреля на Комбинате №817 получен первый королек металлического плутония массой 8.7 г., который был направлен в Лабораторию №2 (И.В.Курчатову) для определения так называемого нейтронного фона (научный руководитель - А.Н.Вольский, ВНИИНМ).

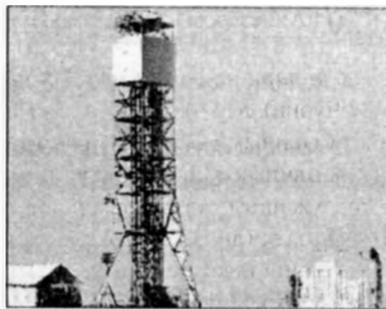
На Заводе № 813 пущен в эксплуатацию первый газодиффузионный завод Д-1, оснащенный машинами серии «ОК», разработанными ОКБ завода №92, позволивший получить шестифтористый уран-235 75% обогащения. 5 декабря 1949 года аналогичные результаты были достигнуты на Комбинате № 816.

В апреле введен в действие первый исследовательский реактор с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем ТВР на природном уране, мощностью 300 кВт; максимальный поток тепловых нейтронов 2×10^{12} нейтрон/(см²·с) (научный руководитель А.И.Алиханов,

Теплотехническая лаборатория АН СССР, Москва; с 1958 года - Институт теоретической и экспериментальной физики).

К 26 июля было практически завершено строительство и оборудование испытательного полигона для подрыва ядерного заряда первой советской плутониевой бомбы.

26 июля к работе на Семипалатинском полигоне приступила Правительственная комиссия под председательством М.Г.Первухина. В состав комиссии входили: П.М.Зернов, П.Я.Мешик, В.А.Болытко, М.Г.Мещеряков, К.И.Щелкин, М.А.Садовский, А.Я.Свердлов, М.Н.Тимофеев, А.И.Бурназян, О.Г.Колесников, Г.О.Комаров, В.В.Смирнов. До 5 августа комиссия провела 9 заседаний, на которых обсуждались конкретные вопросы, связанные с подготовкой к испытаниям всех служб и объектов полигона.



Башня

29 августа в 7 часов 00 минут на Семипалатинском испытательном полигоне была взорвана первая советская ядерная бомба мощностью 20 килотонн тротилового эквивалента (кт ТЭ).

В Институте ядерных проблем АН СССР (создан на базе лаборатории №11 Лаборатории №2) пущен синхроциклотрон, ускоряющий частицы до энергии 680 млн.эВ. Диаметр полюсов электромагнита постоянного тока - 6 м., масса электромагнита - 7000 тн, максимальный ток в импульсе - 3 мкА (научное руководство Д.В.Ефремов, Н.Н.Боголюбов, А.Л.Минц, М.Г.Мещеряков).

В г.Томск-7 начато строительство крупнейшего в СССР комбината для производства оружейного плутония и высокообогащенного урана (Комбинат №816, первый директор комбината - Н.И.Терехов, Сибирский химический комбинат, г.Северск. Томской области).

Изготовлен первый в мире водо-водяной реактор мощностью 10000 кВт, в котором замедлителем и теплоносителем служит вода.

В Лаборатории «В» начаты первые экспериментальные и проектные работы по изучению перспектив и промышленного использования реакторов на быстрых нейтронах, разработка теории и методов их расчета (научный руководитель - А.И.Лейпунский).

10 ноября завод №813 приказом по ПГУ при Совете Министров СССР переименован в Комбинат №813.

27 декабря на базе Горно-металлургического управления ПГУ при СМ СССР Постановлением Правительства образовано Второе Главное Управление при Совете Министров СССР во главе с П.Я.Антроповым. В ведение ВГУ передаются: Комбинаты №6 и №7, Рудоуправление №8, Ермаковское рудоуправление, Заводы №906 и №48, Строительство №830, а также функции производственно-технического руководства добычей урана из месторождений, разрабатываемых в Германии, Болгарии, Польше и Чехословакии.

16 января приказом по ПГУ начальникам комбинатов № 817 (Б.Г.Музруков), № 813 (А.И.Чурин), № 814 (Васильев) и КБ-11 (П.М.Зернов) по согласованию с МГБ СССР и уполномоченными Совета Министров дано право предоставления выездов в отпуск (кроме приграничных районов) «рабочим, научным, инженерно-техническим работникам и военнослужащим указанных предприятий из охраняемой запретной зоны для лечения, если его нельзя организовать на месте, для посещения семьи в неотложных случаях (для оказания помощи тяжелобольным членам семьи, устройства детей и т.п.), для учебы в техникумах и вузах». Лицам, проводящим отпуск в охраняемой зоне, устанавливалась компенсация в размере 50% получаемой заработной платы.

11 февраля совещание у начальника ПГУ Б.Л.Ванникова (присутствовали: А.П.Завенягин, И.В.Курчатов, М.Г.Первухин, Е.П.Славский, Н.И.Павлов, Н.А.Доллежал, Д.А.Зверев, Б.С.Поздняков, Б.М.Шолкович, Г.В.Ермаков, Г.Н.Крутилин, С.А.Скворцов, В.В.Гончаров, С.М.Фейнберг, И.И.Гуревич, П.И.Алешенко) приняло решение о строительстве в Лаборатории «В» атомной электростанции (научный руководитель -И.В.Курчатов, главный конструктор - Н.А.Доллежал). 16 мая решение совещания было закреплено постановлением Правительства СССР.

14 февраля Правительство СССР принимает распоряжение о строительстве в г.Нижняя Тура завода № 718 по регенерации отработанного ядерного топлива.

14 февраля постановлением Правительства СССР ремонтному заводу КБ-11 присваивается наименование «Завод № 551». Первый директор В.В.Дубицкий.



В.В.Дубицкий

18 февраля приказом по ПГУ на КБ-11 возлагалось изготовление и проведение в течение года контрольных летных испытаний двух изделий типа РДС-1. Этим же приказом устанавливались сроки осмотра изделий, находящихся на хранении (не менее четырех раз в год), а также порядок замены изделий или их узлов. Для проведения работ по сборке, разборке и проверке качества изделий в КБ-11 создаются Технологическое бюро по серийному производству изделий и Лаборатория по разработке методов и норм длительного хранения изделий.

26 февраля Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР в Красноярском крае возобновлено строительство подземного Комбината №815 для наработки оружейного плутония. Горно-химический комбинат вступил в строй в августе 1958 года и достиг полной проектной мощности в 1969 году. Строительство комбината и г.Красноярск-26 (г.Железногорск Красноярского края) осуществлялось силами строительных подразделений Главпромстроя СССР. В 1950 году начальником строительства был назначен М.М.Царевский, начальником Комбината - Н.И.Терехов. В 1951 году его сменил А.Ф.Гармашев.

В марте на Комбинате №817 вступил в строй завод «АВ-1» с реактором «АВ-1».

6 апреля на основании предложения И.В.Курчатова и А.П.Александрова от 23 июля 1949 года Правительство СССР приняло постановление о строительстве на территории ЛИ-ПАНа малогабаритного реактора РФТ мощностью 10000 кВт.

26 мая в ПГУ в целях сохранения государственной тайны запрещаются «выезды спортивных добровольных команд, художественных и других групп самодеятельности для выступлений в другие города СССР».

1 июля постановлением Правительства СССР на базе Институтов «А» и «Г» в ПГУ создается Институт № 5 (Сухумский физико-технический институт, и.о.директора А.И.Коглашвили).

29 июля постановлением Правительства СССР в составе ПГУ для руководства работами в области использования ядерной энергии в народном хозяйстве создается отдел № 5 во главе с Б.С.Поздняковым. Этим же постановлением в НИИХИММАШе под руководством Н.А.Доллежала создается Специальное конструкторское бюро № 5, ориентированное полностью на разработку конструкции реактора для первой в мире АЭС.

29 июля постановлением Правительства СССР в г.Лермонтове создается Рудоуправление № 10 (ПО «Алмаз», первый директор И.М.Алексеев).

24 октября Совет Министров СССР принял постановление о строительстве в Киргизии Комбината №11 (Киргизский горно-рудный комбинат - ПО «Южный полиметаллический комбинат», г.Фрунзе (Бишкек), первый директор - Н.В.Волохов).

Советскими физиками (И.Е.Тамм, А.Д.Сахаров, О.А.Лаврентьев) выдвинута основополагающая для последующих исследований идея о термоизоляции горячей плазмы от стенок установки с помощью магнитного поля и произведены первые расчеты. По свидетельству И.В.Курчатова, И.Е.Тамм с сотрудниками «в 1950 г. предложили первую модель магнитного термоядерного реактора, положившую начало исследованиям по этой проблеме в Советском Союзе».

Начата реконструкция оборудования химического передела и регенерации отходов на заводе «В» Комбината №817, что позволило повысить производительность химического отделения в 12-15 раз, процент извлечения плутония на регенерации до 94,5%, сократить время переработки одной партии со 192 до 56 часов, освоить технологический процесс, позволяющий отрабатывать сырье разнообразных кондиций, увеличить извлечение плутония на 1,13%.

В РИАНе разработан количественный метод электрохимического выделения урана на платиновом катоде из перексидно-щелочной среды.

Добыча урана по сравнению с 1949 годом увеличилась почти в два раза.

3 февраля постановлением Правительства СССР для развития науки и техники в области создания управляемых ракет, самолетов (носителей оружия) и ракет дальнего действия образовано Третье главное управление при Совете Министров СССР во главе с В.М.Рябиковым (до этого работы велись в ПГУ, Минавиапроме СССР, Минсельхозмаше и некоторых других ведомствах).

На Комбинате № 817 в связи с освоением промышленного производства трития, необходимого для создания термоядерного оружия, вступил в строй опытный реактор АИ на обогащенном уране (2%), Особенностью этого первого в СССР реактора на обогащенном уране была система удаления блочков: они загружались и удалялись сверху. Накопленный на реакторе опыт работы позволил перейти к созданию более мощных реакторов. В апреле на комбинате вступил в строй завод «АВ-2» с промышленным реактором «АВ-2». В этом же году на комбинате был пущен тяжеловодный промышленный реактор ОК-180, научная разработка которого осуществлялась в ТТЛ А.И.Алихановым, В.В.Владимирским, П.А.-Петровым, а техническое проектирование - в ГСПИ-11 (Н.Н.Кондрацким).

17 апреля постановлением Правительства СССР в ведение ПГУ передается завод «А».

17 апреля постановлением Правительства СССР в ВГУ для проектирования горнорудных и металлургических предприятий создан Государственный специальный проектный институт (ГСПИ-14; Промниипроект, начальник Б.И.Нифонтов).

5 мая решением Правительства СССР на Б.Л.Ванникова, А.П.Завенягина и И.В.Курчатова возложена организация научно-исследовательских и промышленно-конструкторских работ по выяснению возможности получения самоподдерживающейся термоядерной реакции. При ПГУ создана специальная комиссия в составе: И.В.Курчатова (председатель), Л.А.Арцимович (заместитель), И.Н.Головин (заместитель), А.Д.Сахаров, И.Е.Тамм, М.А.-Леонтович, В.В.Владимирский, Д.В.Ефремов.

24 июля постановлением Совета Министров СССР на базе рудников им.Первого мая и Желтая река треста «Ленинруда» Министерства черной металлургии и некоторых других предприятий создается Комбинат № 9 (Восточный горно-обогащительный комбинат, г.Желтые Воды, Украина; первый директор М.Н.Бондаренко). Этим же постановлением на созданный 17 апреля 1951 года на базе лабораторий Гиредмета НИИ № 10 (Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии, Москва; первый директор П.И.Бучихин) возлагаются вопросы изучения генезиса месторождений радиоактивных руд, а также разработка промышленных технологических схем обогащения бедных руд и гидрометаллургической переработки руд и концентратов.

В Лаборатории № 2 под руководством А.П.Александрова (Б.А.-Буйницкий, Г.А.Гладков, В.И.Меркин, Б.Г.Пологих и др.) начата раз-



Д.И.Блохинцев

работка водо-водяного реактора корпусного типа, а в Лаборатории «В» под руководством Д.И.Блохинцева (М.Е.Минашин, Ю.А.Сергеев и др.) - реактора канального типа с твердым замедлителем для первой советской подводной атомной лодки.

Решением Правительства СССР при заводе № 528 создано Специальное конструкторское бюро для разработки приборов и установок контроля процессов добычи и переработки атомного сырья.

18 ноября на Семипалатинском полигоне осуществлен первый воздушный ядерный взрыв. Сброс ядерной бомбы (РДС-3) был произведен с самолета-носителя ТУ-4.

В декабре на Комбинате № 816 пущен диффузионный завод «Д-3», выпуск обогащенного урана вырос в 6 раз.

На заводе № 12 освоена технология изготовления и герметизации урановых блоков с осевым отверстием, а также урановых блоков размером 24 x 79 мм, а также введено в эксплуатацию производство металлокерамических изделий размером 58 x 150 мм из обогащенного урана с магнием.

На заводе № 544 на базе опытного цеха начало развиваться производство по переработке урановых руд и концентратов.

В связи с прекращением производства солей тория на заводе «2 А» начата реконструкция цехов под производство урана и тантала.

30 декабря по Соглашению между СССР и Румынией создано советско-румынское горное общество «Кварцит».

1952

24 января постановлением Правительства СССР в Минсредмаше в городе Златоуст-36 (г.Трехгорный) Свердловской области создается завод № 933 (Приборостроительный завод), директор с 12 марта К.А.Володин.

14 февраля на Комбинате №817 пущен реактор «АИ» для получения трития, плутония и экспериментальных работ. Пусковыми операциями руководили И.В.Курчатов, А.П.Александров, В.С.Фурсов, Б.Г.Дубовский.

В Лаборатории «В» под руководством А.И.Лейпунского (В.А.Кузнецов, Б.Ф.Громов и др.) начаты работы над судовым реактором с жидкометаллическим теплоносителем (свинцово-висмутовым).

19 апреля постановлением Правительства на базе СКБ завода №696 создано Центральное конструкторское бюро №1 (ЦКБ-1) с опытным заводом во главе с С.В.Мамиконяном (Союзный научно-исследовательский институт приборостроения), разрабатывавшее различную дозиметрическую и радиометрическую аппаратуру.

12 июня Б.Л.Ванников, В.А.Малышев, А.П.Завенягин, Н.И.Павлов и Б.С.Поздняков обратились в Правительство СССР с предложением возложить на ПГУ работы по проектированию опытной атомной подводной лодки, оснащенной торпедами с термоядерным зарядом. Торпеда Т-15 предназначалась для нанесения удара по военно-морским базам, портам и другим прибрежным объектам. Вес боевой части торпеды составлял 3,5-4,0 тн, а вся торпеда весила 40 тн. Большая часть веса приходилась на аккумуляторную батарею, которая обеспечивала торпедой скорость хода 29 узлов и дальность до 30 км. Калибр торпеды составлял 1550 мм, а длина - около 24 метров. Постановление Правительства СССР о начале работ по созданию АПЛ было 9 сентября подписано И.В.Сталиным.

25 ноября Совет Министров СССР принял постановление, определившее план работ по проектированию объекта 627 (одно из условных наименований лодки) на период с ноября 1952 года по март 1953 года. Реакторную установку предполагалось выполнить в нескольких вариантах: - водографитовый (разработчики Лаборатория «В» и НИКИЭТ) с жидкометаллическим теплоносителем (разработчики ОКБ «Гидропресс» и Лаборатория «В»); - водо-водяного типа (разработчики ЛИПАН и НИКИЭТ). Научное руководство работами было поручено А.П.Александрову (ЛИПАН), главным конструктором энергетической установки был назначен Н.А.Доллежалъ (НИКИЭТ), а проекта подводной лодки - В.Н.Перегудов (СКБ-143, СПМБМ «Малахит»).



А.П.Александров

В ЛИПАНе создан опытный уран-графитовый реактор «ИР» со средней тепловой мощностью 50000 кВт, предназначенный для получения радиоактивных изотопов и проведения исследований.

В ОКБ ЛКЗ (Главный конструктор Н.М.Синев) изготовлен опытный образец большой машины Т-51, а в ОКБ завода №92 (главный конструктор И.И.Африкантов) - машины ОК-23 на расходы газа 8 и 4 кг/с при давлении перед фильтрами 75 мм.рт.ст. для их последующего внедрения на диффузионных заводах и отличавшиеся от предшествующих большой производительностью и надежностью. Так, Т-51 по производительности была в 10 раз больше Т-47 и в 5,5 раза Т-49. В дальнейшем шло их совершенствование.



Н.М.Синев



И.И.Африкантов

К концу года в ПГУ была подготовлена к запуску в серию ядерная бомба, имеющая на 30% меньшие размеры и в три раза меньший вес (при увеличении мощности), чем первые советские бомбы, испытанные в 1949 и 1951 годах.

На Комбинате № 817 пущен промышленный реактор АВ-3, а на Комбинате № 816 начато строительство завода «И».

На заводе № 12 начато освоение технологии изготовления изделий из металлокерамики и урана для исследовательских реакторов «МР», ВВР и других.

В октябре создана первая советская электронно-вычислительная машина.

В декабре введен в эксплуатацию диффузионный завод Д-4.

1953

12 января на секции №8 НТС ПГУ по докладу В.Н.Перегудова одобрена предварительная схема предъэскизного проекта подводной лодки проекта 627.

16 марта постановлением Правительства СССР Первое и Второе главные управления при Совете Министров СССР объединены в Первое главное управление при Совете Министров СССР во главе с А.П.Завенягиным.

В начале года по схемам НИИ-5 (научный руководитель доктор М. Штеенбек) ОКБ ЛКЗ изготовило две газовые центрифуги, имевшие шесть гибких многозвенных роторов. Однако они даже не испытывались: к этому времени стало ясно, в том числе и немецким специалистами, что конструкция непригодна для промышленного применения.

1 июля постановлением Правительства Первое (А.П.Завенягин) и Третье (В.М.Рябинов) главные управления при Совете Министров СССР переданы в Министерство среднего машиностроения СССР. Министром назначен В.А.Малышев (Указ Президиума ВС СССР от 26 июня 1953 года). Он же - заместитель председателя СМ СССР. Подотчетен только председателю СМ СССР (Г.М.Маленков) и Секретарю ЦК КПСС, председателю Совета Обороны (Н.С.Хрущев).

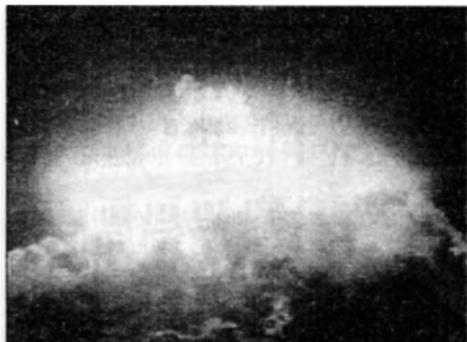
Действует Научно-технический совет, состав которого был утвержден еще в ПГУ в 1953 году: И.В.Курчатов (председатель), А.П.Александров, В.С.Емельянов и Д.И.Блохинцев (заместители председателя), А.И.Алиханов, Н.И.Павлов, И.И.Новиков, А.А.Бочвар, И.К.Кирилин, Е.П.Славский, Л.А.Арцимович, С.Л.Соболев, М.Г.Мещеряков, А.П.Виноградов, Н.А.-Доллежал, Б.С.Поздняков (ученый секретарь).

28 июля постановлением Правительства СССР было определено создание 2-х стендовых наземных прототипов судовых атомных установок - с водяным реактором и с реактором на жидко-металлическом теплоносителе, к созданию которых были привлечены около ста НИИ и КБ.

12 августа в 7 часов 30 мин. утра по московскому времени впервые была испытана термоядерная (водородная) бомба (А.Д.Сахаров, Ю.Б.Харитон, Я.Б.Зельдович и др.). Председатель Государственной комиссии - министр МСМ СССР В.А.Малышев.

4 ноября распоряжением Правительства СССР из Минцветмета СССР в МСМ СССР передан Усть-Каменогорский химико-металлургический завод (директор И.И.Соболев), ориентированный на производство бериллия, тантала и цинка для ядерной индустрии.

16 ноября В.А.Малышев, И.И.Носенко, З.А.Шашков, А.П.Завенягин, И.В.Курчатов, А.П.Александров обратились в Правительство СССР с предложением о возложении на МСМ СССР проектирования и строительства атомного ледокола.



Взрыв водородной бомбы

20 ноября постановлением Правительства СССР Минсредмашу и ряду других ведомств поручено начать проектирование и строительство атомного ледокола водоизмещением 17 тысяч тонн. Ледокол должен был обеспечить прохождение через льды толщиной 2 м со скоростью 2 узла и автономное плавание 12 месяцев. Научным руководителем по физике реактора был назначен И.В.Курчатов, а по ледоколу - А.П.Александров.

Промышленность СССР приступила к серийному производству радиоизотопных приборов и аппаратуры.

На Комбинате № 816 начато строительство радиохимического завода «Б», введенного в эксплуатацию в 1961 году.

1954

13 февраля секцией №8 НТС МСМ СССР утверждено техническое задание на предэскизный проект атомного ледокола и на эскизный проект атомной установки для него. 18 августа постановлением Правительства СССР проектирование атомного ледокола поручено ЦКБ «Айсберг» Минсудпрома СССР. Главным конструктором ледокола назначен В.И.-Неганов.

10 марта в районе Ангарска начато строительство Комбината № 820 (первый директор В.Ф.Новокошенов), на котором 29 декабря 1960 года пущен сублематный завод.

5 мая из Минавиапрома в МСМ СССР передается Опытный завод № 25 с конструкторским бюро на базе которых в Москве организуется во главе с Н.Л.Духовым Филиал № 1 КБ-11.

15 мая постановлением Правительства СССР предусмотрено выделение и подготовка офицерских кадров для атомной подводной лодки и создание контрольно-приемочной инспекции по наблюдению за ее проектированием и строительством.

На заводе № 12 осуществлен выпуск комплекта ТВЭЛ для реактора «АМ» первой в мире атомной электростанции, а также осваивается производство ТВЭЛов стержневого типа для атомных подводных лодок.



Первая в мире атомная электростанция

27 июля в г.Обнинске введена в строй первая в мире атомная электростанция мощностью 5000 кВт (И.В.Курчатов, Д.И.Блохинцев, А.К.Красин, Н.А.Доллежалъ и др.). Основой энергоустановки станции был водографитовый реактор канального типа на тепловых нейтронах. АЭС работает по двухконтурной схеме. Из первого контура вода, охлаждающая реактор, под давлением 100кгс/см² при температуре 280 гр.С поступает в парогенератор и отдает тепло второму контуру. Пар перегревается до 270 гр.С под давлением 12 кгс/см² и поступает в турбину.

10 июля секцией №8 НТС МСМ СССР утвержден технический проект подводной лодки (водоизмещение 3050 тонн, скорость 24-25 узлов, мощность на валы 2х17 500 л.с., автономность плавания 50-60 суток, длительность полного хода 1500 часов). Вместо одного 1550-мм и двух 530-мм торпедных аппаратов лодка получила 8 носовых 530-мм торпедных аппаратов с общим боекомплектом 20 торпед.

20 июля постановлением Правительства СССР принято решение о строительстве в г. Пензе приборного завода № 1134 (Пензенский приборостроительный завод, и.о.директора Ю.П.Любовин, с 25 августа 1955 года директор завода -М.В.Проценко). Одновременно с заводом возводится новый город - Заречный . Этим же Постановлением в г.Новосибирске начато строительство завода №1135 - Новосибирский завод«Химаппарат»; ПО «Север» (директором с 4 октября 1955 года назначен Б.А.Панов).

31 июля постановлением Правительства в Челябинской области создается НИИ-1011, основу которого составили ученые и специалисты КБ-11 и КБ-1, соответственно 350 и 20 человек (г.Снежинск, Всесоюзный научно-исследовательский институт теоретической и экспериментальной физики; Российский федеральный ядерный центр «ВНИИТЭФ», первый директор Д.Е.Васильев, научный руководитель К.И.Щелкин).

31 июля Правительство СССР приняло решение о создании на архипелаге Новая Земля Северного испытательного полигона. Сооружение полигона было возложено на специальное управление ВМФ СССР во главе с полковником Е.Н.Барковским (главный инженер полковник Д.Френкель). В его распоряжение было выделено 13 батальонов военных строителей. 17 сентября первым штатным начальником полигона был назначен Герой Советского Союза капитан 1 ранга В.Г.Стариков.



Е.Н.Барковский

4 сентября в 9 часов 30 мин. по московскому времени в районе г.Тощка Оренбургской области на полигоне Министерства обороны СССР были проведены корпусные учения войск в условиях реального атомного взрыва. Сброс бомбы типа «РДС-2» был произведен с самолета-носителя Ту-4. «При испытаниях, - писала газета

«Правда» 17 сентября 1954 года-, получены ценные материалы, которые помогут советским ученым и инженерам успешно решать задачи по защите от атомного нападения».

22 сентября постановлением Правительства СССР организован проектно-изыскательский институт «Оргстройпроект» МВД СССР (Государственный проектно-изыскательский институт «ОргстройНИИПроект», первый директор Г.И.Мельников).

В октябре в Лаборатории «В» начато формирование и обучение экипажа первой атомной подводной лодки (научный руководитель Д.И.Блохинцев).

14 октября распоряжением Правительства СССР на базе Комбината № 6 создается Западный горно-обогатительный комбинат, директор А.Е.Степанец.

В ЛИПАНе создан исследовательский водо-водяной реактор нового типа ВВР-2, значительной удельной мощности с бесканальной активной зоной, рассчитанный на мощность 300 кВт с максимальным истоком 4×10^{11} нейтрон (см² х с).

1955

В феврале в Минсредмаше создан Научно-технический совет по противоракетной обороне.

В начале года на Ракетном испытательном полигоне Капустин Яр (Государственный центральный полигон России) начались летные испытания первой морской баллистической ракеты Р-11ФМ. В июле Совет Министров СССР принял решение об оснащении ракеты ядерным зарядом типа РДС-4. Первоначально ракеты запускались с неподвижной пусковой установки, а затем с качающегося стенда СМ-49, имитировавшего качку подводной лодки. В 1958 году летные испытания Р-11ФМ были закончены и в феврале 1959 года ракетный комплекс Д-1 с баллистической ракетой Р-11ФМ был принят на вооружение ВМФ СССР.

25 февраля министром среднего машиностроения и заместителем председателя СМ СССР назначен А.П.Завенягин.

8 марта в Лаборатории «В» состоялся физический пуск ядерного реактора для первой в СССР подводной лодки.

14 марта постановлением Правительства СССР Главпромстрой (начальник А.Н.Комаровский) из МВД СССР со всеми строительными управлениями передается в МСМ СССР. На базе Бескудниковского механического завода создается Проектно-монтажная контора, которая 29 ноября 1960 года преобразуется в Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии (НИКИМТ, Москва, директор И.И.Герасимов), основными задачами института стали: решение проблем аварийно-восстановительных ремонтов и реконструкции ядерно-технических объектов Министерства, ВМФ СССР и др. ведомств.

4 апреля постановлением Правительства СССР из Министерства внешней торговли СССР в МСМ СССР передается 8 Управление Главного управления советским имуществом за границей, которое осуществляло обеспечение работ совместных предприятий за рубежом по добыче и переработке урана: Советско-Германское АО «Висмут», Советско-Чехос-

ловацкая комиссия, Советско-Румынское горное общество, Советско-Польская комиссия, Бокситовая экспедиция в Венгрии, Китайско-Советская комиссия.

14 апреля постановлением ЦК КПСС и СМ СССР из МСМ СССР выделены Главспецмонтаж, Главспецмаш, Управление транспортного машиностроения, КБ-1, ОКБ-2 и ряд других предприятий и конструкторских организаций, решавших задачи ракетостроения. На их базе был создан Специализированный комитет по вооружению Армии и Военно-Морского Флота во главе с В.М.Рябиковым.

В апреле СССР заключил первые двусторонние соглашения о сотрудничестве по мирному использованию атомной энергии с рядом стран Социалистического содружества.

4 мая постановлением Правительства СССР начато строительство Комбинат №4 (Северо-Казахстанский комбината, с 1964 года -Целинный горно-химический комбинат, г.Степногорск, Казахстан, с мая 1956 года директор С.А.Смирнов), ориентированного на добычу урана и других химических элементов для ядерной индустрии.

Правительство СССР внесло на рассмотрение в подкомитет Комиссии ООН по разоружению предложение о запрещении применения и производства атомного оружия и всех видов оружия массового уничтожения.

8-20 августа в г.Женева (Швейцария) состоялась Первая международная конференция по мирному использованию ядерной энергии, на которой советскими учеными было представлено 102 доклада.

24 сентября на заводе № 402 в г.Молотовске (Северодвинск) состоялась торжественная церемония закладки первой советской атомной подводной лодки проекта 627. 22 ноября, не дожидаясь результатов испытания АПЛ К-3, Совет Министров СССР принял постановление о начале строительства серии атомных подводных лодок.

21 сентября на Северном испытательном полигоне Новая Земля в районе губы Черной осуществлен первый подводный атомный взрыв. При испытании торпеда с ядерным зарядом в боевом отделении была опущена в воду со специально оборудованного тральщика проекта 253-Л на глубину 12 метров и подорвана. На испытании присутствовали председатель Государственной комиссии Н.И.Павлов, маршал артиллерии М.Неделин, адмирал С.Горшков, контр-адмирал П.Котов, академики Н.Н.Семенов, Е.Федоров, С.Христианович, М.А.Садовский и другие. Сборка ядерного заряда была произведена под руководством Е.И.Негина и Г.П.Ломинского. В 1958 году торпеда Т-5 с ядерным зарядом типа РДС-9 под индексом 53-58 была принята на вооружение ВМФ СССР. Скорость торпеды Т-5 составляла 40 узлов, а дальность хода - 10 км.

14 ноября постановлением Правительства СССР в Красноярском крае начато строительство завода №825, 1-ая очередь которого была введена в эксплуатацию 31 октября 1962 года. Вместе с заводом строился город Красноярск-45 (с 31 марта 1958 года директором назначен И.Н.Бортников; г.Зеленогорск). В 1990 году на Комбинате выведен из эксплуатации первый промышленный завод, оснащенный газовыми центрифугами.

22 декабря распоряжением Правительства организуется издание журнала «Атомная энергия».

В декабре на Комбинате № 816 пущен промышленный реактор И-1 тепловой мощностью 300000 кВт, впоследствии увеличенной более чем в 5 раз (конструкторские решения - НИИ-8 - НИКИЭТ).

В декабре состоялось Всесоюзное совещание по управляемым термоядерным реакциям.

Исследовательской группой завода «В» под руководством М.И.Жданова совместно с сотрудниками ЦЗЛ Комбината №817 и ГНИИ-10 разработана технология доизвлечения металла из бедных растворов методом сорбции на смолах ДК-8 и СГ-1.

На заводах № 250 и № 544 внедрена технология рафинированной плавки с донным разливом с использованием специально сконструированных печей и более стойких материалов тиглей и изложниц (научный руководитель Е.С.Иванов), позволяющая перейти сначала на периодический, а затем на непрерывный метод прокатки, производству слитков металлического урана большого диаметра массой до 2500 кг.

Внедрена упрощенная схема аффинажного процесса (Н.И.Иванов, В.Ф.Кормилицын, Н.Н.Гонин, З.А.Исаева), позволившая увеличить прямой выход на 1-2%, сократить продолжительность аффинажа до 10 часов вместо 32-48.

На Комбинате №817 пущен промышленный тяжеловодный реактор ОК-190.

В Лаборатории «В» пущен первый экспериментальный реактор на быстрых нейтронах ВР-1 тепловой мощностью несколько десятков ватт (научный руководитель А.И.Лейпунский).

1956

2 февраля на Ракетном испытательном полигоне Капустин Яр состоялись первые испытания ракеты Р-5М с ядерной боеголовкой (председатель Госкомиссии маршал М.И.Неделин). Работы по разработке ракеты Р-5М - носителя ядерного заряда - начались в 1953 году. За основу был принят эскизный проект одноступенчатой ракеты Р-5, законченный в конструкторском бюро С.П.Королева в НИИ-88 еще в 1951 году. Зачетные испытания ракеты Р-5М начались в январе 1956 года. К зачетным испытаниям было представлено 5 ракет. Головные части четырех оснащались «макетами» ядерного заряда, а один - зарядом из плутония, при этом сам заряд активного вещества в целях обеспечения безопасности во время полета и в месте падения был уменьшен. Пуск ракеты с ядерной головной частью был произведен 2 февраля в 10 часов 30 минут по Московскому времени. Менее чем через 11 минут головная часть ракеты с ядерным зарядом типа РДС-4, пролетев через космос почти 1200 километров без разрушения, долетела до земли в районе Аральских Каракумов. Первые ракеты с ядерными боевыми частями были поставлены на боевое дежурство в районах Прибалтики и Дальнего Востока. В разработку ракетно-ядерной системы весомый вклад внесли С.П.Королев, В.П.Мишин, Л.А. Воскресенский, Ю.Б.Харитон, Н.А.Петров, К.И. Щелкин, С.Г.Кочарянц, Е.И.Негин, Н.Л.Духов, В.И.Зуевский, В.П.Глушко, В.А. Вижна, М.С. Рязанский, Н.А. Пилюгин, М.И. Борисенко, В.И. Кузнецов, В.П. Бармин, Г.Ф. Катков,

А.М. Гольцман, Н.С. Лейкин, В.П.Петров, Б.С.Жданов, Ф.Л.Курбатов, Г.Н.Бажанов, М.В.Кулаков, П.М.Ходос и др.

7 марта постановлением Правительства СССР в Минсредмаш из Минцветмета СССР передается Красноярский химико-металлургический завод, на базе которого создается Завод № 546 (директор Х.Л.Либенштейн), ориентированный на производство гидроксида лития.

17 марта постановлением Правительства СССР в Минсредмаш передано Завитинское рудоуправление Главредмета на базе которого создано Рудоуправление №16 по добыче урана и других химических элементов для ядерной индустрии (Забайкальский горно-обогатительный комбинат в Читинской области; первый директор С.Ф.Жиряков). Этим же постановлением из Минцветмета СССР в Минсредмаш передается Комбинат №3 (Малышевское рудоуправление под г.Свердловском; директор О.И.Хохлов), ориентированный на производство бериллиевого концентрата и промышленную добычу изумрудов.

20 марта по Соглашению между СССР и Венгрией создано предприятие по разведке и эксплуатации радиоактивных руд - «Боксит».

22 марта постановлением Президиума ЦК КПСС образовано Главное управление по использованию атомной энергии при СМ СССР во главе с Е.П.Славским.

26 марта в Москве полномочными представителями правительств Албании, Болгарии, Венгрии, Германии (ГДР), Китая, Кореи (КНДР), Монголии, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии было подписано Соглашение о создании международной научной организации - Объединенный институт ядерных исследований (директор Д.И.Блохинцев). Основу ОИЯИ (первоначально предполагалось название «Восточный институт ядерных исследований») составили Институт ядерных проблем и Электрофизическая лаборатория Академии наук СССР.

28 марта постановлением Правительства СССР в пос. Лыткарино организуется Лаборатория по испытанию металлоконструкций (начальник А.М.Буеверов, с 1960 года - Испытательная лаборатория высокотемпературных атомных реакторов, с 1972 года - Научно-исследовательский институт приборов, директор В.И.Рогов). В Лаборатории начато строительство стенда для испытания макета двигателя крылатой атомной ракеты «КАР».

24 апреля на базе филиала № 1 КБ-11 создано Конструкторское бюро № 25 во главе с Н.Л.Духовым (Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л.Духова), ориентированное на разработку ядерных боеприпасов, систем специальной автоматики подрыва ядерных зарядов, контрольно-стендовой и измерительной аппаратуры и т.п.



Н.Л.Духов

15-19 мая руководителями Минсредмаша (Завенягин), морского флота (Бакаев), судостроительной промышленности (зам.министра Редькин) утвержден технический проект атомного ледокола «Ленин».

В августе Совет Министров СССР принял постановление о разработке комплекса Д-2 с баллистической ракетой Р-13 для вооружения дизельных подводных лодок проекта 629 и атомных подводных лодок проекта 658. У обоих типов лодок имелось по 3 вертикальных ракетных шахты СМ-60 в рубке. Корабельные испытания первой отечественной специально разработанной баллистической ракеты начались на Северном флоте в ноябре 1959 года. 13 октября 1961 года комплекс Д-2 с баллистической ракетой Р-13 были приняты на вооружение ВМФ СССР. Комплексом Д-2 были вооружены дизельные ПЛ проекта 629Б и К-19 - первая атомная ПЛ проекта 658.

25 августа на Адмиралтейском заводе (Санкт-Петербург) заложен атомный ледокол «Ленин».

27 августа опубликовано сообщение ТАСС об успешном проведении в СССР испытаний межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, с помощью которой 4 октября 1957 года на околоземную орбиту был выведен первый в мире искусственный спутник Земли.

На Комбинате № 817 силами сотрудников завода «В» смонтирована установка сорбционных колонок, благодаря которой отпала необходимость в трудоемких операциях доосаждения металла из бедных растворов, уменьшилось количество фильтруемых пульп.

Прошел испытания и пущен реактор на быстрых нейтронах БР-2, тепловой мощностью 100 кВт.

В Женеве состоялась международная конференция, на которой представителями 81 страны был принят Устав Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). СССР стал одним из активнейших членов созданной организации.

4 ноября состоялось посещение делегацией советских физиков во главе с И.В.Курчатовым английского атомного центра в Харуэлле. По инициативе СССР начато международное сотрудничество в области ранее засекреченных работ по проблемам управляемого термоядерного синтеза.

Принята программа на 1956-1960 годы о строительстве Ново-Воронежской (400 тыс.кВт), Ленинградской (200 тыс.кВт), Белоярской (400 тыс.кВт.), второй Уральской (200 тыс.кВт) АЭС.

За исследование механизма цепных реакций Н.Н.Семенов стал лауреатом Нобелевской премии.

1957

25 марта создан «Атомиздат».

25 мая на базе серийно-конструкторского сектора № 10 и Завода № 551 КБ-11 создан завод «Авангард» (директор М.А.Григорьев).

В связи со смертью 31 декабря 1956 года А.П.Завенягина исполнение обязанностей министра среднего машиностроения СССР возложено на первого заместителя министра Б.Л.Ванникова.

30 апреля министром среднего машиностроения СССР назначен М.Г.Первухин, с сохранением за ним обязанностей первого заместителя председателя Совета Министров СССР.

17 мая постановлением Правительства СССР в Минсредмаш из Министерства судостроительной промышленности передан завод №707, изготовлявший аппаратуру техники особой секретности (директор А.А.Соловьев).

24 июля Указом Президиума Верховного Совета СССР министром среднего машиностроения СССР назначен Е.П.Славский.

9 августа методом поперечного спуска спущена на воду опытная атомная подводная лодка проекта 627. 13-14 сентября состоялись загрузка топлива и первый физический пуск реакторов.



Атомная подводная лодка проекта 627

26 августа начальником Главного управления по использованию атомной энергии при СМ СССР назначен В.С.Емельянов.

31 августа Е.П.Славским принято решение о разработке и пуске на Комбинате № 816 двухцелевых энергетических реакторов типа «АДЭ».

23 сентября постановлением Правительства СССР на базе бывшего филиала НИИ-ХИММАШа в г.Свердловске создан НИКИ-15 (Свердловский научно-исследовательский институт химического машиностроения, директор М.Ф.Матвеев), ориентированный на разработку нестандартного оборудования радиохимических производств.

Необходимость обеспечения безопасности испытаний ядерных зарядов со все возрастающими мощностями привела в середине пятидесятых годов к принятию решения о переносе воздушных испытаний с Семипалатинского на Новоземельский полигон. Для подготовки ядерных зарядов к воздушным испытаниям и базирования самолетов-носителей на Кольском полуострове был построен аэродром «Оленья». На острове Новая Земля в районе пролива Маточкин Шар было оборудовано опытное поле с размещением на нем целей для бомбометания, а также пунктами радиотелеметрического контроля работы автоматики на траектории падения авиабомб. Маршрут самолетов-носителей и самолетов-лабораторий после взлета с аэродрома «Оленья» пролегал над водными просторами через мыс Канин нос, Рогачево, Панькова Земля и далее к целям в районе пролива Маточкин Шар. Охрана самолетов-носителей в полете возлагалась на войска ПВО страны со сменой сопровождающих пар истребителей на промежуточных аэродромах Амдерма и Рогачево.

Координация работ авиагруппы и опытного поля осуществлялась через командные пункты, расположенные на полигоне Новая Земля и аэродроме «Оленья». 24 сентября на Северном испытательном полигоне Новая Земля (начальник - контр-адмирал Н.Л.Луцкий) состоялись первые воздушные испытания ядерного оружия. Научным руководителем испытаний был назначен К.И.Щелкин. В группу руководства испытаниями входили также представители ВВС Н.П.Селезнев, В.И.Урюпин, С.М.Куликов, В.А.Чернорез, Г.Т.Голубев и др. Сброс авиабомбы мощностью 1600 кт ТЭ производился с самолета-носителя ТУ-16 под командованием Ф.П.Головашко. В состав экипажа входили А.Н.Кириленко, И.М.Роменский, И.И.Курлов, С.М.Тимошин и Щеглов. В состав экипажа-дублера входили А.В.Огнев (командир), Л.В.Кокорин, А.Г.Шакуров, Ю.В.Плотников и Горячих. Прицельное бомбометание осуществлялось после предварительно выполненного холостого захода. После выполнения задания самолеты вернулись на аэродром вылета без повреждений. Все службы комплекса «Оленья» - Новая Земля сработали без сбоев.

29 сентября на Комбинате № 817 взорвалась одна из емкостей с радиоактивными отходами. В результате взрыва радиоактивными нуклидами была загрязнена площадь в 23 тыс. кв. км. с населением в 270 тысяч человек. 10 тысяч человек было переселено в другие районы.

6 октября на Северном испытательном полигоне Новая Земля произведены испытания термоядерной авиабомбы мощностью 2900 кт ТЭ. Для предотвращения поражения самолета-носителя ТУ-16 бомба была снабжена парашютной системой. Бомбометание выполнял экипаж под командованием Ф.П.Головашко.

10 октября на Северном испытательном полигоне Новая Земля с подводной лодки С-144 (командир лодки Г.В.Лазарев, командир минно-боевой части В.Бессонов) был произведен первый боевой выстрел торпеды Т-5 (53-58) с ядерным зарядом. Торпеда прошла 10 км и отклонилась от расчетной точки на 130 метров. Еще при отработке торпеды Т-5 возникла идея создания специальной боевой части, не связанной с системами торпед (т.е. годной для любой торпеды калибра 533-мм). Постановлением Совета Министров СССР от 13 февраля 1957 года создание автономного специального боевого зарядного отделения АСБ30 было поручено Минсредмашу и Минсудпрому. Боевые стрельбы АСБ30 прошли на Новой Земле в октябре 1961 года в ходе учения «Коралл». Стрельба велась с подводной лодки проекта 641 (командир Н.А.Шумков) с расстояния 12,5 км. 23 октября АСБ30 взорвалась на глубине 25 метров, а 27 октября - на поверхности воды. Руководителем стрельб торпедами был командир эскадры подводных лодок Северного флота контр-адмирал Н.И.Ямшиков, председателем Государственной комиссии - адмирал Н.В.Исаченков.



Атомный ледокол «Ленин».

5 декабря спущен на воду первый атомный ледокол «Ленин».



Синхрофазотрон

В Объединенном институте ядерных исследований введен в действие самый мощный синхрофазотрон на энергию 10 млрд. эВ. Интенсивность пучка на этом ускорителе превышала 10^{10} протонов в импульсе при 7 импульсах в минуту. Средний радиус орбиты составил 20 м, а масса электромагнита с обмоткой 36000 тн. За время ускорения 3,3 с частицы совершают 4.5 млн. оборотов и проходят путь около 900000 км. Первые опыты на синхрофазотроне под руководством В.И.Векслера в 1957-1958 годах позволили открыть новую частицу - анти-сигма-минус-гиперон.

В Институте теоретической и экспериментальной физики реконструирован реактор ТВР, пущенный в 1949 году, что позволило увеличить его мощность в 5 раз и довести ее до 2500 кВт; максимальный поток нейтронов достиг $2,5 \times 10^{13}$ нейтрон ($\text{см}^2 \times \text{с}$).

Выпуск тяжелой воды составил 23 тн., в т.ч.: Чирчикский электрохимический комбинат - 7.7 тн; Днепродзержинский азотнотуковый завод - 5,8 тн, Горьковский - 3,5 тн, Березниковский - 3 тн, Кировоаканский химкомбинат - 3 тн.

В Институте атомной энергии создан исследовательский реактор ИРТ водо-водяного типа. Однако в отличие от реакторов ВВР-2 и ВВР-С (серийный реактор ВВР) его активная зона помещена не в закрытом баке, а в бассейне с водой на глубине 7.8 м. Мощность реактора 2000 кВт, максимальный поток тепловых нейтронов $2,3 \times 10^{13}$ нейтрон ($\text{см}^2 \times \text{с}$).

При активном участии СССР создано Международное агентство по атомной энергии.

1958

20 февраля постановлением Совета Министров СССР на базе месторождения Уч-Кудук Узбекской ССР начато строительство Комбината №2 (Навоийский горно-химический комбинат; директор З.П.Зарапетян).

31 марта СССР в одностороннем порядке установил мораторий на ядерные испытания, который действовал до 30 сентября этого же года. За это время США произвели около 30 ядерных взрывов в атмосфере, а Великобритания - 5.

20 апреля в г.Северодвинске успешно завершены швартовые испытания первой в СССР атомной подводной лодки, 1 июля на АПЛ был поднят флаг ВМФ СССР, а 4 июля во время ходовых испытаний в Белом море впервые на АПЛ был дан ход от атомной энергетической установки.

5 мая НТС Минсредмаша принял решение о переходе к промышленному использова-

нию центробежного метода разделения изотопов. Этому способствовали удачные полу-годовые испытания опытного центробежного завода ГТ-1 на Комбинате № 813, где было установлено 2500 центрифуг, разработанных ЦКБМ.

31 мая постановлением Правительства СССР в Минсредмаш переданы НИИ-1 и его опытный завод.

9 июня утвержден новый состав НТС Минсредмаша. Вместо И.И.Новикова, С.Л.Соболева, Л.А.Арцимовича, М.Г.Мещерякова в него вошли А.И.Чурин, А.Д.Зверев, Д.В.Ефремов, В.В.Фомин.

На Комбинате №816 пущен первый двухцелевой уран-графитовый реактор «ЭИ-2», тепловая мощность 1450000 кВт (научный руководитель- А.П.Александров, главный конструктор Н.А.Доллежалъ, директор комбината А.И.Чурин), позволявший наряду с наработкой плутония вырабатывать электроэнергию с помощью паровых турбин.

В сентябре в Женеве состоялась Вторая международная конференция по мирному использованию ядерной энергии, в работе которой от СССР участвовало 44 академика и члена-корреспондента, 33 профессора и доктора наук и было представлено более 200 докладов и сообщений по всем направлениям использования атомной энергии в мирных целях. В докладе А.А.Бочвара впервые в мире были представлены результаты исследования диаграмм состояния плутония со многими элементами.

24 октября постановлением Правительства СССР в ведение Минсредмаша из Государственного комитета СМ СССР по химии передается завод №752 (Кирово-Чепецкий химический завод, директор Я.Ф.Терещенко), ориентированный на производство фтористых соединений.

На Заводе №12 закрываются работы с природным ураном, производству диффузионных фильтров, разделению изотопов лития. Создаются производства по переработке гексафторида разных степеней обогащения до двуокиси урана для производства ТВЭлов для энергетики и флота.

За открытие и исследование эффекта свечения воды от электронов со сверхзвуковой скоростью И.Е.Тамм, И.М.Франк, П.А.Черенков стали лауреатами Нобелевской премии.

1 декабря были закончены ходовые испытания первой советской атомной подводной лодки. За период с июля по декабрь было сделано пять выходов в море, в т.ч. с погружением на глубину 300 м. 17 декабря первая советская атомная подводная лодка была принята в опытную эксплуатацию. Акт Государственной комиссии был утвержден постановлением Совета Министров СССР в январе 1959 года.

На вооружение Советской армии передана первая термоядерная головная часть для стратегической межконтинентальной ракеты

В ИАЭ синтезирован изотоп 102 элемента периодической системы Д.И.Менделеева с атомным весом 253 (научный руководитель работ Г.Н.Флеров).

В ИАЭ сдана в эксплуатацию экспериментальная установка «ОГРА-1» - самая большая ловушка с магнитными пробками (научный руководитель И.Н.Головин), предназначенная для экспериментальной проверки специального метода получения высокотемпературной плазмы, основанного на инжекции молекулярных ионов с захватом благодаря диссоциации на атомах остаточного газа.

И.Я.Померанчук на основе теоретического анализа предсказал, что при очень высоких энергиях взаимодействие частицы с частицей и частицы с античастицей будут совершенно одинаковыми. Этот вывод имел чрезвычайно важное значение для дальнейшего развития работ в области физики высоких энергий.

Введена в действие первая очередь Сибирской атомной электростанции мощностью 100000 кВт. В 70-е годы мощность станции превысила 600000 кВт.



Сибирская атомная электростанция.

За год на Северном испытательном полигоне Новая Земля проведено 24 воздушных испытания. Испытания проводились в два этапа. Первый этап в период февраль-март. Вторым этапом в период сентябрь-октябрь. Руководителем ядерных испытаний на полигоне на 1958 год был назначен Н.И. Павлов, его заместителями по авиационному обеспечению испытаний от ВВС - Н.И.Сажин, а от полигона 71 ВВС В.А.Чернорез. Впервые в ядерных испытаниях участвовал самолет-носитель на базе ТУ-95. В трех «опытах» самолет ТУ-95, на котором выполнялось транспортирование и прицельное сбрасывание «изделий», был ведущим, а в двух - подвергался воздействию поражающих факторов ядерных взрывов, выполняя полеты в строю с носителем ТУ-16 в качестве дублера.

1959

12 января первые пять миллиампер молекулярных ионов введены в магнитную ловушку установки «Огра».

17 марта Совет Министров СССР принял постановление о развертывании работ по созданию комплекса Д-4 с баллистической ракетой Р-21, стартующей из под воды. Первый пуск ракеты Р-21 из подводного положения был произведен на Северном флоте 24 февраля 1962 года с подводной лодки К-102 проекта 629Б. Всего в ходе испытаний было произведено 27 пусков ракет. 15 мая 1963 года комплекс Д-4 с ракетой Р-21 был принят на вооружение ВМФ СССР.

21 июля в Лаборатории «В» завершено строительство реактора на быстрых нейтронах БР-5 тепловой мощностью 5000кВт. В качестве топлива использована двуокись плутония. Теплоноситель - жидкокристаллический натрий. Опыт работы реактора БР-5 позволил приступить к строительству в г. Шевченко (Казахстан) первой крупной АЭС с реактором корпусного типа на быстрых нейтронах.

В конце 1959 года сданы в эксплуатацию 3 новых атомных подводных лодки: К-5, К-8, К-14 с конструктивными изменениями на основе испытаний К-3.

31 декабря постановлением Правительства атомный ледокол «Ленин» принят в опытную эксплуатацию.

1960

23 июня в Институте ядерных проблем пущен импульсный реактор ИБР, разработанный в Лаборатории «В».

25 августа постановлением Правительства СССР Лаборатория «В» переименована в Физико-энергетический институт.

На Заводе №12 создано производство дисперсионных блоков для тяжеловодных реакторов ОК-180 и ОК-190 с сердечником из диоксида или закись-окиси урана с обогащением урана-235 до 80%. Технология – НИИ-9 (научное руководство Я.Пахомов).

6 октября распоряжением Правительства СССР создан Всесоюзный научно-исследовательский институт радиационной техники (ВНИИРТ, Москва, директор С.В.Мамиконян).

13 октября произошла первая авария ядерной установки (течь парогенератора ядерной энергоустановки) на атомной подводной лодке «К-8» в море. Экипаж с аварией справился, лодка самостоятельно вернулась на базу. Переоблучено 13 человек.

Свой первый рейс по Северному морскому пути совершил атомный ледокол «Ленин», мощность на валу которого составляла 44000 л.с., длина ледокола 134 м., ширина 27,6 м., водоизмещение 16000 тонн, скорость по чистой воде - 18 узлов.

В составе ВМФ СССР уже действует опытная головная и несколько серийных атомных подводных лодок, оснащенных торпедами и ракетами с ядерными боеголовками.

В Объединенном институте ядерных исследований вступил в строй крупнейший в мире ускоритель тяжелых многозарядных ионов МЗИ - циклотрон на энергию 90-200 млн.эВ., средний ток 5-500 мкА. Предназначен для получения пучков тяжелых ионов от бора до аргона. Диаметр полюсов электромагнита - 310 см. С помощью ускорителя был открыт новый вид радиоактивности - протонная радиоактивность, синтезированы изотопы 102, 103 и впервые в мире - 104 и 105 элементы периодической системы Д.И.Менделеева (проектно-конструкторские работы - НИИ-ЭФА, детали изготовлены на ЛЭО «Электросила»).

В Объединенном институте ядерных исследований осуществлен физический пуск импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР, с мощностью в импульсе 23000 кВт (при частоте 5 импульсов в секунду). Максимальный поток тепловых нейтронов - $3,6 \times 10^{14}$ нейтрон (см²с). Средняя тепловая мощность - 3кВт (после усовершенствования в 1965 году - 6 кВт).

Н.Г.Басовым, А.М.Прохоровым и др. создана первая лазерная установка. В 1962 году за исследования в области квантовой электроники Н.Г.Басов и А.М.Прохоров стали лауреатами Нобелевской премии.

В Научно-исследовательском институте атомных реакторов пущен первый в мире исследовательский реактор СМ-2, работающий на промежуточных нейтронах при водяном замедлении. Его тепловая мощность - 50000 кВт, топливо - высокообогащенный уран, максимальный поток нейтронов $2,5 \times 10^{15}$ нейтрон (см²·с). Поток быстрых нейтронов в активной зоне превысил 10^{15} нейтрон (см²·с).

В Физико-энергетическом институте вступила в опытную эксплуатацию передвижная атомная электростанция ТЭС-3. Электрическая мощность установки 1500 кВт, тепловая 8800 кВт, теплоноситель - вода под давлением. Температура пара 280 гр.С, давление 20 кгс/см².

Опытно-конструкторское бюро при Ленинградском заводе «Электросила» преобразовано в Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (НИИЭФА, с 1961 года - имени Д.В.Ефремова, директор И.Ф.Бычков). Основные работы - в области проектирования и создания установок для разделения материалов, необходимых для создания ядерного оружия, по созданию ускорителей заряженных частиц и др.

1961

16 марта постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР на Испытательную лабораторию высокотемпературных атомных реакторов возлагается испытание бортовых ядерных установок для космической техники (научное руководство А.И.Лейпунский; генеральный конструктор М.М.Бондаренко, ОКБ-670 Государственного комитета по авиационной технике). Образуется Научно-исследовательский институт приборостроения.

В Институте теоретической и экспериментальной физики пущен кольцевой ускоритель протонов на энергию 7 млрд.эВ с числом частиц в импульсе 10^{11} при 15 импульсах в минуту. В основу конструкции был положен новый принцип жесткой фокусировки пучка.

В июне на Комбинате № 815 (директор С.И.Зайцев) пущен реактор «АДЭ-1» в проточном режиме.

4 июля на боевых учениях в Северной Атлантике произошла авария атомной установки, аналогичная аварии на «К-8» в 1960 году на первой ракетной атомной лодке «К-19», повлекшая за собой облучение и последующую смерть ряда командиров, старшин и матросов.

14 июля на Комбинате № 816 пущен завод «Д» с реактором АДЭ-3, 17 июля введен в эксплуатацию завод «М» (металлургическое производство), а 31 августа - радиохимический завод «Б».

12 августа постановлением Правительства на ВНИИРТ возложены обязанности головной организации в области медицинской радиационной техники.

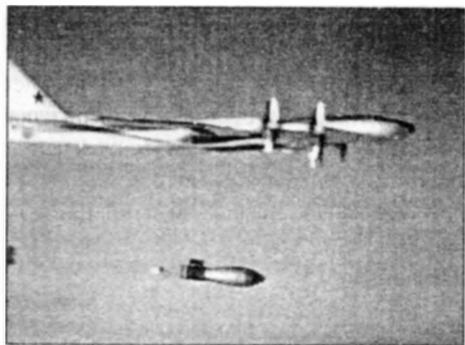
31 августа опубликовано заявление Советского правительства о проведении экспериментальных ядерных взрывов.

11 октября на Семипалатинском полигоне осуществлен первый подземный ядерный взрыв.

19-20 октября на Северном испытательном полигоне Новая Земля в ходе учений «Ра-дуга» с дизельной подводной лодки проекта 629 был осуществлен пуск ракеты Р-13 с ядерной боевой частью. Руководил стрельбой контр-адмирал С.С.Хомчик, а председателем Государственной комиссии являлся адмирал Н.В.Исаченков.

27 октября с Ракетного испытательного полигона «Капустин Яр» в ракетном пуске осуществлен первый высотный (космический) ядерный взрыв.

30 октября на Северном испытательном полигоне Новая Земля был испытан термоядерный заряд мощностью 50 мегатонн ТЭ. Решение о разработке и изготовлении сверхмощного термоядерного заряда и проведении его воздушных испытаний было принято Правительством СССР в ноябре 1955 года. Ожидаемая масса разработанной под руководством А.Д.Сахарова «супербомбы - изделие-202» составила порядка 26 тонн. Для ее доставки к месту испытания в конструкторском бюро А.Н.Туполева была осуществлена модернизация самолета ТУ-95, получившего индекс ТУ-95-202. Доработка самолета в качестве носителя была выполнена в 1956 году на летно-доводочной базе ОКБ -156 Министерства авиационной промышленности в Жуковском. Самолет был оборудован двумя пультами управления, размещаемыми в кабине пилотов: пультом управления автоматики «изделия» и пультом управления системой обогрева «изделия». Поскольку из-за своих габаритов «изделие 202» не могло быть размещено в бомбовом отсеке самолета, для его подвески было разработано специальное устройство, обеспечивавшее подъем «изделия» к фюзеляжу и закрепление его на трех синхронно управляемых замках. В 1956 году на полигоне 71 ВВС начались натурные испытания самолета-носителя ТУ-95-202 и «супербомбы» (вес 26 тонн, длина 8 метров, диаметр 2 метра). Вместе с отработкой аэробалистических характеристик «изделия» испытывалась его автоматика и система обогрева, а также бортовая радиотелеметрическая аппаратура. Научное руководство испытаниями «изделия 202» осуществлял Г.А.Цырков. Для повышения безопасности экипажа самолета при испытании, в случае отказа парашютной системы авиабомбы, в автоматику «изделия» было введено блокирующее устройство, исключающее возможность взрыва «изделия» ранее установленного с момента сбрасывания времени (200 секунд) и на не заданной высоте подрыва (около 4000 метров). К началу 1957 года уникальный испытательный комплекс был полностью отработан, но сами испытания были «заморожены» на четыре года и состоялись на Северном испытательном полигоне Новая Земля только 30 октября 1961 года. Подготовка к проведению испытания началась в сентябре. Особое внимание было уделено специальной подготовке экипажа самолета-носителя. С этой целью 20 сентября и 2 октября самолет ТУ-95-202 с командиром экипажа А.Е.Дурновцевым в составе группы самолетов Дальней авиации выполнил полеты в район полигона, где в это время проводились воздушные испытания термоядерных зарядов (сброс авиабомб производился с самолета ТУ-16 под командованием В.Ф.Мартыненко). В ходе второго полета на самолете ТУ-95-202 произошел отказ одного из двигателей и он был вынужден возвратиться на аэродром «Оленья» досрочно. На испытаниях 2 октября в полете над «эпицентром» участвовали два отряда самолетов-носителей «3М», кото-



рые осваивали опыт боевого применения ядерного оружия и обхода радиоактивного облака. 6 октября экипаж А.Е. Дурновцева совершил вылет на полигон со смонтированным в корпусе «супербомбы» термоядерным зарядом мощностью 4000 кт ТЭ. После завершения всех намеченных контрольных испытаний было принято решение о проведении испытания основного заряда. Руководителем испытания «супербомбы» был назначен Н.И. Павлов. В руководство испытаниями вошли Н.И. Сажин, В.А. Чернорез, К.С. Москаленко и др. Непосредственная подготовка «изделия» к испытаниям производилась специалистами Министерства среднего машиностроения СССР под руководством Е.А. Негина и Е.И. Забабахина. Выполнение задания по сбросу «изделия 202» на площадку Д-2 полигона было поручено экипажу самолета-носителя в составе: командир корабля майор А.Е. Дурновцев; ведущий штурман майор И.Н. Клещ; старший оператор радиолокатора старший лейтенант А.С. Бобиков; старший бортинженер майор Г.М. Евтушенко; оператор радиолокатора капитан технической службы А.Ф. Прокопенко; командир огневых установок капитан технической службы В.М. Снетков; стрелок-радист старший лейтенант М.П. Машкин; стрелок-радист ефрейтор В.Я. Болотов. Самолет-носитель с «супербомбой» в полете сопровождал самолет-лаборатория ТУ-16 под командованием подполковника В.Ф. Мартыненко. В состав экипажа входили: второй пилот старший лейтенант В.И. Муханов; ведущий штурман майор С.А. Григорюк; штурман-оператор радиолокатора майор В.Т. Музланов; стрелок-радист старший сержант М.Е. Шумилов. Взлет самолета-носителя ТУ-95-202 был произведен с аэродрома «Оленья» в 9 часов 27 мин. В 11 часов 30 мин. с высоты полета 10500 метров бомба была сброшена на площадку Д-2 в районе Маточкина Шара. Отделение бомбы от самолета прошло нормально, хотя он, по определению летчиков, как бы «сел на хвост». Через несколько секунд началось последовательное срабатывание каскада вытяжных парашютов: первым раскрылся парашют площадью 0,5 кв.м., вторым - площадью 5,5 кв.м., затем одновременно три по 42 кв.м., которые извлекли основной парашют площадью 1600 кв.м. «Изделие» начало плавно снижаться. На 188 секунде после отделения бомбы от самолета остров Новая Земля был озарен длительным свечением необычайной яркости. В момент вспышки, которая продолжалась в течение 65-70 секунд, самолет носитель находился от взрыва на удалении более 45 километров, а самолет-лаборатория - 55 километров. После окончания светового воздействия на самолетах были отключены автопилоты - в ожидании прихода ударной волны летчики перешли на ручное управление. Ударная волна воздействовала на самолеты многократно, начиная с удаления от взрыва на 115 километров для носителя и 250 километров - для самолета-лаборатории. По возвращении на аэродром экипажи могли наблюдать облако взрыва на расстоянии до 800 километров. По результатам самолетных и наземных измерений мощность произведенного взрыва была оценена в 50 мегатонн ТЭ, что соответствовало про-

ектным данным. За проявленные мужество, отвагу и героизм при испытании самой мощной термоядерной бомбы майору А.Е.Дурновцеву, майору И.Н.Клещу, подполковнику В.Ф.Мартыненко было присвоено звание Героя Советского Союза. Трижды Героями Социалистического Труда стали А.Д.Сахаров и Е.П.Славский. Многие ученые, конструкторы, работники промышленных предприятий и испытатели были удостоены высоких правительственных наград.

1 декабря распоряжением Правительства СССР создано Всесоюзное объединение «Изотоп».

1962

14 февраля председателем Государственного комитета Совета Министров СССР по использованию атомной энергии назначен А.М.Петросьянц.

10 апреля филиал КБ-25 Минсредмаша преобразован в Научно-исследовательский институт электровакуумной и импульсной техники (НИИ-50; Научно-исследовательский институт импульсной техники, Москва, первый директор Б.М.Степанов), ориентированный на разработку радиоэлектронной и радиовакуумной аппаратуры и датчиков для регистрации однократных быстротекущих процессов.



А.М.Петросьянц.

На Новосибирском заводе «Химконцентрат» (ПО «Север») введен цех по производству ТВЭЛов и тепловыделяющих сборок для исследовательских атомных реакторов.

2 июля в пос.Сосновый Бор создается Государственная испытательная станция (Научно-исследовательский технологический институт, директор О.Н.Соколов).

10 июля первая атомная подводная лодка «К-3» (командир Л.Фильцов) взяла курс на Северный полюс и 17 июля достигла его. 9 октября лодке было присвоено имя «Ленинский комсомол».

27 августа на Северном испытательном полигоне Новая Земля в ходе учения «Шквал» проведены испытания авиационной крылатой ракеты с ядерным зарядом. Ракета была создана на базе истребителя типа МиГ, ее носителем был «доработанный» самолет Ту-16. Председателем Государственной комиссии был адмирал В.А.Касатонов. Это были последние в СССР ядерные взрывы в воде и на водной поверхности.

1 ноября в ракетном пуске с Ракетного испытательного полигона «Капустин Яр» осуществлен последний высотный (космический) ядерный взрыв.

24 декабря на Семипалатинском полигоне осуществлен последний наземный ядерный взрыв.

25 декабря на Северном испытательном полигоне Новая Земля осуществлен последний воздушный ядерный взрыв.

В РИАНе начаты исследования по использованию радионуклидов для терапии рака путем создания радиоактивного противоопухолевого препарата.

В Минсредмаш из Академии наук Армянской ССР передается Ереванский физический институт (директор А.И.Алиханьян).

1963

13 марта Министерство среднего машиностроения СССР преобразовано в Государственный производственный комитет по среднему машиностроению СССР, а Государственный комитет Совета Министров СССР по использованию атомной энергии - в Государственный комитет по использованию атомной энергии СССР.

25 марта постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР из Мособлсовнархоза в Государственный производственный комитет по среднему машиностроению передается Специальное конструкторско-технологическое бюро с опытным заводом, на базе которых создается Опытно-конструкторское бюро №20 (Конструкторское бюро автотранспортного машиностроения, г. Мытищи, начальник и главный конструктор - С.П.Попов).



Н.Г.Басов



А.М.Прохоров

10 апреля в Северной Атлантике произошла авария ядерной энергоустановки на атомной подводной лодке «К-19». Погибло 8 человек. Лодка отбуксирована на базу.

В Объединенном институте ядерных исследований синтезирован тяжелый изотоп 102-го элемента с атомным весом 256 (научный руководитель Г.Н.Флеров), а также обнаружен новый класс атомных ядер-изомеров, обладающих сверхкоротким временем самопроизвольного деления (научный руководитель С.М.Поликанов).

В Научно-исследовательском институте атомных реакторов сдана в эксплуатацию опытная энергоустановка «Арбус» для исследования работы атомных электростанций малой мощности в отдаленных районах. Реактор корпусного типа, теплоносителем и замедлителем которого является органическая жидкость с высокой температурой кипения. Электрическая мощность 750 кВт.

5 августа в Москве подписан Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой, вступивший в силу 10 октября после его ратификации парламентами первоначальных участников - СССР, США и Англии. Сегодня к договору присоединилось более 110 стран.

11 ноября в ГПК по среднему машиностроению передается ОКБ ЛКЗ, на базе которого образуется Центральное конструкторское бюро машиностроения (главный конструктор И.Ф.Бычков, с 1964 года - Н.М.Синев).

15 ноября в г.Протвино Московской области на базе филиала ИТЭФ создается Институт физики высоких энергий (директор А.А.Логунов, научный руководитель - Н.Н.Боголюбов.

25 декабря реактор «АДЭ-2» с ТЭЦ-120 включен в состав действующих объектов Комбината № 815.

26 декабря в ГПК по среднему машиностроению передается СКБ ГМЗ, на базе которого образуется Опытно-конструкторское бюро машиностроения (главный конструктор И.И.Африкантов), ориентированное на разработку и отработку конструкций промышленных, быстрых и специальных реакторов.

28 декабря Государственной комиссией принята в эксплуатацию первая очередь завода «Б» и завода АДЭ-2а Комбината № 815, созданных на основании решения Правительства от 14 февраля 1955 года (директор комбината С.И.Зайцев).

30 декабря подписан акт о приеме в эксплуатацию завода «РИ» по производству изотопов Комбината № 817, решение о строительстве которого было принято Правительством 9 марта 1956 года.

В ИАЭ им.И.В.Курчатова на термоядерной установке ПР-5 впервые получена плазма с температурой 40 млн.градусов.

1964

26 февраля на Комбинате № 816 пущен реактор «АДЭ-4».

В Объединенном институте ядерных исследований группой советских и зарубежных ученых синтезированы первые 150 атомов 104-го элемента периодической системы Д.И.-Менделеева (научный руководитель Г.Н.Флеров).

В Физико-энергетическом институте для промышленного производства радиоактивных изотопов создан типовой циклотрон с диаметром полюсов электромагнита 150 см. Универсальность циклотрона заключалась в техническом решении, позволившем ускорять дейтроны до 24 млн.эВ, альфа-частицы до 48 млн.эВ.

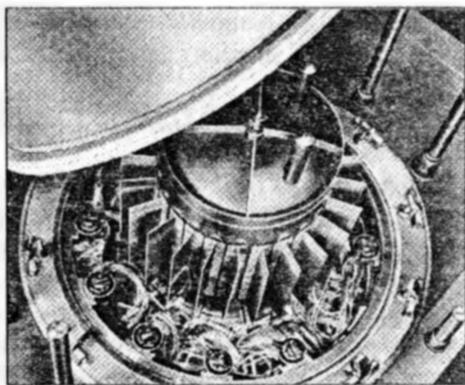
В Институте атомной энергии создан первый исследовательский реактор «МР» для испытания материалов канального типа, активная зона которого была погружена в бассейн глубиной 9,1 м. Мощность реактора составила 20000 кВт (в 1965 году доведена до 30000 кВт). Поток тепловых нейтронов - 8×10^{11} нейтрон (см²хс).

26 апреля дала промышленный ток первая очередь Белоярской АЭС (под г.Екатеринбургом). Мощность первого энергоблока с кипящим водо-графитовым реактором на медленных нейтронах канального типа составила 100000 кВт, второго 200000 кВт.



Белоярская АЭС

На Белоярской АЭС впервые в мире непосредственно в реакторе получен перегретый пар (ядерный перегрев), температура которого составила 500 гр.С, а давление до 50 кгс/см² (генеральный конструктор реактора Н.А.Доллежал, научное руководство Д.И.Блохинцев и А.К.Красин, проектировщик А.И.Гутов).

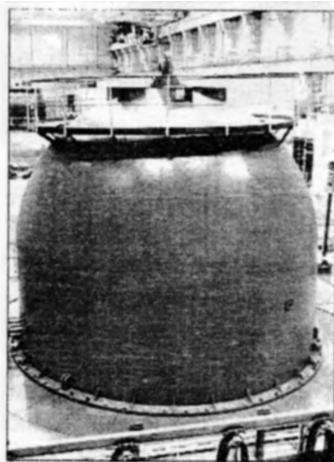


«Ромашка»

14 августа в Институте атомной энергии им. И.В.Курчатова введена в строй первая в мире экспериментальная энергетическая установка «Ромашка» с прямым преобразованием ядерной энергии. Ядерное топливо реактора - обогащенный дикарбид урана. Загрузка урана 49 кг. Электрическая мощность установки - 0,5 - 0,8 кВт. Рабочая температура в центральной части 1770 гр.С, на внешней поверхности 1000 гр.С. Проработав 15000 часов, реактор выработал 6140 кВт.ч. электроэнергии.

25 августа приказом по Государственному комитету по использованию атомной энергии Союзный научно-исследовательский институт приборостроения назначен головной организацией в области ядерного приборостроения (директор В.В.Матвеев).

30 сентября пущен первый блок Ново-Воронежской АЭС (под г.Воронежем). К февралю 1965 года его мощность достигла 240000 кВт против 210000 кВт по проекту. На станции использовался реактор корпусного типа, топливом служил слабообогащенный уран, теплоносителем - вода под давлением. Температура пара 230 гр.С, давление 29 кгс/см² (научное руководство - ИАЭ, А.П.Александров, С.А.Скворцов; конструкторские работы - ОКБ - «Гидропресс», главный конструктор А.А.Хохлачев).



Первый блок Ново-Воронежской АЭС

В сентябре в Женеве состоялась Третья международная научно-техническая конференция по мирному использованию ядерной энергии. Советскими учеными было представлено около 200 докладов по проблемам ядерной энергетики и термоядерных исследований.

1965

15 января в Казахстане с помощью подземного ядерного взрыва на выброс создано искусственное озеро «Чаган». Общая емкость водохранилища составила 20 млн.кубометров.

10 февраля в г.Северодвинске при перезарядке реакторов на судовой верфи произошла авария на серийной атомной подводной лодке типа «Ленинский Комсомол» - «К-11». Из-за

халатности должностных лиц произошел неконтролируемый пуск реактора и сильный пожар, переоблучилось 7 человек.

2 марта Государственный производственный комитет по среднему машиностроению СССР преобразован в Министерство среднего машиностроения СССР. Министр - Е.П.Славский.

30 марта в целях интенсификации добычи нефти на Грачевском нефтяном месторождении в Башкирии осуществлен первый групповой подземный ядерный взрыв. В две скважины было заложено и одновременно подорвано по одному ядерному устройству.

8 апреля бывший филиал СНИИПа в г.Пятигорске был преобразован в завод «Импульс» (директор - В.А.Акинфиев), ориентированный на изготовление деталей из литья, пресс-порошков, фотохимии и др.

В Объединенном институте ядерных исследований завершен сложный эксперимент по фиксации и исследованию редкого явления в микромире: бета-распада мезонов. Работа оказала существенное влияние на развитие современной физической науки, в частности, физики слабых взаимодействий (научный руководитель Ю.Д.Прокошкин).

На Украине в Физико-техническом институте в поселке Пятихатки под г.Харьковом пущен самый мощный в мире (по состоянию на 1965 год) линейный ускоритель электронов на энергию 2 млрд.эВ. Средний ток в импульсе - 0,1 мкА, длина волновода -250 м.

27 июня на Комбинате № 816 пущен реактор АДЭ-5.

На заводе «Авангард» при участии сотрудников ВНИИНМ изготовлены два полониевых тепловых блока «Орион» (12-17 тыс.Ки, 18 вт (эл), успешно использованные на спутниках «Космос-84» и «Космос-90».

В ноябре вступила в строй экспериментальная Мелекесская АЭС с кипящим реактором корпусного типа. Электрическая мощность - 50000 кВт, тепловая - 150000 кВт, топливо - слабообогатенный уран, замедлитель нейтронов - обычная вода.

На Ульяновском металлургическом заводе создано промышленное производство бериллия для нужд атомной и ракетной техники.

Принято решение о разработке проекта АЭС с реактором РБМК электрической мощностью 1000 мВт. Научное руководство проектом поручено ИАЭ, разработка конструкции реактора - НИКИЭТу. Проект реактора РБМК-1000 был утвержден в июне 1967 года. Тогда же было утверждено проектное задание на строительство первой очереди Ленинградской АЭС. Проектирование станции было возложено на ВНИИПИЭТ.

1966

23 февраля постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР из Министерства радиопромышленности СССР передано Специальное конструкторское бюро завода № 326

им. М. В. Фрунзе, преобразованное в Горьковское конструкторско-технологическое бюро измерительных приборов - филиал ВНИИЭФ МСМ СССР (директор Ю. Е. Седаков), ориентированный на разработку радиодатчиков и других приборов для специзделий Минсредмаша.

В мае в ГДР недалеко от города Рейнсберга построена советскими и немецкими специалистами АЭС с реактором водо-водяного типа. Тепловая мощность 263000 кВт., электрическая - 70000 кВт. Эта АЭС являлась опытной, предназначавшейся, прежде всего, для овладения немецкими специалистами навыками управления атомным реактором.

30 июня на базе Рижского филиала ВНИИРТа создан Рижский научно-исследовательский институт радиоизотопного приборостроения (директор - В. А. Янушковский), ориентированный на разработку и выпуск полупроводниковых детекторов.

29 сентября постановлением Правительства СССР утвержден государственный план строительства АЭС до 1977 года в объеме 11,9 млн. кВт.

30 сентября с помощью подземного ядерного взрыва ликвидирована авария на газовом месторождении Урта-Булак. Пожар продолжался 1064 дня.

На Волгоградском химическом заводе им. Л. Я. Карпова пущена первая в СССР промышленная радиационно-химическая установка РС-25.

Закончен монтаж новых атомных установок типа ВМ-4 на ряде головных подводных лодок.

3 декабря на Семипалатинском полигоне осуществлен первый групповой ядерный взрыв в одной горной выработке. В штольню были опущены и одновременно подорваны два ядерных устройства.

1967

2 февраля ЦК КПСС и Совет Министров СССР своим постановлением утвердили решение Госплана Украинской ССР о размещении Центрально-Украинской (Чернобыльской) АЭС около села Копачи Киевской области.

25 апреля распоряжением Правительства СССР на базе Центрального бюро научно-технической информации в Москве образован Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИАтоминформ, первый директор - В. Ф. Семенов).

В мае начата разработка котлована под главное здание первой очереди Ленинградской АЭС. 12 сентября строителями был уложен первый кубометр бетона в основание станции, а 12 декабря - в несущие конструкции реакторного блока.

8 сентября около 2-х часов ночи произошел пожар на атомной подводной лодке «К-3». Пожар начался в первом отсеке из-за скопления горючеопасных паров гидравлики и возникновения искры. Лодка всплыла, своим ходом вернулась на базу. Но 39 моряков по-

гибли. Реакторы повреждены не были.

В Научно-исследовательском институте атомных реакторов пущен многоцелевой реактор МИР канального типа, погруженный в бассейн с водой. Мощность реактора 100000 кВт. Максимальный поток тепловых нейтронов $1,5 \times 10^{15}$ нейтронов ($\text{см}^{-2}\text{с}$). Реактор охлаждается обычной водой под давлением.

14 октября в Институте физики высоких энергий пущен мощный кольцевой ускоритель протонов (протонный синхротрон) на энергию 70 млрд.эВ с числом частиц в импульсе 10^{12} . Номинальная энергия при пуске была перекрыта и достигла 76 млрд.эВ. Интенсивность пучка $1,4 \times 10^{12}$ частиц/амп. Средний диаметр орбиты ускорителя 472 м., а длина 1483 м. При этом, если масса стали ускорителя ОИЯИ на 10 млрд.эВ в 1957 году составляла 36000 тн, то серпуховского - 20000 тн.

21 октября осуществлен первый групповой ядерный взрыв на Северном испытательном полигоне Новая Земля с одновременным подрывом двух штолен.

В декабре пущен второй блок Белоярской АЭС с реактором АМБ-200 электрической мощностью 200000 кВт.

1968

28 января постановлением Правительства СССР создаются приборные заводы «Тензор» (г.Дубна, директор П.А.Журавлев), ориентированный на выпуск аппаратуры для научных исследований в области ядерной физики и «Сигнал» (г.Обнинск, директор Ф.Н.Смоляр), ориентированный на выпуск изделий для атомных электростанций и радиоизотопных приборов для народного хозяйства. Этим же постановлением на Украине в г. Желтые Воды создан Приборостроительный завод «Электрон» (директор В.Г.Холоменко), ориентированный на производство электронно-физической аппаратуры для научных исследований и измерений в области ядерной физики.

1 марта принято постановление Правительства СССР о строительстве атомного ледокола «Сибирь».

В Научно-исследовательском институте атомных реакторов осуществлен физический пуск опытного реактора на быстрых нейтронах БОР-60. Электрическая мощность 12000 кВт, тепловая - 60000 кВт, топливо - двуокись обогащенного урана.

28 апреля в Институте физики высоких энергий на ускорителе протонов зарегистрированы первые пи-мезоны и протоны.

На Химическом комбинате «Маяк» внедрена технология изготовления нейтронных источников на основе PuBe13 , обеспечивающая стабильный выход нейтронов.

24 мая при проверке и фиксации параметров главной энергетической установки (с двумя реакторами на промежуточных нейтронах и жидкометаллическим теплоносителем) на

атомной подводной лодке «К-27» резко упала мощность реактора левого борта (с максимальной до 7-8%). В результате течи парогенераторов последовал перегрев реактора и разрушение не менее 20% ТВЭЛов. В отсеке резко возросла радиация (более 2000Р), радиоактивные газы распространились по другим отсекам. Все 124 члена экипажа были переоблучены.

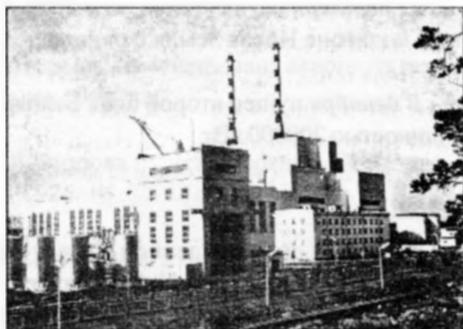
1 июля в Вашингтоне, Лондоне и Москве страны - депозитарии подписали Договор о нераспространении ядерного оружия.

В августе из-за неправильного монтажа сети резервного питания компенсирующих органов реактора левого борта произошел неконтролируемый пуск реактора на подводном ракетносце «К-140». Пострадавших не было.

В Новосибирске состоялась Третья международная конференция по физике плазмы и управляемым термоядерным реакциям.

В Институте атомной энергии им. И.В.Курчатова на установке с магнитным удержанием плазмы «Токамак-3» осуществлен нагрев водородной плазмы до 10 млн. градусов.

Начато строительство новой промышленной АЭС (в качестве третьего блока Белоярской АЭС) с реактором на быстрых нейтронах электрической мощностью 600000 кВт, тепловой - 1480000 кВт, с натриевым теплоносителем.



Белоярская АЭС

1969

17 февраля реактор «АИ» начал работу в новом режиме на блоках АИД-90%, позволивших существенно снизить затраты на сырье.

1 сентября постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР принято решение о строительстве первого в СССР атомного надводного корабля для ВМФ СССР.

24 ноября Президиум Верховного Совета СССР ратифицировал Договор о нераспространении ядерного оружия.

В декабре введен в действие второй блок Ново-Воронежской АЭС мощностью 365000 кВт. Электрическая мощность второго блока была значительно увеличена за счет модернизации активной зоны и других усовершенствований.

31 декабря Правительственной комиссией подписан акт о приемке в состав ВМФ СССР атомной подводной лодки «К-162» - скоростной лодки с новым типом энергетических установок (водоизмещение 5197 куб.м., длина 107 м., ширина 11.5 м., осадка 8м.; глубина погружения 400 м.; скорость надводная 16 узлов, подводная - 42 узла; 2 ядерных установки; мощность реактора 177000 кВт, крылатые ракеты с подводным стартом -10; 4 торпедных аппарата).

1970

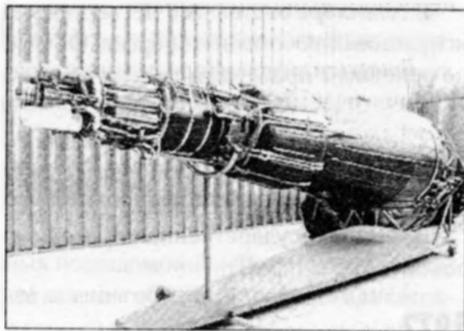
14 февраля в Институте физики высоких энергий открыт антигелий-3.

В Объединенном институте ядерных исследований начаты эксперименты по ускорению дейтронов до энергии 11 млрд.эВ. Тем самым синхрофазотрон стал первым в мире релятивистским ускорителем ядер.

5 марта вступил в силу Договор о нераспространении ядерного оружия, ратифицированный Верховным Советом СССР.

Проведены комплексные испытания атомной термоэмиссионной установки для космических аппаратов «Топаз-1» реактора-преобразователя тепловой энергии, выделяющейся при делении ядерного топлива, в электрическую.

Электрическая мощность установки в зависимости от режима работы -5-10 кВт. Установка работала на этой мощности в течение 1000 часов.



«Топаз-1»

10 ноября произведен запуск автоматической станции Луна-17. 17 ноября станция совершила мягкую посадку на поверхности Луны в районе Моря Дождей. На Луну был доставлен и приступил к научным исследованиям автоматический лунный самоход «Луноход-1» с изотопным источником тока и полониевыми блоками обогрева.

Во ВНИИНМ закончена разработка технологии прокатки прутков урана сначала на одноклетевых нереверсивных станах, а затем на шестиклетевом стане непрерывной прокатки (научный руководитель А. Д. Никулин), начатая в 1955 году и обеспечившая производство урановых стержней для ТВЭЛов уран-графитовых реакторов с однородной мелкозернистой структурой, минимальной пористостью, высокими механическими свойствами, благоприятной текстурой.

1971

Пушена крупнейшая в Европе промышленная радиационная установка «Лента» для производства высоко-термостойкой самослипающейся изоляционной ленты.

8 апреля в 22 часа 30 мин. в Бискайском заливе в третьем и восьмом отсеках атомной подводной лодки «К-8» начался пожар. Лодка всплыла, но потеряла ход: сработала аварийная защита реакторов из-за выхода из строя силовой электросети. 11 апреля лодка затонула на глубине более 4500 м, погибли 57 членов экипажа.

18 мая Президиумом Верховного Совета СССР ратифицирован Договор о запрещении размещения на дне морей и океанов и в его недрах ядерного оружия и других видов оружия массового уничтожения.

В июле на верфи Балтийского завода заложен атомной ледокол - «Арктика». Мощность турбоэлектрической установки - 75 тыс. л.с., водоизмещение 23460 тн, максимальная скорость хода 23 узла.

29 сентября секцией НТС МСМ СССР одобрен технический проект ППУ КН-3 для надводного корабля (главный конструктор Ф.М.Митенков; научный руководитель Н.С.Хлопкин).

В сентябре состоялась Четвертая международная научная конференция по мирному использованию атомной энергии. От СССР было представлено 60 докладов и сообщений по основным проблемам использования атомной энергии в науке и технике.

27 декабря на Ново-Воронежской АЭС пущен третий энергоблок с электрической мощностью реактора 440000 квт (реактор ВВЭР-440).

Принята государственная программа строительства АЭС на период до 1980 года в объеме 26,8 млн. квт.

1972

14 января в Институте физики высоких энергий состоялось открытие уникального экспериментального комплекса, основу которого составила жидководородная пузырьковая камера «Людмила», созданная в Объединенном институте ядерных исследований силами ученых и инженеров социалистических стран.

22 февраля в Варшаве правительствами Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, СССР и Чехословакии подписано Соглашение об учреждении Международного объединения по ядерному приборостроению «Интератоминструмент».

24 февраля в Северной Атлантике на глубине, по вине экипажа, произошел пожар на атомной подводной лодке «К-19». Капитан-лейтенант В.Милованов сумел своевременно заглушить реакторы, что предотвратило возможные плачевные последствия. Авария, никоим образом не связанная с атомными реакторами, стоила жизни 30 офицерам и матросам.

28 февраля постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР на базе ОКБ «Заря» Минсредмаша, МКБ «Красная звезда» и подразделений ТМКБ «Союз» Минавиапрома СССР для проведения исследований и инженерных работ по атомной энергетике, реакторному материаловедению, регенерации топлива, трасурановых элементов и др. создано Научно-производственное объединение «Красная звезда» (первый директор - Г.М.Грязнов).

Впервые в истории ледокольного флота в зимнее время атомным ледоколом «Ленин» из порта Дудинка в г.Мурманск проведен дизель-электроход «Индиگیرка».

22-30 мая в Москве подписаны советско-американские договоры: «Основы взаимоотношений между Союзом Советских Социалистических Республик и Соединенными Штатами Америки», «Договор об ограничении систем противоракетной обороны», «Временное соглашение о некоторых мерах в области ограничения стратегических наступательных вооружений (ОСВ-1)», «О предотвращении инцидентов в открытом море и воздушном пространстве».

над ним», «О сотрудничестве и использовании космического пространства в мирных целях», «О сотрудничестве в области медицинской науки и здравоохранения».

1 августа начата графитовая кладка, а 15 октября монтаж технологических каналов реактора первого блока Ленинградской АЭС.

В декабре спущен на воду атомный ледокол «Арктика». Его габариты были незначительно больше, чем у атомного ледокола «Ленин». За счет балластных отсеков позволяющих заполнять и быстро опорожнять тысячетонные емкости водой, значительно повышена возможность судна по преодолению ледовых покрытий: в необходимое время то корма, то нос, то судно в целом давят льды увеличенной тяжестью корпуса.

В декабре пущен четвертый энергоблок Ново-Воронежской АЭС мощностью 440000 кВт.

Сотрудниками Объединенного института ядерных исследований и Физического института им. П.Н. Лебедева обнаружено неизвестное ранее явление образования и распада сверхтяжелого элемента гелия-8.

В Западной Словакии пущена первая в Чехословакии Ясловско-Богуницкая АЭС с тяжеловодным корпусно-канальным реактором с газовым охлаждением, работающим на природном уране. Тепловая мощность 540000 кВт., электрическая - 140000 кВт. Сооружение станции осуществлялось совместно чехословацкими и советскими учеными и специалистами.

1973

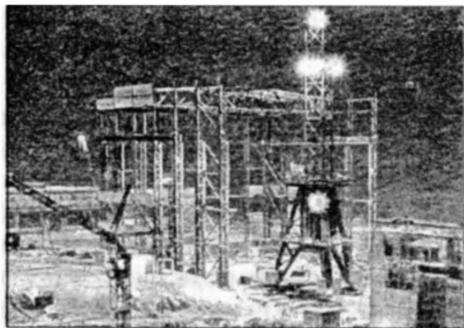
16 января в районе восточной окраины Моря Ясности на Луне начал научные исследования «Луноход-2» с изотопными источниками тока. На луноходе были установлены магнитометр, рентгеноспектральный прибор «Рифма-М» для оценки физико-механических свойств грунта.

18 мая поселок энергетиков Сосновый Бор Ленинградской области получил статус города областного подчинения.

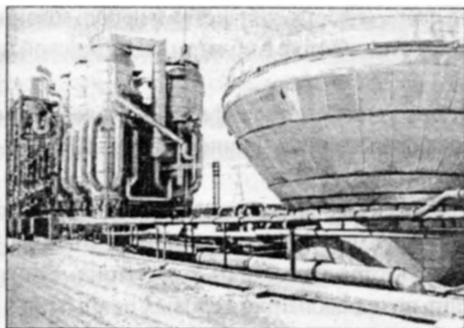
19-23 июня в Вашингтоне между СССР и США подписаны «Основные принципы переговоров о дальнейшем ограничении стратегических наступательных вооружений», соглашения «О научно-техническом сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии», «О предотвращении ядерной войны», протокол по вопросам расширения сотрудничества в области воздушных сообщений.

29 июня вступил в строй первый энергоблок Кольской АЭС в Заполярье, электрическая мощность реактора 440000 кВт. Конструкция реактора и тепловая схема АЭС - практически аналог Ново-Воронежской АЭС.

15 июля в г.Шевченко (г.Актау, Казахстан) на Мангышлакском энергозаводе осуществлен энергетический пуск многоцелевой АЭС с реактором корпусного типа на быстрых



Строительство Кальской АЭС



АЭС г.Шевченко (г.Актау, Казахстан)

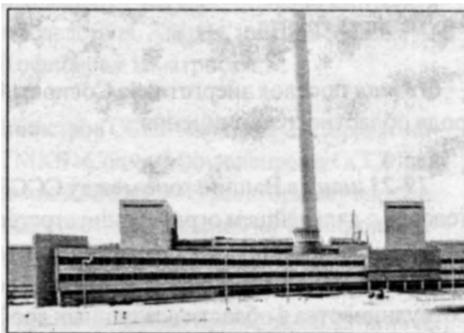
нейтронах. Электрическая мощность АЭС эквивалентна 350000 кВт, тепловая - 1000000 кВт, топливо - таблетки из двуокиси высокообогащенного урана в оболочке из нержавеющей стали. Температура пара 440 гр.С, давление 50 кгс/см². Наряду с выработкой примерно 150000 кВт АЭС дает пар на установку по опреснению морской воды, производящую более 120000 куб.м. пресной воды в сутки.

Во втором квартале на ПО «Чепецкий механический завод» на проектную мощность выведено прокатно-прессовое производство изделий из циркониевых сплавов мощностью 300 тн проката в год.

В Москве состоялась Шестая Европейская конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу.

В рамках Совета Экономической Взаимопомощи образовано Международное объединение в области атомной энергетики - «Интератомэнерго».

12 сентября осуществлен физический пуск реактора первого блока Ленинградской АЭС. 23 декабря первый блок ЛАЭС принят в эксплуатацию, а 1 ноября 1974 года блок выведен на проектную мощность. Реактор уран-графитовый, канального типа РБМК-1000, охлаждаемый кипящей водой. Тепловая мощность блока - 3200000 кВт. Давление насыщенного пара перед турбиной 65 ат. Топливо - обогащенная до 1,8% двуокись урана. Научное руководство - ИАЭ (А.П. Александров), конструкторские работы - НИКИЭТ (Н.А. Доллежал).



Ленинградская АЭС

В ГДР при технической помощи СССР пущен в строй первый блок АЭС «Норд», расположенной на южном берегу Грейфсвальдского залива Балтийского моря. Электрическая мощность блока 880000 кВт.

На вооружение ВМФ СССР принята первая дальнеходная противокорабельная торпеда калибра 650-мм. Торпеда 65-73 имела дальность хода 50 км, скорость 50 узлов и глубину поражения цели до 14 метров. В качестве боевой части был применен спецбоеприпас с дистанционным взрывателем. Торпедой вооружались подводные лодки проекта 671РТ.

1974

11 января на самой северной в мире Билибинской ТЭЦ на Чукотке пущен первый энергоблок. В 1976 году Билибинская ТЭЦ стала первой в стране атомной теплоэлектроцентралью, построенной в зоне вечной мерзлоты. Энергетическая мощность энергоблока - 12000 кВт, тепловая - 62000 кВт, реактор - уран-графитовый канального типа по аналогии с реактором Белоярской АЭС, но с существенными усовершенствованиями, в частности, с одноконтурной схемой охлаждения с естественной циркуляцией. В этом же году был введен в эксплуатацию второй энергоблок.

3 июля в Москве СССР и США подписали совместный Договор об ограничении подземных испытаний ядерного оружия, совместное заявление и протокол к Договору об ограничении систем противоракетной обороны.

18 июля в Болгарии осуществлен энергетический пуск первого энергоблока АЭС «Козлодуй». Электрическая мощность блока 440000 квт. Источник тепловой энергии - гетерогенный реактор на медленных нейтронах тепловой мощностью 1375000 квт. Реактор водо-водяного типа под давлением (ВВЭР) - аналог третьего блока Ново-Воронежской АЭС.

В СССР разработан сверхпроводник из сплава НТ-50 диаметром 1.0 мм с 1045 жилами диаметром 20 мкм. Критическая плотность тока по сплаву составила $(1,2 - 1,3) \times 10^5$ А/см² в поле 5Тп. Применяется при разработке крупных магнитных систем (научное руководство ИАЭ; по технологии сверхпроводников - ВНИИНМ).

9 декабря введен в эксплуатацию второй блок Кольской АЭС.



АЭС «Норд»



Билибинская АЭС



АЭС «Козлодуй»

17 декабря успешно завершены испытания во льдах атомного ледокола «Арктика».

1975

17 февраля в Москве состоялось подписание совместной советско-английской декларации о нераспространении ядерного оружия.

11, 15 апреля в Москве подписаны советско-югославские и советско-иракские соглашения о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях.

5 мая осуществлен физический пуск реактора второго блока Ленинградской АЭС. 8 января 1976 года второй блок выведен на проектную мощность.

В июне атомный ледокол «Арктика» вышел в первую навигацию.

На первом энергоблоке Ленинградской АЭС произошла тяжелая авария с пережогом технологического канала и разгерметизацией ТВС.

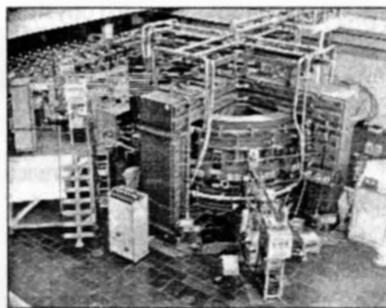
Введен в эксплуатацию третий блок Билибинской АЭС.

Во втором квартале на проектную мощность на ПО «Чепецкий механический завод» выведено прокатно-прессовое производство изделий из циркониевых сплавов (300 тн проката в год).

9 октября академик А.Д.Сахаров стал лауреатом Нобелевской премии мира.

18 октября осуществлен первый групповой ядерный взрыв на Северном испытательном полигоне Новая Земля с одновременным подрывом двух ядерных взрывных устройств в одной скважине.

В ИАЭ им.И.В.Курчатова пущен «Токомак-10», на котором была получена плазма с температурой электронов 10 млн. градусов, ионов - более 7 млн. градусов, плотностью 6×10^{13} част/см(3).



«Токомак-10»

1976

23 февраля спущен на воду атомный ледокол «Сибирь».

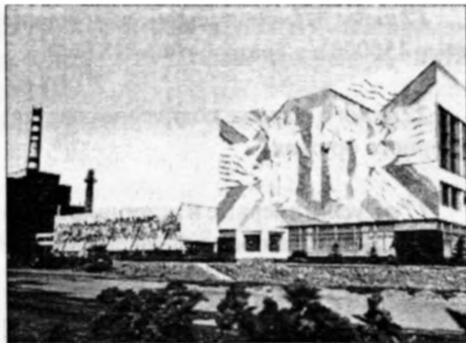
28 мая в Москве и Вашингтоне состоялось подписание договора между СССР и США о подземных ядерных взрывах в мирных целях.

16 июля в Москве подписано соглашение между СССР и Францией о предупреждении случайного или неспланированного применения ядерного оружия.

19 декабря введен в эксплуатацию первый блок Курской АЭС с реактором типа РБМК-1000.

27 декабря введен в действие первый производственный комплекс гиганта отечественного атомного машиностроения Волгодонского завода «Атоммаш».

Введен в эксплуатацию первый блок Армянской АЭС. Поскольку станция проектировалась для строительства в сейсмически активной зоне, то при ее монтаже было установлено 180 гидромортизаторов разной мощности (20, 100, 170 тн), с помощью которых осуществлялась защита основного оборудования от сейсмических воздействий. За все время эксплуатации станция без остановки реакторов выдержала толчки мощностью 6-7 баллов.



Курская АЭС

Начато внедрение новой экстракционной технологии аффинажа плутония с использованием трибутилфосфата, заменившей метод эфирной экстракции плутония из азотно-кислых растворов, что позволило сократить количество жидких радиоактивных отходов в 15-20 раз. (Научное руководство ВНИИНМ - В.В.Фомин, В.Б.Шевченко и др.; активно участвовали сотрудники ВНИИХТа - Б.Н.Ласкорин, Е.А.Филиппов, РИАН - М.Ф.Пушленков, Б.Я.Зильберман; ПО Химический комбинат «Маяк» - А.С.Никифоров, М.В.Гладышев).

Разработан проект ППУ ТИ-4 паропроизводительностью 250 т/ч. Цель проекта - определение возможности создания для атомной подводной лодки малозумной ППУ с естественной циркуляцией теплоносителя. (главный конструктор Ф.М. Митенков (ОКБМ); научное руководство - Н.С.Хлопкин (ИАЭ)).

В Троицком институте инновационных и термоядерных исследований (ТРИНИТИ) введен в действие импульсно-периодический CO_2 -лазер с мощностью в пучке 100 кВт (конструкторская разработка НИИЭФА).

Введен в эксплуатацию четвертый блок Билибинской АЭС.

ВО «Изотоп» реализовало 48000 источников α -излучения для нейтрализаторов статического электричества на основе нуклидов плутония-239 (в 1971 - 24000), а также 950000 источников для установок противопожарного назначения (в 1971- 77000).

1977

На ПО Химическом комбинате «Маяк» пущен завод РТ-1 - первый отечественный завод по регенерации ТВЭЛов. Разработка технологии регенерации и предварительные опытно-промышленные испытания экстракционных процессов выделения из топлива нептуния и урана были проведены под руководством В.Б.Шевченко, И.В.Шилина, А.С.Никифорова, Б.В.Никипелова и В.И.Землянухина. Технология позволила получать «энергетический» плутоний.

17 июня Минсредмашем утвержден технический проект реактора ОК-650М, мощностью 150000 л.с. (разработчик ОКБМ).

22 июня в Париже подписана советско-французская декларация о нераспространении ядерного оружия.

17 августа впервые в истории мореплавания атомный ледокол «Арктика», преодолев в активном плавании мощный ледовый покров Северного Ледовитого океана, достиг географической точки «Северный полюс».

В сентябре введен в эксплуатацию первый блок Чернобыльской АЭС.

10 октября в Москве подписано соглашение между правительством СССР и Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии о предотвращении случайного возникновения ядерной войны.

10 ноября опубликовано сообщение о завершении строительства Баксанской нейтронной обсерватории Института ядерных исследований Академии наук СССР, пуске подземного нейтронного телескопа и низководородных лабораторий этой обсерватории.

В Чехословакии около села Ясловские Богумицы пущен первый блок второй АЭС «В-1» с советским усовершенствованным реактором водо-водяного типа ВВЭР-440. Тепловая мощность 1375000 кВт., электрическая мощность 440000 кВт.

Начат серийный выпуск активных зон «ВМ-4АМ» - двухкольцевых с гадолиниевым поглотителем для реакторов атомных подводных лодок.

1978

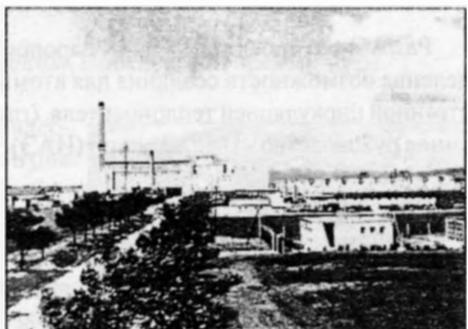
9 марта делегация социалистических государств - членов Комитета по разоружению - внесла на рассмотрение комитета проект Конвенции о запрещении производства, накопления, развертывания и применения ядерного нейтронного оружия.

15 мая начата графитовая кладка, а 20 сентября монтаж технологических каналов реактора третьего блока Ленинградской АЭС.

29 декабря Государственной комиссией принята в опытно-промышленную эксплуа-



Чернобыльская АЭС



Ясловско-Богумицкая АЭС

тацию реакторная установка «Руслан». 19 января 1979 года начаты работы по физическому пуску реактора, а 4 декабря 1980 года мощность реактора «Руслан» доведена до 100%.

В Словакии введен в эксплуатацию первый блок АЭС «В-1».

1979

В январе введен в эксплуатацию второй блок Чернобыльской АЭС.

28 января введен в эксплуатацию второй блок Курской АЭС.

15-18 июня в Вене состоялась советско-американская встреча на высшем уровне. Между СССР и США состоялось подписание Договора об ограничении стратегических наступательных вооружений (ОСВ-2), протокола к договору и совместного заявления о принципах и основных направлениях последующих переговоров об ограничении стратегических вооружений.

На ткацком комбинате «Красная роза» внедрен плутониевый источник СИВ (средство ионизации воздуха), разработанный ВНИИНМ (В.Н.Чесалин). Источник позволил значительно сократить количество обрывов нитей, увеличил производительность станков и повысил качество тканей.

30 декабря принят в эксплуатацию третий блок Ленинградской АЭС. 26 июня 1980 года блок достиг проектного уровня - 1 млн.кВт.

Введен в эксплуатацию пятый блок Ново-Воронежской АЭС.

1980

В апреле введен в эксплуатацию третий блок Белоярской АЭС им. И.В.Курчатова.

18-19 апреля осуществлен физический пуск кормового и носового реакторов ППУ КН-3 для надводного корабля.

В конце ноября во время послеремонтных швартовых испытаний АПЛ К-162, в результате перепутывания фаз электропитания в исполнительных органах, произошел неконтролируемый выход на мощность реактора, который оператор своевременно не обнаружил. Авария закончилась локальной разгерметизацией первого контура и выбросом в необитаемое помещение нескольких тонн слаборадиоактивной воды. Личный состав не пострадал. Причина аварии: в комплект чертежей монтажа системы управления и защиты реактора не были своевременно внесены изменения; на лодку попали старые чертежи на стадии ее строительства, впоследствии забракованные.

В Словакии введен в эксплуатацию второй блок АЭС «В-1».

На вооружение ВМФ СССР поступила первая электрическая универсальная по целям

торпеда УСЭТ-80 калибра 533-мм (главный конструктор А.В.Сергеев). Торпеда имела скорость 48 узлов, дальность хода 18 км и глубину поражения цели до 1000 метров. Торпеда оснащалась двухканальной системой самонаведения: активно-пассивным акустическим каналом и каналом наведения по кильватерному следу корабля.

1981

18 февраля сдан в эксплуатацию первый энергоблок Ровенской атомной электростанции.

В состав ВМФ принят первый авианесущий атомный крейсер «Киров».

24 марта введен в эксплуатацию третий блок Кольской АЭС.

29 июня принят в эксплуатацию четвертый блок Ленинградской АЭС. К 8 декабря на четырех блоках станции выработано 100 млрд.кВт.ч. электроэнергии.



Атомный крейсер «Киров»

В декабре введен в эксплуатацию третий блок Чернобыльской АЭС.

1982

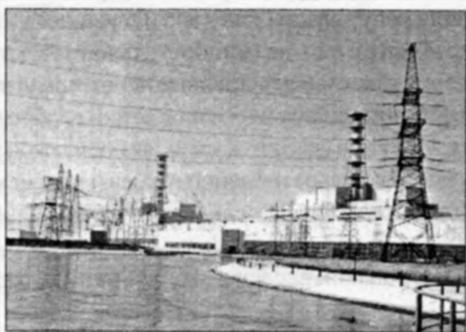
Пущен первый блок Игналинской АЭС (Литва) с реакторами РБМК-1500 с усовершенствованным уран-графитовым реактором канального типа, электрической мощностью 1500000 кВт и тепловой - 4800000 кВт.

Введен в эксплуатацию четвертый блок Чернобыльской АЭС.

Одно из хранилищ радиоактивных отходов в г.Северодвинске дало течь и радиоактивные отходы проникли в грунт и в Кольский залив.



Закладка АЭС в г.Игналина



Смоленская АЭС

9 декабря введен в эксплуатацию первый блок Смоленской АЭС.

На ПО «Чепецкий механический завод» освоена технология выпуска технологических каналов с циркониевыми трубами, прошедшими специальную термомеханическую обработку (ТМО-1, ТМО-2).

В СССР изготовлено свыше 150000 различных контрольных и образцовых источников для проверки и градуировки радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

1983

На заводе РТ-1 ПО Химический комбинат «Маяк» по технологии ВНИИНМ начата переработка топлива реактора БН-350.

24 июня во время проведения дифферентовки (выравнивания удельного веса морской воды) в бухте Крашенинникова на Тихом океане произошла авария на атомной подводной лодке «К-429». Как выяснилось в ходе расследования аварии, лодка имела отрицательную плавучесть до 60 тн, т.е. была тяжелее, чем считалось. При заполнении средних балластных цистерн лодка быстро погрузилась и легла на грунт на глубине 35м. При попытке всплытия экипажем был допущен ряд элементарных ошибок. 16 человек погибли. Реакторы никакого отношения к аварии не имели.

17 октября введен в эксплуатацию третий блок Курской АЭС.

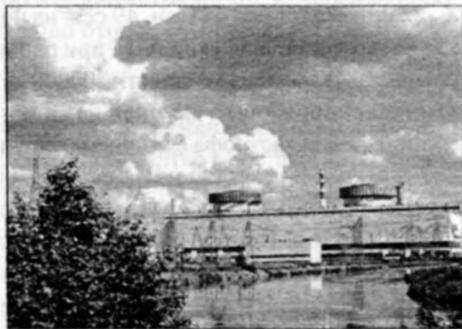
Введена в эксплуатацию восьмимодульная импульсная термоядерная установка «Ангара-5».

В ноябре со стапелей Балтийского завода спущен на воду атомный ледокол «Россия».

1984

В феврале в ОИЯИ сдан в эксплуатацию исследовательский импульсный реактор периодического действия ИБР-2, оригинальность решения конструкции которого заключалась в использовании механической модуляции реактивности с помощью подвижного отражателя. Топливо - PuO_2 , теплоноситель - натрий.

9 мая введен в эксплуатацию первый блок Калининской АЭС.



Калининская АЭС

5 августа атомная подводная лодка «К-278», вступившая в состав ВМФ СССР в 1983 году, погрузилась на 1000м., что стало возможным благодаря сверхпрочному титановому

корпусу. Лодка была оснащена ядерной установкой, имела на вооружении ракеты и торпеды, две из которых - с ядерными головками.

11 октября введен в эксплуатацию четвертый блок Кольской АЭС.

1985

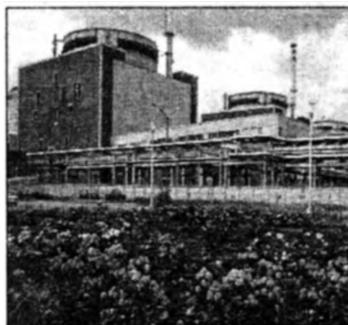
31 мая введен в эксплуатацию второй блок Смоленской АЭС.

На заводе РТ-1 ПО «Маяк» по технологии ВНИИНМ начата переработка топлива реактора БН-600.

10 августа на судостроительном заводе в губе Чажма в Приморском крае из-за перекося при подъеме крышки реактора произошел взрыв на атомной подводной лодке. Возникший пожар через два часа потушили. Лишь после этого стало ясно, что произошел радиоактивный выброс. 10 человек, работавшие в реакторном отсеке, погибли.

2 декабря введен в эксплуатацию четвертый блок Курской АЭС.

28 декабря введен в эксплуатацию первый блок Балаковской АЭС.



Балаковская АЭС

1986

26 апреля в 1 час 23 мин. 49 сек. на четвертом блоке Чернобыльской АЭС при работе реактора РБМК-1000 на мощности 200000 квт (6% номинала) произошла крупнейшая в истории техническая катастрофа с полным разрушением реакторной установки. Из реактора были выброшены раскаленные куски ядерного топлива и графита. В результате аварии были не только значительно разрушены строительные конструкции реакторного блока, деаэрационной этажерки, машинного зала, но и выброшено в атмосферу колоссальное количество радиоактивных веществ.



Четвертый блок Чернобыльской АЭС

26 апреля создана Правительственная комиссия по расследованию причин аварии на ЧАЭС: заместитель председателя СМ СССР Б.Е.Щербина (председатель), А.И.Майорец, А.Г.Мешков, В.А.Сидоренко, В.И.Другов, Е.И.Воробьев, Ф.А.Щербак, О.В.Сорока, Н.Ф.Николаев, И.С.Плющ, Н.П.Симочатов, В.А.Легасов. В 16 часов 00 мин. Комиссия вылетела из



Рабочие будни Чернобыля.

Москвы в район аварии. Учитывая радиационно-опасные условия, персональный состав комиссии постоянно менялся.

27 апреля в 14 часов 00 мин. началась эвакуация жителей из прилегающих к Чернобыльской АЭС районов. За день было вывезено около 45 тысяч человек.

С **27 апреля** по 10 мая с целью исключения возможности возникновения самопроизвольной цепной реакции и сокращения радиоактивных выбросов в атмосферу с помощью вертолетов на разрушенный энергоблок было сброшено более 5 тыс. тн различных поглощающих материалов.

В начале мая Радиометрической автомобильной колонной НПО «Радиевый институт им. В.Г.Хлопина» было выполнено первое радиометрическое обследование прилегающих к Чернобыльской АЭС территорий. В состав колонны, переданной впоследствии Отделу дозиметрического контроля УС-605, входило 6 спецмашин, оборудованных системой дистанционной разведки местности, 4-мя полупроводниковыми гамма-спектрометрами, радиометрическими приборами около 10 наименований (КРБГ, СРП, КИБ и т.п.), пробоотборными средствами. Первый пробоотбор и радиометрическое измерение проб и дозовых полей были произведены 8 мая. Всего было отобрано 28 проб грунта, 6 проб воды, 6 проб выпадений и 24 пробы аэрозолей.

15 мая для координации деятельности предприятий Минсредмаша по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС создан Центральный штаб в составе: А.Н.Усанов (зам. министра, председатель), И.А.Беляев (зам. председателя), Ю.П.Аверьянов, Ю.М.Савинов, Л.В.Забяка, В.И.Рудаков, Л.И.Саруль, А.П.Игнашин, Г.И.Дряпак, П.С.Сидоров, А.П.Гаврилов.

20 мая приказом Министра среднего машиностроения СССР Е.П.Славского для ликвидации последствий аварии на ЧАЭС создано Управление строительства № 605 (начальник Е.В.Рыгалов). В состав Управления строительства в разные периоды времени входило более 23 структурно-производственных подразделения (строительные и монтажные районы, бетонные заводы, управления механизации и автотранспорта, энергоснабжения, производственно-технической комплектации и др.). Управлению строительства было подчинено Управление военно-строительных частей в составе двух военно-строительных полков, военно-строительный и санитарно-эпидемиологический отряды, а также подразделения обеспечения. Кроме того, в непосредственном контакте с Управлением строительства в зоне

Чернобыльской АЭС работало свыше 10 научных, проектных и других организаций Минсредмаша (РИАН, СНИИП, ИАЭ, Химкомбинат «Маяк» и др.). Работы велись вахтовым методом, при этом общая максимальная численность вахты составляла более 11000 человек, из них свыше 6000 человек - военные строители.

30 мая Правительственная комиссия утвердила «Положение об организации индивидуального дозиметрического контроля и учета облучаемости персонала в 30-ти километровой зоне Чернобыльской АЭС».

В мае ГКНТ СССР, Госпланом СССР и АН СССР утверждена Программа по созданию типового ряда ядерных энергоустановок малой мощности для электро- и теплоснабжения потребителей в отдаленных районах страны.

5 июня постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР Минсредмаш утвержден генеральным подрядчиком по выполнению работ, связанных с захоронением четвертого блока ЧАЭС. Генеральными проектировщиками по организации и технологии строительных работ по захоронению четвертого энергоблока стали Всесоюзный проектный научно-исследовательский институт комплексной энергетической технологии (директор В.А.Курносков) и Оргтехстройпроект (директор А.М.Кораблинов). Научное руководство было поручено Институту атомной энергии им. И.В.Курчатова (директор А.П.Александров).

8 июня решением Правительственной комиссии для обеспечения соблюдения правил радиационной безопасности и осуществления дозиметрического контроля рабочих и служащих министерств и ведомств, привлекаемых к работам на АЭС и в 30-ти километровой зоне, была сформирована специальная группа в составе: С.Н.Титов (руководитель), М.Ю.-Кискин, А.Ф.Лызлов, А.Ю.Балобожко, В.М.Миколок, А.И.Антонов, А.А.Сергунин, В.А.-Туманов, В.М.Гончаров, В.В.Кодрунь, С.В.Гонжа, В.С.Шамрай, А.В.Емец.

В середине июня Минздравом СССР по согласованию с Росатомэнергонадзором и Минсредмашем были выпущены «Временные санитарно-технические требования безопасности при выполнении работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС Управлением строительства № 605». Требованиями устанавливалось: 1. Обязательное медицинское освидетельствование работников предприятий и организаций по своему постоянному месту работы и получение соответствующей справки-допуска. 2. Медицинское освидетельствование работников привлеченных ведомств в МЧС-126 с обязательным инструктажом по вопросам радиационной безопасности. 3. Установление предельной индивидуальной дозы внешнего гамма-излучения в размере 25 Рентген с обязательным освобождением от работ в зоне и прохождением медицинского обследования в МЧС-126 и по месту основной работы. 4. Установление предельной дневной дозы для любого участника работы за рабочую смену не выше 1 Рентгена и т.п.

26 июня председатель Правительственной комиссии Ю.Д.Маслюков во исполнение распоряжения Совета Министров СССР от 17 мая исходя из уровней ионизирующего излучения ввел в действие на июнь-октябрь 1986 года единые зоны опасности: Ш зона опасности - 100 мрлч/час и выше (в т.ч. АЭС и промплощадка); П зона опасности - от

20 млрд/час до 100 млрд/час; 1 зона опасности - от 5 млрд/час до 20 млрд/час; Зона особого контроля - от 2 млрд/час до 5 млрд/час. Основанием для отнесения мест работы к зонам опасности служили данные дозиметрического контроля Госгидромета СССР на 1 и 15 число каждого месяца, с обязательным уведомлением каждой организации.

20 июля начальником Управления строительства № 605 был назначен Г.Д.Лыков.

21 июля образовано Министерство атомной энергетики СССР (министр Н.Ф.Луконин).

25 июля в целях координации и научно-методического руководства работами разных организаций по долговременному систематическому контролю радиационной обстановки в зоне Чернобыльской АЭС и прилегающих районов Правительственная комиссия приняла решение о создании комиссии в составе: С.Т.Беляев (председатель), А.А.Бондарев, И.Б.Евстафьев, О.А.Кочетков, В.К.Чумак, Н.П.Архипов, Л.А.Большов, Э.М.Пазухин.

1 августа при Управлении строительства № 605 создано Управление военно-строительных отрядов (командир А.И.Чередов).

25 августа председателем Правительственной комиссии Г.Г.Ведерниковым утверждена «Временная инструкция по подготовке к дезактивации нательного и постельного белья, спецодежды, обмундирования, обуви и других видов вещевого имущества».

23 сентября начальником Управления строительства № 605 был назначен И.А.Дудоров.

3 октября северо-восточнее бермудских островов произошел пожар на атомной подводной лодке нового поколения «К-219». Три члена экипажа погибли. 6 октября лодка затонула на большой глубине. По заключению специалистов, возможность ядерного взрыва и радиоактивного заражения среды исключается, реактор был своевременно заглушен.

21 октября председатель Правительственной комиссии Б.Е.Щербина подписал подготовленные группой академика В.А.Легасова «Требования, предъявляемые к состоянию укрытия 4-го блока Чернобыльской АЭС и наличию технической и организационно-распорядительной документации, необходимой для приема укрытия в эксплуатацию».

23 октября Совет Министров СССР принял распоряжение об образовании Государственной комиссии по приемке на техническое обслуживание законсервированного энергоблока № 4 Чернобыльской АЭС. В состав Госкомиссии вошли: Н.Ф.Луконин (председатель), Л.Д.Рябев (заместитель председателя), А.П.Александров, В.М.Малышев, Е.И.Воробьев, И.И.Ищенко, А.Н.Усанов, Н.Ф.Николаев, В.К.Пикалов, А.К.Микеев, Ю.Н.Филимонцев, Л.П.Михайлов, В.А.Курносков, Ю.М.Черкашов, Э.Н.Поздышев, Н.П.Симочатов. 30 ноября акт по приему объекта «Укрытие» был подписан Государственной комиссией.



«Саркофаг»

29 ноября Министром среднего машиностроения назначен Л.Д.Рябев.

1 декабря начальником Управления строительства № 605 был назначен В.П.Дроздов.

К концу года в составе ВМФ СССР находилось 185 подводных лодок, в т.ч. 62 атомные подводные лодки, оснащенные баллистическими ракетами, 50 -противокорабельными ракетами, 73 - с торпедным вооружением [из справочника «Джейн», США - прим.сост.]

1987

СССР и США подписан договор о ликвидации ракет средней и меньшей дальности (Договор по РСМД). В результате его выполнения были уничтожены советские и американские баллистические и крылатые ракеты наземного базирования с дальностью от 500 до 5500 км.

8 октября введен в эксплуатацию второй блок Балаковской АЭС.

1988

17 августа СССР и США провели совместные испытания ядерного устройства на американском ядерном полигоне в штате Невада. 14 сентября аналогичный эксперимент был осуществлен на Семипалатинском испытательном полигоне в Казахстане.

На ПО «Маяк» введен в эксплуатацию второй комплекс завода РТ-1 по переработке отработавшего топлива реакторов ВВЭР.

В СССР принято решение о полном прекращении производства высокообогащенного урана для военных целей.

Ряд предприятий Минсредмаша участвует в международном проекте по созданию экспериментального термоядерного реактора ИТЭР (ВНИИНМ, НИИЭФА и др.). Во ВНИИЭФе на базе самого мощного в Европе 12-канального лазера создан лазерный исследовательский комплекс «Искра-5»

24 декабря введен в эксплуатацию третий блок Балаковской АЭС.

1989

7 апреля при возвращении из автономного плавания в 180 км к юго-западу от острова Медвежий в нейтральных водах Норвежского моря на глубине 157 метров произошла авария на атомной подводной лодке «К-27» («Комсомолец»). Загорелся отсек №7, затем еще несколько отсеков. Лодке удалось всплыть, однако через несколько часов она затонула. 42 члена экипажа погибли. Ядерный реактор был остановлен и не поврежден.

В ИАЭ им.И.В.Курчатова введен в действие первый в мире прототип промышленного термоядерного реактора со сверхпроводимой магнитной системой -«Токомак-15» (Научное руководство - ИАЭ, конструкторские работы - НИИЭФА). В установке использованы сверхпроводники на основе Nb₃Sn.

27 июня образовано Министерство атомной энергетики и промышленности СССР. 17 июля Министром атомной энергетики и промышленности СССР назначен В.Ф.Коновалов.

1990

25 апреля Верховный Совет СССР утвердил Государственную союзно-республиканскую программу неотложных мер на 1990-1992 годы по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

30-31 мая в районе Чернобыльской АЭС произошло землетрясение силой 3-4 балла. Изменений в положении технических конструкций «саркофага» не произошло.

21 декабря Генеральная ассамблея ООН консенсусом без голосования приняла резолюцию № 45/190 по развитию международного сотрудничества в деле преодоления Чернобыльской аварии.

ВНИИНМ разработана технология изготовления сердечников ТВЭЛов из гамма-области в сочетании с регламентированным содержанием в уране основных металлургических примесей - железа, кремния, алюминия, никеля, углерода, водорода, азота (научное руководство - В.В.Титова), работы над которой были начаты еще в 1953 году в специально созданной лаборатории №17 (руководитель Г.Я.Сергеев). Внедрение технологии привело к значительному улучшению качества сердечников и резкому повышению стойкости ТВЭЛов в условиях эксплуатации.

1991

25 февраля в Будапеште представители СССР и государств - участников Варшавского договора приняли решение об упразднении организации.

8 апреля Кабинет Министров СССР принял постановление «О Концепции проживания населения в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС».

30-31 июля в Москве между СССР и США подписано соглашение об ограничении стратегических ядерных вооружений.

1992

17 января введен в эксплуатацию третий блок Смоленской АЭС.

29 января образовано Министерство Российской Федерации по атомной энергии. 2 марта Министром Российской Федерации по атомной энергии назначен В.Н.Михайлов.

27 февраля Президентом Российской Федерации Б.Н.Ельциным подписан Указ о переименовании Северного испытательного полигона Новая Земля в Центральный полигон Российской Федерации (ЦП РФ) и передаче его в федеральную собственность.

15 июля издан Закон Российской Федерации «О закрытом административно-территориальном образовании».

1993

Россия и США подписали договор об ограничении и сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-2).

5 июля Указом Президента Российской Федерации продлен срок действия моратория на ядерные испытания Российской Федерации, объявленных распоряжением Президента Российской Федерации от 26 октября 1991 года и продленного Указом Президента Российской Федерации от 19 октября 1992 года «до тех пор, пока такой мораторий, объявленный другими государствами, обладающими ядерным оружием, будет де-юре или де-факто соблюдаться ими».

1994

25 января в Женеве начались переговоры по Договору о всеобщем запрещении ядерных испытаний.

15 мая введен в эксплуатацию четвертый блок Балаковской АЭС.

1995

В феврале утверждено Типовое положение «О порядке обеспечения особого режима безопасности функционирования предприятий и (или) объектов Министерства Российской Федерации по атомной энергии в закрытых административно-территориальных образованиях».

31 мая на Семипалатинском полигоне (Казахстан) путем подрыва ликвидировано ядерное устройство, находившееся в штольне 108. За весь период ядерных испытаний в СССР было произведено 715 ядерных взрывов, в том числе: 8 высотных, 176 воздушных, 25 наземных, 3 надводных, 3 подводных и 500 подземных, из них 115 - в гражданских целях.

В июне создана отраслевая служба сейсмических наблюдений и прогнозов землетрясений в местах расположения радиационно-опасных объектов Минатома России.

В июне в Москве и г.Сергиев Посад под Москвой проведена Первая международная научно-практическая конференция «Радиоэкологическая безопасность современной цивилизации: социокультурные подходы, информатизационные технологии, экономические структуры».

В июне вышел Указ Президента Российской Федерации «Об основных направлениях энергетической политики и структурной перестройки топливно-энергетического комплекса Российской Федерации на период до 2010 года».

Руководители атомной отрасли



Б.Л. Ванников
(1897-1962)
Начальник Первого главного
управления при СНК
(Совете Министров) СССР
(1945-1953)



А.П. Завенягин
(1901-1956)
Начальник Первого главного
управления при Совете
Министров СССР (1953),
Министр среднего машиностроения
СССР (1955-1956)



В.А. Малышев
(1902-1957)
Министр среднего машиностроения
СССР
(1953-1955)



М.Г. Пережухин
(1904-1978)
Министр среднего машино-
строения СССР,
1957



Е.П. Славский
(1898-1991)
Начальник Главного управления по
использованию атомной энергии при
Совете Министров СССР
(1956-1957). Министр среднего
машиностроения СССР (1957-1986)



Л.Д. Рыбес
(род. в 1933 г.)
Министр среднего
машиностроения СССР
(1986-1989)



В.Ф. Коновалов
(род. в 1932 г.)
Министр атомной энергии и
промышленности СССР (1989-
1992)



В.Н. Михайлов
(род. в 1934 г.)
Министр Российской Федерации
по атомной энергии (1992-1998)



Е.О. Адамов
(род. в 1939 г.)
Министр Российской Федерации
по атомной энергии с 1998 г.

В октябре введена в действие целевая комплексная программа «Разработка и освоение серийного производства установок топливных элементов электрохимических генераторов».

Разработаны проекты АЭС нового поколения с реакторной установкой средней мощности ВВЭР-640 и технико-экономическое обоснование на их установку на Ленинградской и Кольской АЭС. Утверждена комплексная отраслевая программа «Разработка и создание активных зон для реакторов ВВЭР с кераметным топливом».

В целях создания усовершенствованного уран-графитового реактора для атомных электростанций нового поколения НИКИЭТ (головной разработчик), ВНИПИЭТ, АЭП и МО АЭП разработаны «Основные положения проекта АЭС с РУ МКЭР-800». Энергоблоки с РУ МКЭР-800 предназначены для замещения реакторов РБМК по мере выработки их ресурса. Типовая мощность реактора 2450000 кВт, электрическая - 800000 кВт.

НИКИЭТ ведутся работы по созданию подземной АТЭЦ с корпусным кипящим реактором повышенной безопасности ВК-300, размещаемой на территории Красноярского горно-химического комбината для замены реактора АДЭ-2, который наряду с наработкой оружейного плутония производил тепло и электроэнергию для удовлетворения потребностей комбината и г.Железногорска с населением 100 тыс. человек и его окрестностей. Тепловая мощность ВК-300 -750000 кВт, электрическая - 180000 кВт.

К концу года на девяти атомных электростанциях России эксплуатировались 29 энергоблоков. Атомные станции произвели 99,33 млрд кВт.ч. электроэнергии, что составило 101,5 от выработки 1994 года и 11,8% от общего производства электроэнергии в стране (в Европейской части -24,9%).

ГЛАВА 3

ПРИЧИНЫ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ В РОССИИ

Россия и США — соревнование на уничтожение

Условным днем начала холодной войны считают день, когда Уильям Черчилль произнес свою речь в феврале 1946 года в Фултоне (США).

Атомная проблема возникла в мире как чисто оружейная. Для США она имела антинацистскую направленность, а затем приобрела гегемонистическую окраску. Для остальных ядерных держав, кроме Китая и России, атомная проблема имела скорее престижный характер. Но только для России создание собственного ядерного оружия являлось делом жизни и смерти. Хиросима вынудила русских начать производство ядерного оружия. Количество военных объектов США вокруг России после 1945 года росло с каждым годом.

Джон Хогертон и Залсуорт Раймонд в 1948 году писали в книге "Когда Россия будет иметь ядерное оружие", опубликованной в журнале "Лук", что "Россия в течение многих лет не будет иметь атомную бомбу, не сумеет организовать сложное дорогое производство, так как советская наука и техника не способны решить задачу получения атомной энергии. Это отставание приведет к тому, что Россия сможет овладеть атомной энергией только к 1954 году". Этот временной рубеж стал решающим для определения планов США на будущее. Для России к атомной бомбе не было короткого пути. Но все же Россия должна была проделать меньший путь, пройденный американцами, так как американцы изыскали два пути создания атомного оружия и один из них был в 2 раза короче другого. Они построи-

ли один завод-гигант для производства плутония и 2 завода-гиганта для производства урана-235. Были опробованы 5 производственных методов и какой из них был лучше другого удалось четко определить. У американцев было больше уравнений и больше неизвестных, у России это количество уравнений снизилось до трех. Химическое разделение плутония предполагало выбор из 10–12 процессов. Все пути выбора были пройдены в США.

Отрасли советской промышленности, производившие точные приборы, были неразвиты и выпускали продукцию низкого качества. На это обстоятельство делали упор США, по инерции они продолжают думать так и сейчас.

Если США ориентировались на дальние бомбардировщики по доставке ядерных бомб к объектам поражения, то Россия уже в первые годы “холодной войны” ориентировалась на ракеты, взяв за основу первую отечественную межконтинентальную баллистическую ракету Р-7. После принятия ракеты Р-7 на вооружение Россия стала избавляться от угрозы эффективного ядерного шантажа. К этому времени США обладали уже большим арсеналом ядерного оружия.

Зачем же США после поражения Германии и Японии стали производить и накапливать все новые и новые атомные бомбы?

Объяснения этому новому противостоянию было — русские войска стояли в Восточной Европе и по своему потенциалу превосходили все, что имели Западная Европа и США. Противовесом противостоянию как бы был ядерный потенциал США. Если бы количество русских танков в Европе снижалось, возможно мир был бы другим.

В книге М. Каку и Д. Аксельрода “Выиграть ядерную войну или секретные планы Пентагона” (1987 г.) на основании рассекреченных документов правительства США указывается, что уже в июне 1945 года после Потсдамской конференции Комитет начальников штабов США закончил разработку первого пробного плана атомной войны против СССР под кодовым названием “Пинчер”, в котором предусматривалось нанесение ударов 50 атомными бомбами для уничтожения 20 городов. За этим планом последовали другие.

План № 2. “Бройлер” (Жаркий день) — март 1948 г. Предусматривал применение 34 ядерных авиабомб по 24 городам СССР

План № 3. “Сизал” (Испепеляющий жар) — декабрь 1948 г. Предусматривал применение 133 ядерных авиабомб по 70 городам, в том числе 8 авиабомб по Москве и 7 авиабомб по Ленинграду.

План № 4. “Троян” (Троянец) — январь 1949 г. Предусматривал применение 133 ядерных авиабомб по 70 городам (у России в то время еще не было ни одной бомбы, ни одного заряда).

29 августа 1949 года Россия произвела первое ядерное испытание и в ответ на испытание последовал:

План № 5 “Шейкдаун” (Встряска) — октябрь 1949 г. Предусматривал применение 200 ядерных авиабомб по 104 городам СССР.

План № 6 “Дробшот” (Моментальный удар) — 1949 г. Предусматривал применение 300 ядерных авиабомб по 200 городам СССР.

Нарастающее увеличение количества бомб в планах нападения Пентагона на СССР определялось ускоренным накоплением их запасов

План № 6 “Чариотир”, план № 7 “Браво”, план № 8 “Оффтекл”, план № 9 “Бушвейнер”. По директиве Президента Трумэна по этому плану предусматривалось сбросить в 1952 году атомные бомбы на 70 городов СССР.

Российская внешняя разведка точно докладывала обо всех планах, и в России появились первые ядерные заряды. Малая серия атомных зарядов типа РДС-1 была заложена на хранение в Арзамасе-16 в количестве 5 штук в 1950 году. Это был чрезвычайный запас на случай чрезвычайных обстоятельств. Их транспортировка могла осуществляться только авиацией. Ядерные боеприпасы следующего поколения стали выглядеть более компактными, повысилась их удельная мощность.

Первая термоядерная бомба РДС-6с была готова к испытаниям в 1953 году.

В ядерном центре Арзамас-16 для оснащения головной части ракеты Р-7 был разработан первый термоядерный заряд мегатонного класса малого веса.

План № 10. “Сак” 1956 год. Предусматривал ядерный удар США по 2997 целям на территории СССР.

План № 11. С конца 1960 года начинается эра “Единых комплексных оперативных планов “СИОП”, где предполагались уже удары не только по СССР, но и по другим странам, в частности по Китаю.

План № 12. “СИОП-62” — декабрь 1960. Предусматривал ядерный удар по 3423 целям.

План № 13. “СИОП-5” — 1974 год. Предусматривал ядерный удар по 25 тысячам целей.

План № 14. “СИОП-6” предусматривал удары по 25 тыс. целей

План № 15. “СИОП-5Д” относится к марту 1980 г. Он был утвержден Президентом Рейганом и предусматривал ядерный удар более чем по 40 тысячам целей. Какой-то ядерный кошмар!

Всего эксперты насчитывают до 18 планов ядерных атак на Россию. Зная это, нетрудно было понять, насколько актуальна для России была проблема создания и совершенствования ядерного оружия.

Многие разделы планов Пентагона США публиковались для устрашения противника. Усилия разведки обеспечивали получение информации, однако только для ее полноценного осмысления требовались ученые примерно такого же уровня подготовки, как и американские ученые.

Политика США была направлена на эскалацию превосходства над Россией в области ядерных вооружений. И сегодня временами из уст политиков США раздается возглас: “Не следовало ли в период монопольного владения ядерным оружием воспользоваться им?”. А что бы это дало? Точские учения с применением ядерного оружия в Оренбургской области в 1954 году показали, что оно эффективно при разрушении больших горо-

дов. Войска в условиях даже ядерной войны сохраняют боеспособность при умелом управлении.

По количеству ядерных зарядов Россия многие годы “холодной войны” отставала от США, но временами опережала своего противника в технических достижениях, в частности, в испытаниях первой водородной бомбы, в запуске первого искусственного спутника, в запуске межконтинентальных баллистических ракет. Ядерное соревнование России и США заметно продвигало технический прогресс и в гражданской сфере, в частности, в сфере создания компьютеров, в использовании атомных реакторов на флоте.

Первая атомная подводная лодка “Наутилус” появилась в США в 1956 г., а в России двумя годами позже. В 1960 году появились атомные авианосцы в США и атомные ледоколы в России.

На основе развития межконтинентальных баллистических ракет и ядерных боеголовок мощностью в несколько мегатонн и весом в 300 килограмм ученые и политики США пришли к выводу о необходимости установления паритетных взаимоотношений между США и Россией. Сила встретила отпор. В 1969 году Россия превзошла США по общему количеству ракет. В эти годы США почувствовали безысходность и бесперспективность пути по взаимному изматыванию друг друга и необходимости прекращения этого соревнования. В десятки раз возрос радиоактивный фон цезия и стронция на обширных территориях Европы, Азии, Северной Америки. Начало эпохи переговоров относится к моменту достижения полного паритета в вооружениях. 5 августа 1963 года в Москве был подписан Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой. Следующим стал подписанный 3 июля 1971 года договор об ограничении мощности подземных ядерных испытаний порогом в 150 килотонн. Договор ОСВ-1 об ограничении стратегических наступательных вооружений был подписан в Москве 26 мая 1972 года.

Избыточность ядерных арсеналов не в 10, а в 100 раз и более была понята позднее. Последнее десятилетие XX века проходит под влиянием сокращения ядерного оружия. Общим в интересах России и США сегодня является понимание бессмысленности противостояния наших стран.

Ядерное оружие России — пришло ли из Америки или сделано самостоятельно

Задолго до получения какой-либо информации от разведчиков сотрудниками Института химической физики Я. Б. Зельдовичем и Ю. Б. Харитоновым в 1939 и 1940 годах был проведен ряд расчетов по разветвленной цепной реакции деления урана в реакторе как регулируемой управляемой системе. В те же годы Г. Н. Флеровым и Л. Русиновым экспериментально были получены важные результаты по определению ключевого параметра цепной реакции — числа вторичных нейтронов, возникающих при делении

ядер урана нейтронами. Эти результаты были сразу опубликованы в научных журналах и явились основой решения атомной проблемы в России.

В 1940 году два физика из Харьковского физико-технического института В. Шпинал и В. Маслов подали в отдел изобретений НКО СССР заявку: "Авиабомба, или боеприпас, взрыв которой основан на использовании цепной реакции распада ядер изотопа урана-235 при сверхкритической массе последнего, образуемой соединением нескольких субкритических масс, отличающихся тем...".

По этой заявке авторами было получено свидетельство в 1946 г.

В 1941 г. Ю. Харитоном вместе с И. Гуревичем была уточнена критическая масса урана-235 и получено ее значение. Однако эта часть работы в 1941 году не была опубликована из-за требований секретности.

Началу практических работ в СССР по созданию ядерного оружия способствовали неожиданные обстоятельства. Молодой немецкий физик-теоретик коммунист Клаус Фукс был привлечен к работам по созданию атомной бомбы в США. Поскольку работы проводились втайне от союзника США и Великобритании по антигитлеровской коалиции-СССР, Фукс решил сообщить о проводимой работе русским. В дальнейшем резидентами советской разведки была установлена связь с Фуксом и налажена систематическая передача информации в Москву.

С 1943 по 1946 год Фукс работал в США, затем вернулся в Англию. Информация, переданная Фуксом и другими агентами, охватывала широкий раздел науки и техники для создания ядерного оружия.

Научно-технический центр по созданию ядерного оружия был организован правительством в 1943 году. Руководителем центра по рекомендации академика Абрама Федоровича Иоффе был назначен Игорь Васильевич 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 разных людей. Курчатов был знаком с работами Харитона и Зельдовича и предложил Харитону взять на себя руководство разработкой ядерного заряда.

В 1946 году для этой работы правительством было принято решение об организации специального Института экспериментальной физики в Арзамасе-16. Были построены заводы для производства плутония. Много совершенно новых идей было предложено нашими учеными для создания точнейших оптических и электронных устройств для гидродинамических измерений, измерительной аппаратуры для ядерно-физических исследований и регистрации различных видов излучений, возникающих в процессе ядерного взрыва. В кратчайшие годы была освоена новая отрасль науки и техники.

Были выполнены крупномасштабные экспериментальные работы по измерению параметров в конструкции под давлением продуктов взрыва вещества массой до двух тонн, а также различные ядерно-физические исследования.

Когда была получена информация о том, что бомба, о которой было ранее сообщено, успешно испытана в США, стало ясно, что лучше испытывать именно эту схему. Необходим был самый надежный способ показать, что у нас тоже есть ядерное оружие. Более эффективные конструк-

ции, которые виделись российским ученым, могли подождать. Они и были отработаны в последующие годы.

В США идея о возможности создания водородной бомбы была выдвинута венгерским эмигрантом Эдвардом Теллером в 1942 году. Информация об этой разработке была сообщена Фуксом нашим разведчикам. При проверке самими американцами схемы водородной бомбы, предложенной Теллером, было обнаружено, что она не работоспособна. Но Фукс сообщить об этом уже не успел. Соответственно, все полученные нашими разведчиками данные о работе в США по водородной бомбе оказались бесполезными для российских ученых.

В начале 1950 года Фукс был арестован. Американская и английская контрразведки сумели выявить его связи с советской разведкой.

Первый в мире реальный водородный заряд с использованием термоядерных реакций по мощности в 20 раз превышающий бомбу, сброшенную на Хиросиму, был испытан в Советском Союзе в 1953 году. Автором этого заряда был Андрей Дмитриевич Сахаров. Американцы применили термоядерное горючее только при испытаниях в 1954 году. Этот вид термоядерного горючего был предложен еще в 1948 году В. Гинзбургом, сотрудником группы академика И. Е. Тамма, в которую входил и А. Сахаров. Эта группа работала тогда в Физическом институте АН СССР.

В разработке новой конструкции водородного заряда определяющим был вклад А. Сахарова, Я. Зельдовича и Ю. Трутнева.

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

ГЛАВА 4

ПУТИ РЕШЕНИЯ АТОМНОЙ ПРОБЛЕМЫ В РОССИИ

Российская ядерная физика за 50 лет

Отечественная ядерная физика начала свое развитие в 30-е годы XX века. Был создан ряд научных центров, активно велись исследования по физике в ряде университетов и институтов страны.

В 30-е годы прошло несколько крупных определяющих мероприятий:

Первая Всесоюзная конференция по ядерной физике в 1933 г.;

Вторая Всесоюзная конференция по ядерной физике в 1936 г.;

Третья Всесоюзная конференция по ядерной физике в 1938 г.;

Четвертая Всесоюзная конференция по ядерной физике в 1939 г.;

Пятая Всесоюзная конференция по ядерной физике в 1940 г.

В 1936 году Нильс Бор публикует теорию капельной модели ядра.

Основной объем физических исследований в мире в эти годы выполняется на ускорительных комплексах и с использованием космических лучей. Первый циклотрон в России был введен в 1937 году в Радиовом институте в Ленинграде. Первые высокогорные лаборатории по изучению физики частиц высоких энергий были организованы И. М. Франком и Д. В. Скобельциным.

В 1939 году Ган и Штрассман обнаруживают, а Фриш и Мейтнер объясняют деление ядра урана нейтронами. Яков Борисович Зельдович и Юлий Борисович Харитон в России в 1939 году оценили роль запаздывающих нейтронов в реакторе, Г. А. Флеров и А. А. Петржак открыли спонтанное деление урана, Флеров и Давиденко разработали водные решетки урана.

В 1938 год создана Комиссия при Президиуме АН по ядерному ядру.

В 1938 году в ХФТИ запущен большой электростатический генератор.

В 1940 году утверждена программа по первому урановому проекту

В 1941 году — поступление первых разведанных о работах по созданию атомной бомбы в Англии и Германии.

В 1944 году начала работать лаборатория на горе Арагац в Армении для изучения космических лучей, хорошо оснащенная аппаратурой.

Время показало, что каждый этап познания строения материи, становится новым этапом научно-технического прогресса, без которого немислима деятельность человека.

Взрывы американских атомных бомб над японскими городами Хиросима и Нагасаки в августе 1945 года показали, что Америка не только создала ядерное оружие, но и решила его использовать для окончания Второй мировой войны, самой жестокой войны за всю историю человечества. Мир содрогнулся от этих взрывов. Это заставило руководство России форсировать программу создания ядерного оружия.

Необходимо было сконцентрировать научные исследования в таких областях, как ядерная физика и математика, решить жизненно важные задачи оборонного характера. Это определило, с одной стороны, закрытость новой только что создаваемой отрасли, а с другой — придало ей комплексность.

Чтобы понять, какого гигантского успеха достигла физика элементарных частиц за 50 лет в познании строения материи и сил природы, и какой вклад в это был сделан нашими физиками, надо мысленно вернуться на 50 лет назад.

Определенную проблему составляло отсутствие экспериментальных констант для проектирования и расчетов ядерных реакторов. Срочно создается ряд физических центров. Этой работой руководило Первое главное управление (ПГУ).

В связи с недостатком оборудования приходится дозировать каждому институту: “О распределении циклотронов и высоковольтных установок с магнитами 60 тонн по состоянию на сентябрь 1945 года”. В результате принимается решение о строительстве и пуске новых установок в стране:

— в Лаборатории Г, срок пуска 1 января 1947 г. (магнит весом 60 тонн);

— в Лаборатории № 3, срок пуска 1 апреля 1947 г. (магнит весом 60 тонн);

— в Лаборатории № 2 использовать магнит циклотрона весом 60 тонн в качестве масс-спектрометрической разделительной установки;

— в Институт химической физики передать ускоритель на энергию 3,5 МэВ, срок пуска 1 апреля 1947 г.

— в Лаборатории А собрать ускоритель на энергию 1,2 МэВ;

— в Лаборатории Г собрать ускоритель на энергию 1,5 МэВ, срок пуска 1 апреля 1947 г.

Для Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова был выделен ускоритель на энергию 1,5 МэВ, срок пуска 1 апреля 1947 г.

Институт химической физики получал дополнительно ускоритель на энергию 0,75 МэВ, срок пуска 1 апреля 1947 года.

Выбор ускорителей был также невелик: циклотроны, генераторы Ван-де-Граафа, бетатроны.

В начальный период развития атомной индустрии не хватало мощных магнитов для циклотронов и масс-спектрометров весом несколько сот тонн. К разработке магнитных масс-спектрометров были привлечены немецкие специалисты из лабораторий А и Г, организованных в 1945 году вблизи г. Сухуми в Абхазии. Работы по проектированию ускорителей выполняло ОКБ завода “Электросила” в поселке Металлострой под Ленинградом, впоследствии преобразованное в Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (НИИЭФА).

НТС ПГУ было решено соорудить в Уральском филиале АН бетатронную установку на энергию 20–25 МэВ. Срок окончания проектирования — 1 августа 1948 г., срок пуска — 1 декабря 1948 г. (протокол СЗ-38 от 24 мая 1948 г).

В ХФТИ в секторе М начаты работы по молекулярно-магнитному методу разделения изотопов (протокол СЗ-35 от 14 февраля 1948г.) на новом магните, созданном на заводе “Электросила”. Было запланировано сооружение установки С-100 в ФИАНе на энергию 1 миллиард электрон-вольт с диаметром полюсов электромагнита 10 метров, с рабочим зазором 40–50 см, с высотой зазора 25–30 см, вес магнита — 2000 тонн.

В Томском политехническом институте было предложено создать группу студентов по специальности проектирования ускорителей (протокол СЗ-34 от 10 января 1948г.).

Была запущена в ФИАНе установка СЗ в бетатронном режиме (протокол СЗ-34 от 10 января 1948 г). Рассматривался вопрос о технической осуществимости ускорителя протонов на энергию 7–10 миллиардов электрон-вольт (протокол СЗ-2, 4 апреля 1949 г).

В 1945 году было известно 3 вида элементарных частиц. Проводимые работы с космическими лучами, являвшимися долгое время единственным источником частиц высоких энергий, сыграли важнейшую роль в получении первых сведений о новых частицах и их взаимодействиях.

С появлением ускорителей появились большие возможности для изучения физических явлений. Вместе с этим продолжалось изучение процессов, происходящих во вселенной.

Страна оказалась способной в кратчайший срок создать ряд новых, чрезвычайно квалифицированных производств. Создание уникальных научных направлений стало стимулом освоения новых технологий. Запад копировал эти достижения у США, Восточно-Европейские и азиатские страны — у России.

Открытие теории ядерных сил привело к овладению ядерной энергией. Были начаты исследования взаимодействия элементарных частиц.

Россия стала Великой державой благодаря развитию атомной науки, техники и технологии. И сегодня эти достижениям не утратили своего значения.

Открытие новых видов энергии всегда приводило человечество к эволюции общества, изменяя сложный путь его развития.

В филиале Лаборатории № 2 в Дубне 14 декабря 1949 года был введен в действие самый крупный в то время ускоритель заряженных частиц — синхротрон на энергию протонов 680 МэВ. На этом ускорителе было открыто явление прямого выбивания дейтронов из ядер протонами высоких энергий, открыто явление двойной перезарядки пи-мезонов, явление образования и распада сверхтяжелого гелия-8, и были сделаны другие важные открытия.

Конец 40-х — начало 50-х годов характеризуются бурным развитием ускорительной техники и исследований в области физики высоких энергий. Это было связано с необходимостью установления ядерных констант для расчетов ядерного оружия и ядерных реакторов. Толчком в области создания новых ускорителей заряженных частиц послужил открытый Виталием Иосифовичем Векслером в 1944 г. принцип автофазировки, заключающийся в изменении частоты ускоряющего электрического поля по мере увеличения массы ускоряемых частиц. Циклотроны стали оснащаться фазотронными приставками, позволявшими на тех же магнитах получать протоны с энергиями, недостижимыми при циклотронном ускорении.

Первые порции плутония для исследования его свойств в России были наработаны на циклотроне в 1946 году. К 1948–1949 гг. таблицы физических констант были составлены и заполнены. Однако некоторое увлечение ускорителями по инерции продолжалось еще долго.

В 1956 году на базе Института ядерных проблем АН и Электрофизической лаборатории АН в Дубне был создан Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ).

В 1957 г. был введен синхрофазотрон на энергию 10 миллиардов электрон-вольт в Дубне. В это время он был крупнейшим в мире по энергии ускоряемых частиц — протонов. Вслед за этим в г. Гатчина в 1960 году был построен фазотрон с диаметром полюсов 5 метров на энергию протонов в 1 ГэВ.

Расширялись научные исследования в вузах, которые оснащались самой современной техникой.

На заседании НТС ПГУ рассматривались вопросы: “О постройке физического ядерного реактора и циклотрона в новом помещении МГУ им. М. В. Ломоносова” с докладом президента Академии Наук С. И. Вавилова (протокол К8 от 13 марта 1950 года), “О разработке ускорителей на энергию 50–100 млрд. электрон-вольт” (протокол С3-84 от 27 марта 1953 г.),

“План разработки и сооружения ускорителей на 1954–1955 гг.” (протокол СЗ-86/С9-7 от 15 декабря 1953г.).

После 1945 г. был организован ряд новых научных центров, ведущих фундаментальные исследования в области ядерной физики и физики высоких энергий. Одним из важных решений было создание в Физическом институте Академии наук (ФИАН) коллектива исследователей в области физики элементарных частиц. Однако главным центром атомной отрасли оставалась Лаборатория № 2 во главе с академиком Игорем Васильевичем Курчатовым, организованная еще в 1943 году, а в 1955 году преобразованная в Институт атомной энергии. В 1960 году после смерти Игоря Васильевича Курчатова Институт атомной энергии стал носить его имя (ИАЭ им. И. В. Курчатова). В настоящее время это Российский научный центр “Курчатовский институт”.

Создание ускорителей сохранялось еще несколько лет. Для лаборатории № 3 академика А. И. Алиханова была построена на основе большого линейного ускорителя “мезонная фабрика” в г. Троицке, с большим трудом введенная в эксплуатацию, в ФИАНе академик А. А. Коломенский создал “кольцевой фазотрон”, в Ереванском физическом институте был запущен крупный кольцевой электронный синхротрон на энергию в 6 миллиардов электрон-вольт, в Томском политехническом институте создавался электронный синхротрон на энергию 1 ГэВ, несколько ускорителей было создано в Сибирском Академгородке в Институте ядерной физики под руководством академика Г. И. Будкера. Эти работы обогатили практику ускорительной техники, дали заметный вклад в науку и технологию создания ускорителей заряженных частиц.

Завод “Электросила” стал основой тяжелого машиностроения в атомной отрасли. В его номенклатуру затем вошли корпуса атомных реакторов, парогенераторов, трубопроводов на давление до 250 атмосфер. Лишь после ввода в строй гиганта отечественного машиностроения “Атоммаш” в Волгодонске, производство тяжеловесного оборудования атомных станций не стало испытывать затруднений.

НИИЭФА обеспечил разработку оборудования для разделительных комбинатов по наработке обогащенного урана электромагнитным методом, разработал большинство ускорительных установок в нашей стране, создал совместно с Научно-исследовательским вакуумным институтом (вначале лабораторией) вакуумные технологии, создал аппаратуру активационного анализа на золото, серебро, обеспечил выпуск аппаратуры по электронно-лучевой стерилизации изделий медицинского назначения, создал новый класс вакуумных насосов, работающих на электрофизических принципах с предельным давлением до десять в минус 12 степени мм рт. ст. (масляные и ртутные) и другое оборудование. В последние годы этот институт разработал технологические лазерные комплексы мощностью до 15 кВт, спроектировал оборудование для термоядерных установок, является ведущим в стране в области использования технологии сверхпрово-

димости. Основы вакуумной техники и технологии были разработаны Научно-исследовательским вакуумным институтом во главе с академиком С. А. Векшинским.

Создание электромагнитных разделительных установок, крупных экспериментальных комплексов для проведения исследований в области ядерной физики, физики высоких энергий, управляемого термоядерного синтеза, лазерных технологий потребовало разработки новых магнитов, материалов, приборов, технологий.

Достижения в области вакуумной техники в последующие годы способствовали технической реализации в смежных отраслях-электровакуумном приборостроении, микроэлектронике, металлургии, плазменной технологии. Военные технологии были использованы для гражданского назначения. Начато производство особо чистого алюминия, теллура, таллия, скандия, медицинских приборов.

Были построены циклотроны в МГУ им. М. В. Ломоносова (в Институте ядерной физики в 1957 г.), в Уральском политехническом институте (в 1959 г.), в Томском политехническом институте (в 1960 г.), в Обнинском физико-энергетическом институте (в 1961 г.), Ленинградском государственном университете (в 1962 г.), Алма-атинском институте ядерной физики (в 1963 г.), в нескольких зарубежных странах: Китайская Народная Республика (1960 г), Народная Республика Румыния (1961 г), Польская Народная Республика (1964 г.), Финляндия и др..

В Дубне в 1949 году был сооружен циклотрон для синтеза трансурановых элементов диаметром 3 метра. Руководителем этих работ стал академик Г. Н. Флеров. На циклотроне получали пучки тяжелых ионов от бора до аргона и синтезировали трансурановые элементы, в том числе фермий, менделеевий.

Синтезировать трансурановые элементы в России начали позднее, чем в США. Первые трансурановые элементы нептуний и плутоний были открыты в США на циклотроне в 1940–1942 гг., а америций, кюрий, калифорний, эйнштейний, фермий, менделеевий, nobелий, лоуренсий в период с 1944 по 1961 год. В 1964 году в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в Дубне был открыт новый химический элемент, названный Курчатовием. В последующие годы были открыты элементы с атомными номерами 105, 106, 107.

По мере развития исследовательских работ в области ядерного материаловедения возникла потребность в более высоких энергиях заряженных частиц, чем получаемые на циклотронах. В 50-е годы происходил бурный рост ускорительной техники как по методам ускорения, так и по энергетическим показателям.

Создание новых сверхмощных ускорителей и больших управляемых термоядерных установок стало невозможно осуществлять с использованием лишь обычных методов конструирования магнитных систем. Такие магниты требовали огромного количества электроэнергии на питание. Существующие способы получения сильных магнитных полей исчерпали себя. Еще

в 1911 году голландским физиком Камерлинг-Оннесом было открыто явление сверхпроводимости. Возникла возможность создания магнитов со сверхпроводящей обмоткой питания.

В последние годы найдено более 1000 различных сверхпроводящих металлов, соединений и сплавов, которые могут работать при температурах жидкого гелия. Это в сотни раз превышает возможности использования меди и серебра для получения сильных магнитных полей. При создании ускорителей на сверхвысокие энергии нет иного пути как применение магнитов со сверхпроводящей обмоткой. Сверхпроводящие материалы стали использоваться для создания ускорителей, термоядерных установок и сооружению термоядерного реактора.

В 1961 году в ИТЭФ (Лаборатория № 3) был введен первый отечественный ускоритель с жесткой фокусировкой — протонный синхротрон на энергию 7 ГэВ, который стал действующей моделью ускорителя на 70 ГэВ (У-70). ИТЭФ внес важнейший вклад в становление и развитие физики высоких энергий в атомной отрасли.

Началось строительство синхрофазотрона на 70 миллиардов электрон-вольт недалеко от г. Серпухова Московской области (пос. Протвино). В 1963 г. на базе этого ускорителя был создан Институт физики высоких энергий (ИФВЭ). 14 октября 1967 г. ускоритель был пущен. Ввод ускорителя У-70 открывал возможность экспериментального исследования составного строения материи из трех кварков и трех антикварков с дробным электрическим зарядом. По этой схеме теперь стало возможным построить все известные в то время ядерно-активные частицы. Это было триумфом теоретической ядерной физики и было подтверждено первыми же экспериментами на новом ускорителе. Отличительной особенностью работы на ускорителе У-70 была открытость и участие в экспериментах научных организаций страны, стран-участниц ОИЯИ, ведущих лабораторий США, Западной Европы и Японии. Определяющим фактором в сотрудничестве явился высокий уровень российских научных центров, ученых, технические возможности ее промышленности.

Международное научно-техническое сотрудничество оказалось полезным. Ученые России получили возможность проводить исследования при более высоких энергиях частиц в ядерных центрах Европы и Америки, приобретать новые знания и опыт. Несмотря на то, что на ускорителе У-70 не ожидалось сенсационных открытий, они были сделаны. Был получен ряд результатов, имеющих принципиальное значение для физики высоких энергий. На ускорителе в ИФВЭ был открыт закон о масштабной инвариантности, создана систематика резонансов (подобие таблицы Менделеева для сильновзаимодействующих частиц адронов), создана современная теория фундаментального сильного взаимодействия-квантовой хромодинамики.

Успехи физики высоких энергий содействовали созданию и внедрению нескольких поколений быстрой наносекундной электроники, мощных

вычислительных центров, Черенковских счетчиков с рекордным по тем временам разрешением, сложных экспериментальных установок.

В Лаборатории № 2 была создана комплексная экспериментальная база для проведения испытаний опытных тепловыделяющих элементов для атомных электростанций, конструкционных материалов и теплоносителей, без чего невозможно было развитие новых реакторов для атомной энергетики.

Широкое развитие получила техника экспериментальных атомных реакторов.

В апреле 1952 года в Лаборатории № 2 был создан исследовательский реактор РФТ мощностью 10 мегаватт и горячая материаловедческая лаборатория. Реактор РФТ имел пять исследовательских петель. Важнейшую роль в развитии реакторных установок сыграли разработанные в Лаборатории № 2 диспергированные тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы). Две атомные станции Билибинская и Белоярская до сих пор работают на ТВЭЛх с магниевым разбавителем. На реакторе РФТ было испытано большое количество опытных ТВЭЛов различных типов для Первой в мире АЭС в г. Обнинске, ледокола "Ленин", первой Чехословацкой АЭС, реакторов ВВЭР Нововоронежской АЭС.

В 1954 году в Лаборатории № 2 был создан первый водо-водяной реактор ВВР-2. В дальнейшем созданию исследовательских реакторов для учебных целей и ядерного материаловедения уделялось большое внимание.

В 1957 году в Лаборатории № 2 были созданы реакторы ВВР-С и исследовательский реактор ИРТ бассейнового типа мощностью 2 мегаватта. Реакторы этого типа были построены потом в Корейской Народно-Демократической Республике и Республике Ирак, строились в Республике Гана, Республике Индонезия и в модернизированном виде построен в Ливийской Джамахирии. Эти реакторы были построены в Риге, Минске, и для учебных целей в Томске при Томском политехническом институте, в Московском инженерно-физическом институте.

НТС ПГУ принял решение о сооружении в период с 1955 по 1958 г. 20 исследовательских реакторов и об организации Научно-исследовательского института атомных реакторов в г. Димитровграде (НИИАР). Этот институт и город построены и введены в работу.

В НИИАРе в Димитровграде был пущен в 1961 году материаловедческий реактор СМ-2 для физических исследований и получения новых трансуранических элементов. Реактор СМ-2 мощностью 50 мегаватт имел уникальные характеристики по потоку тепловых нейтронов. В 1956 году началась разработка мощного материаловедческого реактора для развития экспериментальных работ в области атомной энергетики. Реактор МИР мощностью 100 МВт был построен и пущен в Димитровграде в 1966 году. Материаловедческий реактор МР с 26 петлевыми каналами мощностью 20 мега-

ватт был сооружен в ИАЭ в декабре 1963 года, затем его мощность была увеличена в 2 раза.

В 1960 году был пущен импульсный гомогенный графитовый реактор ИГР для изучения динамики и безопасности реакторов при введении высоких уровней реактивности и испытаний конструкции реакторов при высоких температурах. Максимальный поток нейтронов на три порядка был выше, чем в реакторе СМ-2. Рабочая температура в активной зоне достигала 2000 градусов по Цельсию. Первый импульсный растворный реактор ИИН-1 был пущен в ИАЭ в 1965 году. В 1981 г в ИАЭ был сооружен реактор ИР-8, мощностью 8 мегаватт и создан головной образец гомогенного растворного реактора “Аргус” мощностью 50 кВт. В 1984 году в Дубне был введен быстрый исследовательский реактор ИБР-2, мощностью 5 мегаватт с перспективой превратить его в электроимпульсный реактор с ускорителем. Всего в стране было создано 34 исследовательских реактора.

Одним из ведущих институтов отрасли по быстрым реакторам стал Физико-энергетический институт (ФЭИ) в г. Обнинске (бывшая лаборатория В). В институте построены — Первая в мире АЭС с уран-графитовым канальным реактором, исследовательский реактор БР-10, комплекс для испытаний термоэмиссионных преобразователей, 16 критических стендов, и большой физический стенд для исследований нейтронно-физических характеристик реакторов на быстрых нейтронах, циклотрон У-150 и ускоритель Ван-де-Граафа.

Российская школа физиков стала одной из крупнейших в мире.

Перспективы новых исследований в области физики высоких энергий в России связаны с модернизацией ускорителя У-70, что приведет к улучшению качества и увеличению тока пучка. Завершение и ввод ускорительно-накопительного комплекса УНК на энергию 600 ГэВ, а в дальнейшем до 3000 ГэВ позволят раздвинуть масштабы исследований. Канал инжекции УНК длиной 2,5 км введен. Завершена проходка более 30 км тоннелей УНК. Значительная часть тоннеля готова для монтажа инженерных систем. Изготовлено и поставлено более 70% оборудования ускорителя. Его интенсивность будет в 5–10 раз превышать интенсивность аналогичного ускорителя в Европейском исследовательском центре (ЦЕРН). Это открывает большую перспективу в решении ряда физических задач. Несмотря на экономические трудности сегодняшнего дня вложенные средства несомненно дадут результат.

Изучение физики элементарных частиц приведет к использованию новых источников энергии, в сотни раз превышающие ядерную энергию. Ядерные физики объединили науку о физике элементарных частиц с космологией. Было доказано, что расширение Вселенной и образование ее крупномасштабных структур аналогичны процессам, происходящим в мире элементарных частиц.

Любое совершенное изделие сегодня — это плод научных исследований, создаваемый по схеме — идея, изобретение, изготовление, продажа. Будущее России в ближайшие 50 лет будет обеспечено при сохранении уровня научных исследований.

Роль технических и организационных структур России в решении атомной проблемы

Россия никогда официально не публиковала истории работ над своим проектом по атомной проблеме, аналогичной отчету Смита от 12 августа 1945 года США. Одним из оставшихся в архивах подлинных материалов является подборка протоколов Технического совета Спецкомитета при Государственном Комитете обороны, Инженерно-технического и Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Народных Комиссаров СССР.

Технический совет Спецкомитета был создан в сентябре 1945 года, реорганизован в декабре 1945 года в Инженерно-технический совет Первого главного управления (ИТС ПГУ), и, наконец, преобразован в Научно-технический совет (НТС ПГУ) в марте 1946 г.

Уже в первые месяцы становления ядерной отрасли стало ясно, что ядерные процессы сложны и для их решения необходимы фундаментальные исследования, необходимо привлечение специалистов высочайшего класса.

Первая группа таких специалистов была сосредоточена в руководстве Первого главного управления и Специального Комитета.

Технический совет Первого главного управления в 1945 году имел столько секций, сколько было проблем, придавал важное значение проблемам развития ускорительной техники и магнитных анализаторов. Уже в первые месяцы после организации ПГУ рассматривались вопросы “Об изготовлении универсального магнитного сепаратора весом 120 тонн” (протокол № 2 от 22 апреля 1946 г.), вопросы проектирования и производства магнитов, информацию о строительстве ускорителей в США, (протокол № 63 от 3 марта 1947 г.), “Проблемы ускорителей заряженных частиц” с докладом В. И. Векслера, “О разработке, проектировании и изготовлении масс-спектррометров” (протокол СЗ-13 от 2 сентября 1946 г.), “О строительстве циклотрона в физическом институте АН Украины” (г. Киев, протокол № 4с-1 от 8 мая 1946 г.). 20 августа 1947 рассматривается состояние с пуском ускорителей для производственных целей. 2–4 апреля 1949 года рассматривается вопрос “О технической осуществимости ускорителей протонов на энергию 7–10 миллиардов электрон-вольт” (протокол СЗ-50).

В состав Технического совета Спецкомитета входили:

Ванников Б. Л. — председатель, начальник ПГУ;

Алиханов А. И.— академик;
Вознесенский И. Н.— академик;
Капица П. Л.— академик;
Кикоин И. К.— профессор, член-корреспондент АН СССР;
Курчатов И. В.— академик;
Махнев В. А. — ученый секретарь;
Харитон Ю. Б. — профессор.

Таким образом, в составе Технического совета преимущественно были ученые и специалисты.

ПГУ представляло собой руководящий государственный орган, в ранге Министерства (Комиссариата), в состав которого входили:

начальник ПГУ, заместитель председателя Спецкомитета, нарком боеприпасов Ванников Б. Л.;

заместитель наркома Внутренних дел, строитель Завенягин А. П.;

нарком Геологии, ответственный за проблему урана Антропов П. Я.;

заместитель наркома цветной металлургии Славский Е. П.;

заместитель председателя Госплана Борисов Н. А.;

заместитель наркома черной металлургии Емельянов В. С.;

начальник Главпромстроя НКВД Комаровский А. Н.;

заместитель наркома химической промышленности Касаткин А. Г.;

заместитель наркома Внутренних дел Мешик П. Я.

При Техническом совете были созданы 3 постоянных комиссии:

1. Комиссия по изучению ионного метода разделения изотопов под председательством академика А. Ф. Иоффе.

2. Комиссия по получению тяжелой воды под председательством академика П. Л. Капицы.

3. Комиссия по изучению плутония под председательством академика В. Г. Хлопина.

На заседании НТС ПГУ 19 декабря 1945 года были рассмотрены и утверждены секции Инженерно-технического совета (протокол № 2):

Секция № 1 (атомные реакторы) в составе:

1. Первухин М. Г.— председатель.

2. Щелкин К. И.— зам. председателя, профессор Московского института химического машиностроения.

3. Курчатов И. В.— академик.

4. Кацинский Н. П.— гл. инженер Главтурбопрома Наркомтяжмаша.

5. Флоринский В. В.— руководитель лаборатории НИИХиммаша, инженер-конструктор.

6. Ромм Э. И.— профессор, теплотехник, научный сотрудник Всесоюзного теплотехнического института.

7. Калинин В. Ф.— ответственный секретарь секции, инженер-механик.

Секция № 2 (молекулярная физика) в составе:

1. Малышев В. А.— председатель.

2. Поликовский В. И.— зам. председателя, директор Центрального института авиадвигательного строительства.

3. Кикоин И. К.— член-корреспондент АН.

4. Поздняков Б. С.— ученый секретарь Инженерно-технического совета.

5. Денисов Д. Н.— инженер Кировского завода (ответственный секретарь).

Секция № 3 — (ускорители) в составе:

1. Алексеенко Г. В.— председатель.

2. Попов Н. Л.— зам. председателя, начальник ЦКБ 170 Наркомэлектропрома.

3. Арцимович Л. А.— доктор физико-математических наук.

4. Ефремов Д. В.— гл. инженер завода “Электросила”.

5. Векшинский С. А.— профессор, зав. электровакуумной лабораторией завода 632 Наркомэлектропрома.

6. Казьминский В. А.— ответственный секретарь, инж. Наркомэлектропрома.

Секция № 4 (методы выделения изотопов) в составе:

1. Касаткин А. Г.— председатель.

2. Плановский А. Н.— зам. председателя, начальник технического отдела Наркомхимпрома.

3. Корнфельд М. О.— профессор.

4. Гаранин Б. Г.— нач. Главного управления Наркомвооружения.

5. Генин Л. Ш.— инженер, нач. 2-го технического отдела ГСПИ 3.

В составе секции № 4 была отдельная группа по проектированию цехов производства продукта 180 (тяжелой воды) методом электролиза воды в составе:

1. Емельянов В. С.— руководитель.

Секция № 5 (Радиохимия и тепловыделяющие элементы) в составе:

1. Завенягин А. П.— председатель.

2. Шевченко В. В.— зам. председателя, директор НИИ 9.

3. Емельянов В. С.— зам. председателя.

4. Правдюк Н. Ф.— ст. научный сотрудник, кандидат физико-матем. наук.

5. Сеницын В. И.— профессор, доктор хим. наук, проректор МГУ.

В дальнейшем была образована секция № 6 по приборостроению

Были назначены эксперты:

1. Кирпичев М. В.— академик, Энергетический институт АН СССР.

2. Гринберг М. И.— профессор, гл. конструктор Ленинградского металлического завода.

3. Жербин С. М.— гл. конструктор Невского завода.

4. Ведерников А. Н.— профессор МВТУ им. Баумана.

5. Уваров В. В.— профессор Военно-воздушной академии им. Жуковского.

6. Амбарцумян Р. С.— кандидат техн. наук, нач. лаборатории.
7. Бочвар А. А.— член-корреспондент АН, профессор, доктор техн. наук.
8. Гуськов В. М.— директор Всесоюзного алюминиево-магниевого института, доктор техн. наук;
9. Беляев А. И.— профессор, зав кафедрой редких металлов Института цветной металлургии, доктор техн. наук;
10. Звягинцев О. К.— доктор техн. наук, Институт химии АН СССР.
11. Доллежалъ Н. А.— профессор, директор НИИхиммаш.
12. Шолкович Б. М.— гл. конструктор Подольского завода Наркомтяж-маша.

Кроме того были организованы 4 комиссии и 2 секции (повторены из состава Технического совета):

1. Комиссия по электромагнитному разделению урана (председатель А. Ф. Иоффе).
2. Комиссия по получению тяжелой воды (председатель П. Л. Капица).
3. Комиссия по изучению плутония (Председатель В. Г. Хлопин).
4. Комиссия по методикам аналитических исследований (Председатель А. П. Виноградов).

Секция по охране труда (председатель В. В. Парин).

Секция по приборостроению.

Руководители секций и ее члены со временем менялись без официального переутверждения.

Аналитическая Комиссия работала при Секции 4 ИТС. На первых этапах рассматривались методы анализа урана, методы определения малых количеств примесей в уране.

Протоколом № 1 от 10 декабря 1945 года технические задачи секций распределились следующим образом:

- секция № 1 — занимается агрегатом № 1;
- секция № 2 — занимается агрегатом № 3;
- секция № 3 — ответственна за организацию проектирования и изготовление машин на заводе “Электросила”;
- секция № 4 — ответственна за получение продукта 180 — тяжелой воды;
- секция № 5 — занимается реконструкцией завода № 12 (г. Электро-сталь).

Если сравнить наименования секций и комиссий со структурой Лаборатории № 2, то просматривается определенная аналогия.

Лаборатория № 2 к концу 1945 года имела 8 секторов:

- №1 — физика ядерных реакторов — руководитель И. В. Курчатов;
- №2 — диффузионное обогащение — руководитель И. К. Кикоин;
- №3 — химия трансурановых элементов — руководитель Б. В. Курчатов;
- №4 — получение тяжелой воды — руководитель М. О. Корнфельд;

№5 — электромагнитный метод разделения изотопов — руководитель Л. А. Арцимович;

№6 — технология новых агрегатов — руководитель В. И. Меркин;

№7 — физика быстрых нейтронов — руководитель Г. Н. Флеров;

№8 — изучение мезонов — руководитель М. С. Козодаев.

Структура взаимоотношений научных организаций внешне была запутанной. Лабораторией № 1 считалась лаборатория К. Д. Синельникова, созданная на базе ХФТИ. В декабре 1945 года из Лаборатории № 2 была выделена Лаборатория № 3 во главе с академиком А. И. Алихановым, на которую возлагалась организация конструирования и строительство реакторов на тяжелой воде. До преобразования в самостоятельные организации длительное время ряд вновь организованных структур считались филиалами Лаборатории № 2. Ответственной организацией за решение всей атомной проблемы от начала работ и до конца — получения результатов — оставалась лаборатория № 2. После смерти И. В. Курчатова в 1960 году значительно большую самостоятельность получили ВНИИ экспериментальной физики (Арзамас-16) и ВНИИ технической физики (Челябинск-70).

Коллективы сотрудников Первого главного управления, Технического, Инженерно-технического, Научно-технического советов отличались высокой оперативностью, принятием решений без проволочек, требовательностью и дисциплиной. Заседания НТС характеризовались высоким демократизмом, свободным обсуждением всех вопросов, ответственными решениями. В такое сложное время подобный демократизм кажется удивительным и невероятным. Это можно объяснить тем, что ряд секций Совета возглавлялся заместителями председателя Совета Министров страны.

Функции председателя ТС, ИТС, НТС выполняли в 1945–1946 гг. Б. Л. Ванников, в 1947–1949 гг. М. Г. Первухин, с 1949 г. — И. В. Курчатов.

Существовал как бы Президиум НТС, который рассматривал фундаментальные вопросы, предварительно разбиравшиеся на секциях. Такая структура технического руководства отраслью, созданная в 1945 году, сохранилась в Минатоме до настоящего времени и поддерживалась в течение 50 лет в неизменном виде всеми министрами Минатома.

На первом заседании ТС было принято “Положение” и “Задачи” Совета. В течение двух недель непрерывно Совет изучал обстановку и проблемы, заслушивал доклады ведущих специалистов и академиков и принял ряд фундаментальных решений. Было принято решение построить в первую очередь одно предприятие по обогащению урана-235 и одно предприятие по наработке плутония с окончанием работ в начале 1948 года. Эта программа работ была рассмотрена и утверждена 5-24 сентября 1945 г (протокол № 2), т.е. через три недели со дня организации ПГУ. Члены Технического совета проработали комплекс информационных материалов, касающихся атомной проблемы. Были обсуждены сообщения по основным вопросам, связанным с использованием атомной энергии, оценены мас-

штабы этой работы и приняты основные направления, которые и через 50 лет, в основном, не выглядят ошибочными.

В первую очередь предполагалось сосредоточить внимание на наработке плутония, для чего надлежало создать уран-графитовые реакторы на природном уране, вторая работа — это создание газо-диффузионного и электромагнитного производств обогащения урана, и, наконец, в третью очередь предполагалось создать тяжеловодные реакторы, как более производительные по плутонию и менее громоздкие, но использующие в топливе слабообогащенный уран.

По второй программе ставились задача создания масштабного производства обогащенного урана оружейного качества, разработка магнитных методов сепарации урана для выделения изотопа урана-235, создание уран-графитовых тяжеловодных реакторов, использование для работы реакторов топлива, обогащенного за счет плутония. Сегодня это топливо называют МОКС-топливом. В дальнейшем планировалось создание реактора с топливом на смеси тория и плутония — все это с целью снизить зависимость физических характеристик реактора от качества исходных материалов и наличия в них нежелательных примесей. Видно, что некоторые задачи первой и второй очередей пересекаются. От части из них потом отказались. Решили срочно приступить к строительству предприятий по получению тяжелой воды. Членам Совета представлялось, что наиболее сложной проблемой будет проблема тяжелой воды, четко прослеживалась линия поведения участников Совета и определялось промышленное направление по наработке тяжелой воды.

16 сентября 1945 года был заслушан доклад немецкого ученого проф. Рия о технологии получения металлического урана. Эта технология была принята за основу.

Институтом Физической химии было предложено принять методику "Выделения урана сорбционным методом", что заложило наиболее современную технологию урановой промышленности (протокол № 22 от 15 июля 1946 года).

Уже с первых шагов рассматривался вопрос о подготовке кадров физиков-экспериментаторов (протокол № 4 от 15. 10. 45 г.).

С целью обеспечения надлежащего уровня разработок было принято решение привлечь к проблемам использования атомной энергии научные учреждения Академии Наук страны — Ленинградский физико-технический институт (ЛФТИ) по теме: "Обеспечить получение на циклотроне первых микрограмм плутония и разрабатывать диффузионный метод разделения изотопов", Физический институт Академии Наук (ФИАН) по теме: "Обеспечить теоретические расчеты реакторов и решать, как использовать ускорители", Радиевый институт Академии Наук по теме: "Обеспечить технологию получения и химию плутония", Институт физической химии по теме: "Обеспечить изучение коррозии среды урана, изучение химических свойств плутония", Институт неорганической хи-

мии по теме: “Обеспечить изучение химических свойств плутония и теорию диффузионных процессов”, Институт химической физики по теме: “Разработать новые методы разделения изотопов урана”, Уральский филиал АН по теме: “Разработка методов центробежного разделения изотопов урана по материалам доктора Ф. Ф. Ланге”, Биохимическую лабораторию АН (впоследствии Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского) по теме: “Разработка методик определения примесей в уране и других ядерных материалах. “, Украинский физический институт по теме: “Разработка источников ионов урана”, Украинский физико-технический институт по теме: “Разработка физических констант разделения изотопов, разработка источников ионов, изучение рассеяния, поглощения и отражения нейтронов”, Физико-технический институт им. Карпова по теме: “Вопросы ионного обмена, проблемы тяжелой воды, диффузии, термодиффузии, дистилляции”, Уральский индустриальный институт по теме: “Разработка сеток для диффузионного разделения изотопов”. В дальнейшем количество привлеченных научных организаций возрастало непрерывно.

НТС ПГУ рассматривал фундаментальные вопросы, секции специализировались на отдельных направлениях. Секции НТС отвечали за рекомендации, обеспечивающие прогрессивное развитие и непрерывное совершенствование технологии ядерной индустрии.

Например, НТС ПГУ 26 мая 1947 года отметил, что плутоний-239 по данным исследований в 2–3 раза более эффективен для изготовления атомной бомбы, чем уран-235. (протокол 76), а уран-233 по эффективности близок к плутонию — 239. Было определено, что “вес топлива реактора в 3 раза снижается при использовании плутония”, понижаются требования к чистоте материалов, используемых в проекте.

Теоретические работы Лаборатории № 2 в 1946 году показали, что принципиально возможна “полная переработка плутония-239 при применении его в быстрых реакторах”. В таких процессах на килограмм исходного продукта из урана-238 может образовываться 1,2–1,9 килограмма активного продукта (плутония-239).

В конце 1945 г. в Лаборатории № 2 была получена навеска 0,16 миллиграмма урана-233 и были исследованы его свойства, что позволяло сделать выводы о том, что критическая масса его может оказаться меньше, чем у плутония 239 и урана-235. Изучение свойств урана-233 представляло особый интерес для решения задачи создания ядерного оружия и тормозило принятие решения по развертыванию работ.

Расчеты, проведенные в Лаборатории № 3, показали, что при использовании тория-232 на каждый килограмм плутония-239 нарабатывается лишь 0,1–0,2 кг урана-233. После этого заключения снизился интерес к топливу из тория и к последующим работам с торием. Начато проектирование реакторов на обогащенном топливе с содержанием до 2% урана-235. Мощ-

ность таких реакторов определялась в 200—500 тыс. кВт и окончить проектное задание надлежало уже во 2-м квартале 1948 г.

Выдано задание на проведение в 1947 году исследований по материалам для реакторов, работающих при высоких температурах.

В целях ускорения проверки характеристик и констант урана-233, 235, плутония-239 Лаборатории № 3 (Алиханову А. И.) поручалось предусмотреть выработку урана-233 в количествах, необходимых для физических исследований.

Все виды ядерных материалов были зашифрованы, несмотря на то, что документы были с грифом “Совершенно секретно. Особая папка”. Казалось бы это излишество. Однако за 50 лет работы атомной отрасли это обеспечило сохранность технологий и нераспространение ядерного оружия.

12 августа 1946 г. (протокол № 29) по докладу академика А. Ф. Иоффе рассмотрены вопросы о способах разделения изотопов методом термодиффузии жидких растворов, диффузией через полимерные пленки, методом электролиза в противотоке. Им были высказаны сомнения в решении проблем разделения методом диффузии сквозь мембраны, и сомнения в способах разделения на многоступенчатых и одноступенчатых компрессорах комбината № 813. В дальнейших работах эти сомнения А. Ф. Иоффе не подтвердились. Все интенсивнее раскручивалось колесо атомной промышленности. В 4 квартале 1947 года Научно-техническим Советом ПГУ было дано поручение — выполнить проект повышения мощности реактора № 2 Комбината № 817 до 200—300 тыс. кВт с окончанием работ в 1 квартале 1948 года.

На атомную проблему в США было затрачено 2 миллиарда долларов. Сколько денег было потрачено Россией не подсчитано, так как определить эти суммы трудно. Правда, каждый объект имел проектные материалы. В протоколах НТС встречаются некоторые цифры стоимости отдельных объектов. В отчете Г. Смита утверждалось, что невозможно повторить проделанную США работу. Тем не менее она была повторена, в том числе и повторены некоторые ошибки. По условиям жизни России того времени ничего нельзя было воспроизвести без проверки - нужна была полная убежденность в правильном пути движения. Не исключалась и провокационная информация в отчете Г. Смита. Преимущество Америки перед Россией в разработке атомного проекта состояло в том, что она делала свое оружие при изобилии сырья и материалов, в США были сосредоточены все научные звезды ядерной физики мира. Россия делала свое ядерное оружие сама при остром дефиците всего необходимого и отсутствии даже выбора материалов по номенклатуре, все своими силами. Американцы делали свой проект при четко определенном уровне финансирования. В России суммы финансирования не играли сдерживающей роли. Результат должен был быть получен. “Мы за ценой не постоим!” Сказано очень точно для всей атомной отрасли! В протоколах НТС постоянно звучит эта мысль. Надо отдать долж-

ное организаторам и руководителям атомного проекта России за их необыкновенное упорство и самоотверженный труд. Наградами им были ордена, медали, премии и тихая слава.

Главными объектами первых лет в строительстве атомной индустрии стали комбинаты 817, 813, 814, 815, 816. Это объекты в Челябинске-40, Верх-Нейвинске (Свердловск-44), Нижней Туре (Свердловск-45), Красноярске-26 и Томске-7. Технические характеристики объектов 817 (плутониевое производство) и 813 (производство обогащенного урана методом газовой диффузии) были утверждены уже 28 марта 1946 г., хотя экспериментальный атомный реактор в Лаборатории № 2 был запущен лишь 25 декабря 1946 г.

13 ноября 1945 года на заседании ТС было поручено Курчатову, Капице, Первухину в месячный срок подготовить и внести на рассмотрение Совета предложения по организации научно-исследовательских работ по использованию атомной энергии для мирных целей. Для условий того времени постановка такого вопроса была необычным шагом.

Секция № 1 Совета рассматривала проблемы основных технологий, технические задания, итоги испытаний, “Технические условия на уран”, “О режиме разгрузки разделочного аппарата ректификации водорода”, “Для решения проблемы тяжелой воды”, “О числе турбокомпрессоров для цепочки полного обогащения”, Об экспертизе проектного задания завода 813 по электрической части и приборам”, “Обогащение болгарской руды” и массу других проблем.

Вместе с тем ТС рассматривал и второстепенные вопросы, например, “Об издании в русском переводе официального отчета об атомной бомбе” (протокол 23 от 18.03.46) “О методах определения золота в уране” (протокол 12 от 12 марта 1947 г).

Постоянно рассматривались и изучались методы получения обогащенного урана. Так по протоколу № 14 от 10 января 1946 г. предполагалось разделять изотопы урана конденсацией пересыщенного пара, молекулярно-магнитным методом (в ХФТИ АН УССР, протокол С3-35 от 7.02.48 г.) Высокочастотный метод разделения изотопов разрабатывался ЛФТИ (протокол Т-24 от 26.12.49 г.). Информация о ходе работ по развитию гравитационного метода разделения полимеров с докладом Арцимовича Л. А. (протокол С3-79 от 30.8.52 г.). Несмотря на выявленную позднее неэффективность этих направлений, им уделялось внимание.

На заседании НТС рассматривался прибор по поиску месторождений урана (протокол 37 от 12 сентября 1946 г.). “Поиск месторождений урана при помощи самолета” также интересовал членов Совета (протокол 44 от 24.10.46 г.).

11 февраля 1949 г. рассмотрен технический проект агрегата № 7 (реактор на тяжелой воде, протокол С1-43).

Проектное задание установки АД (реактор уран-графитовый мощностью 2000 мегаватт) рассмотрено 3 июля 1950 года (протокол С1-59). Пере-

работанное проектное задание рассмотрено 14 октября 1950 года (протокол С1-63).

Научно-технические советы были не только в Первом главном управлении, но и во Втором главном управлении. Так, принципиальная технологическая схема опытной установки по извлечению свинца из воды озера Иссык-Куль докладывалась Б. Н. Ласкориним 25 сентября 1952 года (протокол А-44).

Особое внимание в отрасли уделялось технологиям добычи олова, самария, циркония, свинца, гадолиния, кадмия, хлора, селена, серебра, золота, теллура, кальция, магния, сурьмы, ртути. Началось производство редких металлов. Создаются заводы, которых не было ранее в стране. В процессе создания конкретных производств члены Совета убеждались в необходимости проведения тщательной проверки принимаемых решений, особенно после того как диффузионный завод Д-1 объекта 813 пришлось неоднократно перекомпоновывать, решения о строительстве новых объектов принимались осмотрительно. Так, технический проект технологической части объекта 815 (Красноярск-26) рассматривался 22 ноября 1952 года (протокол С1-101), когда безошибочность решения была гарантирована предыдущим успешным опытом.

Заложенные в первые годы работы отрасли принципы принятия решений прошли проверку в течение последующих десятилетий и показали свою эффективность. Коллегия ПГУ назначала и снимала руководителей с работы. Коллегия Минатома через несколько десятков лет делала то же.

Центральный аппарат Минатома внес значительный вклад в успешное решение всех проблем развития и управления отраслью. Этот опыт остается бесценным до сих пор. По мере развития промышленности совершенствовался центральный аппарат Минатома. В 1990 году он достигал численности 3300 человек и состоял из 37 Главных управлений и управлений. В состав Минатома в 1986 году вошло Минатомэнерго. Руководящий состав Минатома комплектовался преимущественно из работников предприятий отрасли с большим опытом и производственным стажем. В составе Минатома была своя служба ядерной и радиационной безопасности, инспекция котлонадзора, патентная служба и служба патентной экспертизы, Главатомнадзор, Кризисный центр. Минатом выполнял функции национального центра международной системы ядерной информации. Диапазон его деятельности был уникален.

В течение нескольких десятилетий в Минатоме была развита система государственной регистрации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивался обмен информацией между предприятиями отрасли, издавались журналы "Атомная энергия" и "Атомная техника за рубежом".

На предприятиях отрасли постоянно совершенствовались технологии производства, внедрялась вычислительная техника, передовые приемы труда и управления, культивировались элементы воинской дисциплины. Как по-

казала практика производства и сохранения ядерного оружия, эти методы в течение 50 лет себя полностью оправдали.

Роль немецких специалистов в решении атомной проблемы

В июне 1942 года немецкий физик Гейзенберг сообщил членам германского высшего командования, что Германия, находясь в состоянии войны, не может создать атомную бомбу, поскольку это "займет столько времени, что терпения не хватит". Таким образом, к концу войны Германия не накопила достаточного потенциала, чтобы его можно было использовать в России для создания ядерного оружия.

Вблизи г. Сухуми в поселках Агудзеры, Келасури и Синоп в 1945 году был организован впоследствии названный Институтом № 5 комплекс научно-исследовательских лабораторий, в которые были приглашены из Германии и добровольно трудились там немецкие ученые, участвовавшие в период войны в исследованиях по созданию немецкого ядерного оружия.

Были построены лаборатории под названием "А" и "Г", затем преобразованные в Институты "А" и "Г", которые возглавляли немецкие ученые доктор Манфред фон Арденне и выдающийся, всемирно известный физик, Нобелевский лауреат Генрих Герц.

Сразу после окончания войны в Германию была направлена группа советских специалистов-физиков, которая провела большую работу на территории, занятой нашими войсками, по поиску урана, соответствующего физического оборудования, информации, немецких специалистов, занятых исследованиями в областях ядерной физики, литературы. Американцы выполняли такую же работу в Западной зоне оккупации Германии начиная с февраля 1945 года, т.е. еще до окончания войны. Им тоже был нужен уран, немецкое оборудование, информация, и, главное, надо было, по возможности, предотвратить попадание всего этого в Россию. Российские специалисты кое-что в Германии нашли.

По решению Коллегии Первого главного управления из Германии была вывезена библиотека Физического института Университета в Галле и оборудование Физико-технического института в Роннесбурге и его отделения в Вайде, Института физики Кайзера Вильгельма, лаборатории Физико-химического института в Штадтильме (Тюрингия). Кроме того, на Московский электролитный завод были направлены "Малая и Большая установки" для получения тяжелой воды с завода Лейна Верке. Для лаборатории "А" в г. Сухуми был вывезен из Германии электромагнит, на основе которого позже был собран масс-спектрометр, и оборудование небольшого циклотрона (вес магнита 60 тонн).

Доктор М. Арденне, руководитель лаборатории "А", занимался в Сухуми электромагнитным разделением изотопов, методами измерения обогащения урана и масс-спектроскопией. С ним работали немецкие специали-

сты Егер, Райбеданц. Доктор Арденне выполнял конструирование и изготовление масс-спектрометров и электронного микроскопа.

Немецкий физик Г. Герц стал работать над теорией разделения изотопов, разрабатывал методику расчета диффузии, т.е. работал в той же области, что и российский профессор И. К. Кикоин, а также он занимался разделением изотопов методом диффузии против потока газа.

Лаборатория Г. Герца получила научное оборудование в виде немецкого циклотрона и генератора Ван-де-Граафа. Однако в конце 1945 года, как это следует из протоколов заседаний НТС ПГУ, оборудование находилось в очень плохом состоянии, не было укомплектовано, не имело запасных частей и электроизмерительных приборов.

Лаборатории "Г" было предложено заниматься испытаниями фильтров и отработкой методик изготовления диафрагм для диффузионных процессов, которые изготавливались другими предприятиями в России и на Украине. Эта работа выполнялась лабораторией профессора П. Тиссена. Исследование диафрагм на разделительные свойства исполнял немецкий физик доктор Цюльке.

При знакомстве с состоянием работ немецких специалистов академик А. И. Алиханов в ноябре 1945 года отметил, что "все работники группы Герца плохо знакомы с научной литературой времен войны и необходимо вывезти их в библиотеки Москвы или Ленинграда". Впоследствии в протоколах НТС ПГУ неоднократно отмечалось, что в лаборатории "А" и "Г" направлялась научная информация по тематике их работы. Кроме того, академик А. И. Алиханов предложил создать 3 новых лаборатории, в том числе лабораторию под руководством немецкого профессора М. Фольмера по электролизу воды, а также организовать научно-техническую библиотеку и механическую мастерскую. Лаборатории и библиотека были созданы.

Немецкий специалист доктор Мюленфордт разрабатывал схему установки для выделения урана-235 с производительностью 100 грамм в сутки методом конденсации и испарения шестифтористого урана, со сроком окончания работ в декабре 1946 года, Лаборатория доктора В. Шютце занималась изготовлением масс-спектрографов, лаборатория доктора Бума занималась изготовлением диффузионных диафрагм методом испарения компонентов сплава. В этой лаборатории немецкий специалист Райхман занимался методами восстановления оксидов, методами вальцовки порошков и травления фильтров, лаборатория доктора Иккерта занималась анализами урана и фтора, очисткой шестифтористого урана.

Самыми заметными специалистами в Лаборатории "Г" были физик доктор В. Шютце, работавший в области атомного ядра, циклотрона, диффузионных фильтров и физик-теоретик Борвих. В состав группы входили немецкие рабочие-стеклодувы и нескольких рабочих-механиков.

Отдел физики возглавлял профессор М. Штеенбек, который занимался разделением изотопов урана методом конденсации пара на капельках

растворителей и методами центрифугирования. Разработкой методов изготовления диффузионных диафрагм из никеля занимался профессор П. Тиссен и его помощник Мор. Диффузионные фильтры из медных диафрагм и хлорного каучука исследовал немецкий специалист Зиверт. Разработкой методов испытаний диафрагм занимался доктор Бартель, исследованиями принципиальной возможности разделения изотопов посредством дистилляции с транспортом в виде инертного газа занимался доктор Циль. Исследованиями влияния радиоактивных излучений на живые организмы занимался доктор Менке. Доктор Штеенбек был привлечен к проектированию большого циклотрона, бетатрона, мощного источника постоянного тока. Часть из перечисленных работ впоследствии не получила практической реализации.

Главным положительным достижением Института № 5 (институты А и Г), в котором работали немецкие ученые в г. Сухуми, была разработка трубчатых диффузионных фильтров для обогащения урана. Эта работа была завершена ими в 1948 году. Положительно закончилась также работа по центрифужному методу обогащения урана, однако существенной роли М. Штеенбека в этой работе не было. Гибкий вал центрифуги, над которым работал Штеенбек, оказался неработоспособным и его идеи были забракованы. Однако ОКБ Ленинградского Кировского завода учло в работе путь, пройденный немецкими специалистами.

Решением Коллегии ПГУ на Институты А и Г возлагалась ответственность за разработку к 1 апреля 1950 года методики экспресс проверки коррозионной устойчивости диффузионных фильтров с получением результатов через 5–6 дней после начала испытаний, а не через 30–40 дней как делалось по методике Лаборатории № 2.

Кроме работ в институтах в Сухуми, из Германии были приглашены в нашу страну немецкие специалисты по получению урана. В НИИ-9 вместе с семьями и помощниками работали профессора М. Г. Фольмер, Р. Доппель, а в Лаборатории № 2 И. Шинтельмейстер, на заводе № 12 — Н. В. Риль и Г. Виртц.

В Челябинской области в лаборатории “Сунгуль” вместе с российскими учеными работали по изучению радиобиологического воздействия ионизирующих излучений немецкие радиобиологи К. Циммер, Г. Борн, А. Кач. Отчеты по результатам их работы впоследствии рассматривались на заседаниях НТС ПГУ.

Всего из Германии прибыло около 300 специалистов, из которых около 50 были докторами наук.

После проведения испытаний первого образца ядерного оружия большая группа немецких специалистов была отмечена наградами и поощрена, хотя непосредственного участия в этих работах немецкие специалисты не принимали и их роль была второстепенной.

Так, доктор Г. Виртц за внедрение технологии получения урана был дважды в составе объединенной группы награжден Государственной пре-

мией, доктор В. Шютце за разработку фильтров для диффузионной технологии был также награжден Государственной премией, а доктор Н. Риль за участие в разработке технологии производства чистого урана стал Героем Социалистического труда. В 1951 году Г. Герц был удостоен Государственной премии.

В течение продолжительного времени пребывания в нашей стране ни М. Арденне, ни Г. Герц, возглавлявшие группы немецких ученых, не сделали заметных работ, которые могли бы свидетельствовать об их крупном творческом участии в решении атомной проблемы в России.

Создание сырьевой базы атомной отрасли

В ноябре 1942 года ГКО СССР принял решение об организации добычи урана из отечественного сырья. Необходимо было провести геологическую разведку, создать горно-обогатительные и перерабатывающие предприятия.

В 1943 году во Всесоюзном институте минерального сырья был создан специальный урановый сектор, который возглавил Д. И. Щербаков.

В сентябре 1945 года при ПГУ была создана комиссия, в задачу которой входило рассмотрение и оценка запасов урана на уже разведанных месторождениях, разработка мероприятий по их доразведке и добыче.

В то время отечественные месторождения не были достаточно изучены и не могло быть правильных оценок запасов. Разведанные запасы урана казались ограниченными.

К моменту зарождения атомной промышленности на территории нашей страны и стран Восточной Европы было известно два практически полностью отработанных месторождения урана — Туя-Мунское в Средней Азии (завод Табашары) и Яхимовское в Чехословакии.

Второе главное управление, отвечавшее за сырьевую базу и за поставку природного урана, сделало очень много для того, чтобы были накоплены необходимые запасы урана.

Ввиду ограниченного объема добываемого урана принимались меры по форсированию добычи руды в Восточной Европе. В предельно короткие сроки было открыто большое количество месторождений урана в Восточной Европе (Восточная зона Германии, Чехословакия, Венгрия, Болгария и Румыния), где немецкие ученые-геологи после длительных многолетних работ пришли к отрицательным заключениям о наличии урана. Второе Главное управление установило план добычи руды по каждой стране. В декабре 1946 года Коллегия ПГУ констатировала, что “за период 9 месяцев 1946 года не обнаружено ни одного крупного месторождения урана на территории нашей страны”. Было принято решение о снижении нижнего предела содержания урана, подлежащего концентрации, на комбинате № 6 до 0,03%. Огромные средства расходовались

на разведку месторождений. Только в районе Средней Азии в 1946 г. было потрачено 11,5 млн. руб. (протокол № 20 от 11 декабря 1946 г.). Всего на геологическую разведку урана в 1946–1947 гг. было израсходовано 608 млн. руб. Для того, чтобы добыть первые 150 тонн урана на месторождении Табашары потребовалось построить 100-тысячный жилой комплекс.

В 4-ом квартале 1945 года Комитет по геологии должен был обеспечить круглосуточную работу 12 геологических разведывательных партий в Средней Азии, Прибалтике, Восточной Сибири и в Азербайджане. В 1946 г. было организовано уже 270 геологических партий, при Академии наук была создана комплексная экспедиция.

В 1947 году при Мингеологии были созданы специальные территориальные экспедиции по поиску урана. В высших учебных заведениях страны была организована подготовка горных инженеров по специализации добычи и переработки урана.

Богатых залежей урана в природе не существует. Промышленное значение имеют руды с содержанием 0,1–0,5%. Среднее содержание урана в рудах составляет 0,31%. В Австралии на богатом месторождении Кунгаре содержание окиси урана превышает 0,8%. Встречаются месторождения с содержанием урана до 10%, но их мало.

С первых шагов поисковых и разведочных работ начала применяться аэро- и авторазведка по гамма-фону, давшая хорошие результаты, особенно в равнинных районах. При широком охвате территории нашей страны поисково-разведочными работами были открыты новые месторождения, промышленное освоение которых началось буквально с момента их открытия.

В 1947 году возросли запасы урана, разведанные в Киргизии, Черемхово, Донбассе.

Одними из первых главных геологов по урану были академики Иосиф Федорович Григорьев, Сергей Сергеевич Смирнов, Владимир Иванович Смирнов, Петр Яковлевич Антропов. Всего в геологии урана работало до 15 тысяч геологов и на территории страны было разведано столько запасов, сколько имелось их в остальном мире.

Был создан ряд предприятий в том числе и за рубежом: предприятие “Висмут” в ГДР, крупные предприятия в Чехословакии, Румынии, Болгарии.

Кроме решения фундаментальных проблем в геологии урана были одновременно решены и крупные проблемы геологии. Была разработана геохронологическая шкала-возраст различных пород и минералов на основе констант распада и тем самым определялась пригодность отдельных минеральных видов, удалось построить достоверную мировую шкалу геологического возраста, что позволяло проводить поиск урана по заранее прогнозируемому направлению.

В декабре 1946 года в Лаборатории № 2 был пущен атомный реактор, для которого к этому времени было получено 45 тонн металлического урана. Уран производился по так называемой "немецкой технологии", предложенной группой немецких специалистов, привезенных в 1945 году из Германии. Технология была несовершенна, трудоемка, с большим количеством отходов, но она позволяла получать конечный продукт.

В начале 1946 года во ВНИИНМ (НИИ-9) была начата разработка технологии восстановления урана из тетрафторида, получаемого осаждением из раствора плавиковой кислоты. Был разработан метод восстановления урана кальцием с предварительным двухстадийным прокаливанием на воздухе и в среде водорода.

В 1946 году в г. Электросталь были начаты опытные восстановительные плавки тетрафторида урана, а в 1947 году эта технология была принята в качестве основной для получения металлического урана. Выход урана в слиток составлял 95-97%. От "немецкой технологии" восстановления урана полностью отказались.

По мере развития уранодобывающей промышленности и освоения новых более богатых месторождений в зависимости от концентрации урана менялось отношение к уже освоенным геологическим формациям. В ряде мест страны, например, в Зауралье, были выявлены хорошие потенциальные районы и месторождения урана.

В 1946 г. академиком В. Г. Хлопиным в результате обследования гидрографической системы было установлено феноменально высокое содержание урана в воде озера Иссык-Куль (в 20 раз больше, чем в океанической воде). Запасы оценивались в 120 тыс. тонн. В 1950 году была получена первая тонна урана из природных вод. Главный результат этой работы — создание селективных сорбентов по урану с высокой сорбционной емкостью при низких концентрациях урана в растворе. Новая технология — сорбция из пульп — была одним из важнейших факторов, способствовавших созданию крупномасштабной урановой промышленности. В результате обновления всех действующих технологий предприятий и строительства новых урановых комбинатов на основе этой технологии было обеспечено более полное и комплексное использование геологических запасов бедных урановых руд.

Первое промышленное внедрение современной технологии "сорбция из пульп" осуществилось на Силламяэском (Эстония) предприятии с использованием сорбента СГ-1 (сополимера металкриловой кислоты и деме-такрилового эфира этиленгликоля), промышленное производство которого было организовано в г. Дзержинске.

По такой же схеме с большим технико-экономическим эффектом была произведена реконструкция урановых рудоперерабатывающих производств на заводах в гг. Электростали, Глазове, Новосибирске, Днепро-дзержинске, Усть-Каменогорске. Это был скачок в развитии урановой промышленности. Были построены новые комбинаты в Кара-Балты, На-

вои, Степногорске, Лермонтово, Мангышлаке, Желтых Водах, Приаргунье. Дальнейшее усовершенствование сорбционной и экстракционной технологий переработки урановых руд было достигнуто в результате синтеза новых сорбентов на основе сополимеров. Получил развитие метод сорбционного выщелачивания путем совмещения процессов сорбции и выщелачивания, чем достигается сокращение времени выщелачивания и снижение расхода химикатов.

Важным этапом в развитии урановой промышленности было освоение процессов кислотного и карбонатного автоклавного выщелачивания.

Спустя 50 лет можно сказать, что за короткий срок, не владея геохимией урана, была проделана гигантская работа по получению необходимых знаний по проблеме урана.

К 1991 году на складах в России находилось уже 200 тыс. тонн урана, что свидетельствует о создании самой мощной в мире урановой промышленности.

После распада СССР в России осталось лишь 25% разведанных запасов урана, причем в трудно осваиваемых районах. В России есть прогнозные Долматовское, Малиновское, Хиагдинское месторождения, пригодные для разработки руд методом подземного выщелачивания, но до конца не разведанные. Однако технология добычи урана настолько отработана, что даже при низких концентрациях урана на предприятиях, использующих метод подземного выщелачивания, возможны высокие уровни производительности труда. Например, 75 человек за год могут добывать 1000 тонн природного урана. При добыче 10 тыс. тонн урана в год полностью обеспечиваются потребности предприятий, изготавливающих твэлы для атомной энергетики, флота и проведения исследовательских работ.

В 1994 году весь добытый уран в количестве 2800 тонн экспортировался, что составляло около 12% объема мирового рынка. Внутренние потребности урана в 3544 тонны целиком были обеспечены за счет складских запасов. Такое состояние может поддерживаться вплоть до 2010 года.

Развитие атомной промышленности потребовало создания крупной сырьевой базы промышленности по производству лития, бериллия, циркония, гафния, металлического кальция и многих других элементов и их соединений, а также элементарного фтора, фтороводорода, и различных фторополимеров, промышленности редких металлов. Производство редкоземельной продукции, извлекавшееся попутно с ураном, достигло в 1991 году 8,5 тыс. тонн. Оно было сосредоточено на заводах в Эстонии, Украине, Казахстане, Киргизии.

Экспорт этой продукции осуществлялся в США, Францию, Японию и составлял 1,5–2 тыс. тонн в год. Россия не имеет промышленности по выпуску редкоземельной продукции и вынуждена теперь обходиться имеющимися запасами или покупать ее за рубежом.

Анализ документов первых лет работы НТС ПГУ показал, что проблема тяжелой воды лежала грузом на российской промышленности. Одно из первых предложений по добыванию тяжелой воды состояло в том, чтобы исследовать глубинные воды озера Байкал на содержание тяжелой воды. Вопрос "О получении дейтерия из ухтинских природных газов" рассматривался на НТС 24 июня 1946 года (протокол № 17). Лаборатория № 3 предусматривала ввод установки для производства тяжелой воды к первому сентября 1947 года, производительностью 4 тонны в год, к концу 1948 года комплекс должен был быть пущен полностью и производство тяжелой воды должно достигнуть 20 тонн в год. В ноябре 1945 года постоянная комиссия по тяжелой воде отмечает, что стоимость тяжелой воды, полученной методами дистилляции и изотопного обмена, может быть равна сотням рублей за кг.

В марте 1946 года производство тяжелой воды методом дистилляции набирает темп до 3 кг в сутки. Позднее к этой проблеме практически не возвращались и о ней на заседаниях НТС вспоминали не часто, так как проблема производства тяжелой воды была решена. Целый ряд предприятий Минатома занимались производством тяжелой воды. Большая их часть осталась на Украине.

За 50 лет Минатом России создал на основе урановых технологий как побочные производства крупные предприятия по выпуску удобрений и промышленность редких металлов, которая давала стране более 80% европия, 60% иттрия, 20% ниобия. До возникновения атомной промышленности бериллий и литий производились в нашей стране в небольших количествах на Среднем Урале (Малышево) и в Новосибирске (завод № 2). Качество и количество этих продуктов не могли удовлетворить атомную промышленность. Производство редких металлов оказалось экологически чрезвычайно опасным. Для создания отечественной сырьевой базы по производству литиевых и бериллиевых концентратов были разработаны технологии обогащения руд Малышевского, Ермаковского и Завитинского месторождений, что позволило полностью прекратить поставки импортных литиевых и бериллиевых концентратов. В этих работах велика личная роль Е. П. Славского.

Важнейшим компонентом сырьевой базы атомной промышленности было получение металлического циркония. На заводе в Днепродзержинске и Кирово-Чепецке было организовано крупное промышленное производство циркония.

Выдающиеся результаты получены при использовании метода сорбционного выщелачивания для золотосодержащих руд и концентратов. Селективный по золоту сорбент АМ-2Б применен на всех основных золотосодержащих месторождениях. С 1968 года метод предложен для внедрения во всех отраслях народного хозяйства, в первую очередь, в цветной и черной металлургии, химической промышленности. На предприятии Мурун-Тау с объемом переработки 20 миллионов тонн в год схема позволяет выделять

до 92% золота при исходном содержании золота 2,5–3 г/т. На заводе в Мурун-Тау за 26 лет его работы получено более 1000 тонн золота в виде стандартных банковских слитков чистотой 99,99%. По технологии сорбционного выщелачивания реконструировано 7 предприятий золотодобывающей промышленности. Во время опытно-промышленных испытаний показана высокая эффективность сорбционных и экстракционных технологий для окисленных руд молибденовой, вольфрамовой промышленности при комплексной переработке железных руд и во многих других случаях переработки минерального сырья. Развитие этого метода стало возможным благодаря созданию аппаратов высокой производительности.

В результате широкого промышленного внедрения сорбционных и экстракционных технологий в урановой и радиохимической промышленности достигнуты выдающиеся результаты по экономии миллионов тонн кислот, соды, десятков миллионов квадратных метров фильтровальных тканей, в несколько раз сокращено энергопотребление, повышена производительность труда, ликвидированы сбросы загрязненных сточных вод в окружающую среду.

Добыча и переработка природного урана в России осуществляется только на одном производственном горно-химическом объединении в Краснокаменске, которое действует с 1969 года. АО "Атомредметзолото" совместно с концерном "Геологоразведка" работают над перспективами расширения сырьевой базы урана для подземного выщелачивания.

На месторождении "Сухой лог" создается крупнейший золоторудный комбинат.

Создание комбинатов для производства плутония

По решению Технического совета ПГУ от 5–19 сентября 1945 года первоочередной задачей для разработки и изготовления ядерного оружия было определено получение плутония на уран-графитовых реакторах с охлаждением обычной проточной водой. Экспериментальный макет реактора Ф-1 решено было соорудить в Москве. Тот факт, что проточная вода будет активироваться и загрязнять водную акваторию во внимание принят не был. В США действовала та же схема.

По вопросу размещения реактора Ф-1 возникли разногласия. Б. Л. Ванников, М. Г. Первухин, А. П. Завенягин, Б. С. Поздняков, В. А. Малышев считали, что установку Ф-1 желательно вынести из Москвы в изолированное и ненаселенное место, что исключило бы случайности и обеспечило дальнейшее развитие экспериментальных работ. И. В. Курчатов предложил разместить реактор на территории Лаборатории № 2. Его поддержали А. И. Алиханов, Д. В. Скобельцын, И. К. Кикоин, Н. Н. Семенов, Ю. Б. Харитон, которые согласились с утверждением "о невозможности катастрофического повышения мощности". Таким образом, вопрос

размещения экспериментального реактора на территории г. Москвы единогласного одобрения не получил. Строительные работы по сооружению реактора Ф-1 начались 11 июня 1946 г. Пуск должен быть осуществлен 25 декабря 1946 года. Реактор Ф-1 был запущен 25 декабря 1946 года на территории Лаборатории № 2 в Москве.

Научный руководитель проблемы создания ядерного оружия И. В. Курчатов был убежден в том, что проблема оружия должна решаться путем создания плутониевой бомбы. Это следует из протоколов заседаний НТС, и этому направлению он уделял преимущественное внимание. Однако, он понимал, что обогащенный уран нужен мощным реакторам для получения большого количества плутония и помогал развитию других направлений решения проблемы получения высокообогащенного урана — газовой диффузии, электромагнитной сепарации и центробежной технологии.

При НТС работала специальная комиссия по плутонию. Первое заседание ее проходило 22 января 1946 года.

Экспериментальный атомный реактор типа Ф-1, размещенный в Лаборатории № 2, являлся реактором с естественным воздушным охлаждением и предназначался, во-первых, для того, чтобы проверить ядерное топливо и замедлитель, и, во-вторых, для наработки весомых количеств плутония. Топливом в реакторе служил природный уран, замедлителем и отражателем — графит. Диаметр активной зоны реактора был 6 метров, диаметр графитового отражателя 8 метров. Общая масса урана составляла 48 тонн, графита 430 тонн, мощность 24 кВт.

Из опубликованных американцами в 1945 году результатов использования атомной энергии в военных целях (отчет Г. Смита), было известно, что получение чистого графита в США считалось одной из трудных задач. Это обстоятельство было учтено. Как показал пуск реактора Ф-1 в России эта задача была решена за 6 месяцев, тогда как в США над ней бились в течение 2-х лет. Качество американского графита по содержанию примесей было в 3,7 раза хуже российского.

Реакторный графит представлял собой блоки размером 100x100x600 мм, в которых было просверлено около 300 тыс. отверстий для урана, образовавших решетку с определенным шагом. Реактор Ф-1 не имел принудительного охлаждения, промышленные реакторы предполагалось охлаждать обычной водой.

В течение последующих почти 15 лет для наработки плутония в России были построены комплексные комбинаты с промышленными атомными реакторами и радиохимическими заводами. Это были комбинаты № 817, 816 и 815 с 13 реакторами в Челябинске-40, Томске-7 и Красноярске-26. В Челябинске-40 были построены промышленные атомные реакторы типа А, ИР-АИ, АВ-1, АВ-2, АВ-3, в Томске-7 реакторы типа И-1, ЭИ-2, АДЭ-3, АДЭ-4, АДЭ-5, и в Красноярске-26 реакторы типа АД, АДЭ-1, АДЭ-2. Реакторы типа АДЭ предполагали использование по двойному назначению — для наработки плутония, для тепловой и электрической энергии. При этом

весь комплекс плутониевого производства в Красноярске-26 был защищен от поражения ядерным оружием. Его установки размещались в горных выработках на глубине 200 метров от поверхности земли.

По ряду документов промышленные атомные реакторы России имели соответственно другие наименования, а именно А, ОК-110-1, ОК-110-2, ОК-110-3, ОК-190, И-1, ЭИ-2, ОК-140, ОК-204, ОК-205, ОК-120, ОК-135, ОК-206.

Российские атомные реакторы для получения плутония создавались в противовес атомным реакторам, создаваемым в США. Американцы построили всего 14 реакторов: в Хэнфорде реакторы типа В, D, F, H, DR, С, KW, KE, N,— это были проточные уран-графитовые реакторы с горизонтальной загрузкой. Они были построены в 1944–1955 гг. и выведены из эксплуатации уже в период 1964–1971 гг., кроме реактора N, который был остановлен в 1988 г. В Саванна-Ривер были построены реакторы K, L, P, R и С. Это были тяжеловодные реакторы, введенные в период 1953–1955 гг. и продолжавшие работать до начала 90-х годов. Таким образом, масштабы ядерных вооружений по плутониевой компоненте обеих стран изначально задавались Соединенными Штатами.

Технические характеристики первого объекта на Комбинате № 817 были утверждены протоколом НТС ПГУ от 21 марта 1946 года.

По протоколу № 20 от 11 июля 1946 г. рассматривался “Проект агрегата № 1 завода 817” с докладом И. В. Курчатова. Проектное задание агрегата №1 было утверждено на внеочередном заседании НТС ПГУ, протокол 21 от 13 июля 1946 г. Было принято решение принять к сооружению в первую очередь промышленный реактор (агрегат № 1) по проекту ВНИИхиммаша вертикального исполнения. Горизонтальный вариант, разработанный ОКБ Гидропресс, предлагалось построить параллельно в качестве дублера первой установки. Постановление Совета Министров страны по агрегату № 1 было принято раньше (решением № 802-824 от 9 апреля 1946). Американцы строили свои уран-графитовые реакторы с горизонтальным расположением тепловыделяющих сборок, с чем конструкторы ВНИИхиммаша не согласились, и оказались правы.

Строительство агрегата № 1 должно было быть закончено в 3 квартале 1947 г. (протокол № 14 от 10 июня 1946 г.). Вместе со строительством основного реактора протоколом предусматривалось построить на этой площадке реактор Ф-2, срок окончания строительно-монтажных работ, которого был установлен 15 декабря 1946г. Стоимость его сооружения 3,5 млн. руб., он располагался в 18 км от агрегата № 1 и в 500 м от железнодорожной ветки к западу (протокол № 14 от 10 июля 1946 г.)

Реактор Ф-2 представлял собой уран-графитовый котел мощностью до 15 кВт для испытания графитовых блоков, поступающих для строительства основного котла и для обучения персонала. Реактор Ф-2 имел по проекту химический цех для переработки 10 урановых блочков в сутки. Реально реактор Ф-2 построен не был.

Лаборатории № 2 и Лаборатории завода 847 поручалось организовать и провести в течение 1947–1948 гг. “экспериментальные работы для полного расщепления плутония-239, выдать задание на проведение в 1947 году исследований по материалам для реакторов, работающим при высоких температурах”, Ю. Б. Харитону поручалось “разработать план исследований по выяснению особенностей сжатия плутония 239”, представив его в НТС к 10.07.1947г.

Происходит процесс быстрого развития и становления Комбината № 817. 15 апреля 1948 года принимается решение о проектировании второго агрегата на Комбинате 817.

В 4 квартале 1947 года Государственному союзному проектному институту (ГСПИ) было поручено выполнить проект повышения мощности агрегата № 2 до 200–300 тыс. кВт с окончанием работ в 1 квартале 1948 года.

Проектное задание на создание “Зауральской конторы”, как именовался Комбинат № 816, рассмотрено 28 сентября 1950 года. Источник водоснабжения — река Томь. Как и у американцев, реакторы были прямоточные. Вода из реки для охлаждения реакторов насосами закачивалась в коллектор, и нагретая вода сбрасывалась обратно в реку. Если бы все тепловыделяющие элементы были герметичны, в воду попадали бы лишь короткоживущие изотопы натрия-24, марганца-56, фосфора-32, что не вызывало бы накопления радиоактивных изотопов в пойме реки. Сброс осколочной активности не превышал санитарных норм.

Проектное задание создания Комбината № 816 утверждено протоколом НТС ПГУ № К 23 от 30 10. 50 г. Атомные реакторы в Томске-7 были тепловой мощностью 2000 мегаватт и содержали 2101 топливных каналов, на 100 каналов больше, чем у реакторов в Челябинске-40. Диаметр активной зоны реактора составлял 11,8 метра, высота активной зоны — 7,6 метра.

Комбинат № 815 строился в 10 км от села Додоново и в 64 км от города Красноярска. Это был объект Красноярск-26 с 3-мя реакторами, размещенный в толще гранитных скал на глубине в 200 метров от поверхности и защищенный от наземного ядерного взрыва. Был спроектирован реактор АДЭ1 мощностью в 365 мегаватт. Удельная энергонапряженность была доведена до 20 кВт на один урановый блок в одноцелевом реакторе и до 18 кВт — в 2-х целевом реакторе.

После пуска первого реактора в 1958 году на Комбинате № 815 был введен завод по радиохимической переработке ядерного топлива и Комбинат стал выдавать готовую продукцию. Отходы радиохимического производства, как и в Томске-7, стали закачивать под землю на глубину 270 м.

В середине 1947 года НИИ-9 (ВНИИНМ) начал изучение и разработку технологии получения металлического плутония. Плутониевая проблема занимает особое место в истории реализации атомного проекта.

В середине 1947 года во ВНИИНМ был создан отдел В, состоящий из трех лабораторий. Необходимо было выбрать способ получения металлического плутония, которого еще не было. Началась напряженная и увлекательная работа по разработке технологии получения металла с неизвестными свойствами. Ориентируясь на таблицу Менделеева, разработчики остановились на металлотермическом процессе.

Первая промышленная восстановительная плавка плутония была проведена 14 апреля 1949 года. Вес полученного слитка составил 8,7 грамм. Выход металла в слиток составлял 87%, при этом в качестве футеровки тигля использовался оксид кальция. Позже, при использовании в качестве футеровки тигля оксида магния выход металла повысился до 97% и сохранился на этом уровне во всех последующих плавках.

Потребовалось лишь 4 месяца от получения первого промышленного слитка плутония-239 весом менее 10 грамм до успешного испытания заряда. Это был триумф ученых, конструкторов и производственников.

Была отработана технология получения металлического плутония-238, нептуния, кюрия. Этим была завершена работа по получению в металле трансурановых элементов.

Для ядерного оружия Комбинат № 817 произвел за все годы своей работы около 30 тонн оружейного плутония, Комбинат № 816 наработал около 70 тонн, Комбинат № 815 — около 45 тонн.

Создание промышленности обогащения урана

Создание промышленности обогащения урана методом газовой диффузии

Научными основами разделения урана диффузионным методом в 1945 году занимался член-корреспондент Академии Наук Исаак Константинович Кикоин (академик РАН 1953 г.). В мае 1945 г. по приглашению И. В. Курчатова И. К. Кикоин со своими сотрудниками возвратился из Свердловска в Москву и начал работать в Лаборатории № 2. С ноября 1945 г. начались конкретные работы на оборудовании, вывезенном из Германии. Теории газовой диффузии и термодиффузии разрабатывались под руководством академика Анатолия Петровича Александрова — директора Института физических проблем Академии Наук и академика Исаака Константиновича Кикоина. Параллельно с газодиффузионными методами обогащения урана изучались и другие направления, например: “О разделении изотопов фотохимическим методом” (протокол НТС ПГУ № 16 от 17 июня 1946 г.) и др.

Диффузионная технология разделения урана — сложная, тонкая технологическая цепочка операций по отделению легкой компоненты шестифтористого газообразного урана с атомным весом 235 единиц от урана с атомным весом 238 единиц за счет разницы в скорости термической диф-

фузии в вакууме — создавалась в условиях недостаточно отработанной теории и техники измерений, отсутствия контрольно-измерительной аппаратуры. Ряд крупных ученых, в частности, академик А. Ф. Иоффе, выражали сомнения в принципиальной возможности использования этого метода.

6 сентября 1945 года И. К. Кикоин и П. Л. Капица — доложили на Техническом совете ПГУ о газодиффузионных методах разделения урана. Была организована секция № 2 ТС “По молекулярным методам разделения изотопов урана” (председатель — В. А. Малышев, заместитель председателя — И. К. Кикоин). На председателя секции и ее членов возлагалась персональная ответственность за правильность принимаемых решений и рекомендаций, которые были обязательны для исполнения. Вопросы решались без промедления.

В конце 1945 года был получен и переведен официальный отчет о разработке атомной бомбы под контролем правительства США (отчет профессора Г. Д. Смита) “Атомная энергия для военных целей”. Согласно этому отчету для обогащения урана изотопом с атомным весом 235 США отдали предпочтение методу газовой диффузии. Решение о строительстве в Ок-Ридже, шт. Теннесси газодиффузионного завода было принято в 1942 году. Завод был рассчитан на получение нескольких сот граммов обогащенного урана в сутки. Первый в мире газодиффузионный завод был пущен в эксплуатацию в США лишь летом 1945 года.

Отчет Смита создавал уверенность в правильности выбранного пути. Метод обогащения урана с помощью использования газовой диффузии был избран как основной. Конкретная работа началась с конструирования газодиффузионных машин. Хотя был известен американский опыт, российские конструкторы пошли своим путем, создавая вначале многоступенчатые диффузионные машины.

На заседании ТС ПГУ 5, 6, 10 ноября 1945 года был рассмотрен вопрос о состоянии исследований по получению обогащенного урана газодиффузионным методом. Уже в эти дни было определено, что наиболее сложным элементом в технологии будет газодиффузионный фильтр. В декабре 1945 года был объявлен закрытый конкурс на разработку и изготовление газодиффузионных фильтров для разделения изотопов. Основные технические параметры были разработаны Лабораторией № 2. Фильтры должны были иметь мельчайшие поры, размерами, не превышающими требованиям молекулярного течения газа. Одно из последних заданий на разработку фильтров было сформулировано следующим образом: толщина фольги 0,8–1,0 мм, поры 2–4 микрона, поры не должны отличаться друг от друга по диаметру более чем на 15 %, толщина металлической сетки не должна быть более 0,2 и менее 0,5 мм. Фильтр для диффузионной технологии должен был состоять из 2-х слоев — носителя и разделительного слоя. На одном квадратном сантиметре поверхности фильтра размещалось около миллиона пор. Требования к диффузионным фильтрам были сложными, трудновыполни-

мыми, трудноконтролируемыми. Предстояло создать методики испытаний фильтров.

К конкурсу были привлечены десять организаций, в том числе из Академии наук страны — Институт физических проблем, Институт физической химии, Институт общей и неорганической химии, Оптический институт, Керамический институт, Ленинградский физико-технический институт, Всесоюзный электротехнический институт, а также Уральский политехнический институт, НИИ-42 Наркомата боеприпасов и Институт грамзаписи Радиокомитета.

В жюри конкурса входили — академик П. Л. Капица, профессор М. О. Корнфельд, член-корреспондент АН И. К. Кикоин. Объявленные условия конкурса были краткими — главное, что суждение о пригодности выносилось после испытания фильтров на проницаемость. Вводилось такое понятие качества фильтров как добротность, характеризующая отношением числа пор с заданным диаметром отверстий к общему количеству пор.

Уже в самом начале работы по созданию российского газодиффузионного завода возникли невероятные трудности в решении проблем диффузионных фильтров и устойчиво работающих компрессоров.

Первый тип диффузионных фильтров был разработан в Институте общей и неорганической химии профессором Петровым и был рекомендован к промышленному производству. Второй тип фильтров был создан в заводской лаборатории Московского комбината твердых сплавов.

Технология изготовления диффузионных фильтров в виде пластин, предложенная Московским комбинатом твердых сплавов, оказалась удачной. Пластины изготавливались из мелкодисперсного никелевого порошка с последующим спеканием. Добротность таких фильтров была около 10%.

В конце декабря 1945 года состоялось решение Правительства о практической организации и немедленном развертывании работ в стране по всему комплексу атомной проблемы. Директива Правительства предписывала — все предприятия и организации страны, к кому обращается ПГУ, обязаны подключаться к работе, решать возникающие проблемы или оказывать помощь.

Секция НТС ПГУ под председательством академика И. В. Курчатова в начале 1946 г. одобрила газодиффузионный метод разделения урана. Было решено создать при двух крупных промышленных предприятиях конструкторские бюро. В качестве предприятий были выбраны Ленинградский Кировский завод (ЛКЗ) и Горьковский машиностроительный завод № 92. Впоследствии на базе обоих КБ были организованы самостоятельные конструкторские бюро машиностроения — ЦКБМ в Ленинграде и ОКБМ в Горьком.

Вначале решили отказаться от американского метода использования одноступенчатых компрессоров и идти своим путем. Было привлекательно выполнить сложную многоступенчатую конструкцию компрессора, со-

крашая при этом количество агрегатов в несколько десятков раз. В начале 1946 г. лаборатория И. Н. Вознесенского в Ленинграде, превращенная в филиал Лаборатории № 2, выдала Горьковскому машиностроительному заводу техническое задание на изготовление 24-х ступенчатой диффузионной машины- многотонной многометровой сварной конструкции. Одновременно многоступенчатая машина рождалась и на Ленинградском Кировском заводе. Но, как оказалось, концепция многоступенчатой диффузионной машины вела в тупик. Было очень сложно изолировать ступени друг от друга. Изготовление и ремонт таких компрессоров были затруднены, унификация невозможна, стоимость велика. На НТС ПГУ и на заводах это поняли быстро. Уже в 1947 году перешли на одноступенчатые компрессоры, как и в США.

Диффузионные машины представляли собой работающие при высоком вакууме компрессоры для прокачки газообразного гексафторида урана со скоростью прокачки выше скорости звука (скорость звука в нем 85 м/с). Тысячи последовательно соединенных машин по проекту создавали производственный комплекс. Возникали проблемы еще в лабораторных условиях. Необходим был высокий вакуум, низкое натекание воздуха, высокий ресурс работы, вакуумная плотность, качественные диффузионные фильтры, работающие в условиях агрессивной среды с расходами газа, меняющимися в тысячу раз. Система требовала специальных холодильников, исключения попадания воды и влаги, новые типы арматуры, специальные вакуумные насосы, гелиевые течеискатели для обнаружения мельчайших неплотностей и газовых течей, вакуумную резину, стойкую к гексафториду урана, методики и приборы для измерения изотопного состава обогащенного и обедненного урана, а также решения ряда других задач.

В научных исследованиях был непочатый край работы — необходимо было быстро создать методики контроля диффузионных фильтров на стадиях изготовления, монтажа и эксплуатации. Все это отрабатывалась в Лаборатории № 2.

Из протокола НТС ПГУ № 14 от 10 июня 1946 г. следует, что лабораторным путем получено первое обогащенное количество урана-235 в количестве 35 миллиграмм. В результате исследований этого количества урана было установлено, что самопроизвольный распад характерен преимущественно для урана-238, что позволяет снизить требования к скорости сближения элементов ядерного заряда из урана-235, но возникла новая проблема — необходимо создать способ инициирования взрыва.

Площадка для первого российского объекта по строительству промышленного газодиффузионного завода была выбрана около Верх-Нейвинска на Среднем Урале в 50 км от Свердловска. Это был объект, названный Комбинатом № 813. Был использован недостроенный корпус авиационного завода № 484, площадью 50 тыс. кв. м. Постановление Совета Министров № 3150-952 от 26 декабря 1945 года обязывало ПГУ приступить без

промедления к строительству завода Д-1. После 1949 года на этой площадке строились диффузионные заводы Д-3, Д-4, Д-5 и другие заводы для обогащения урана. После войны это была крупнейшая ударная оборонная стройка. На долю этого объекта выпала тяжелая участь.

Технические характеристики первого российского объекта по газодиффузионному методу разделения изотопов в Верх-Нейвинске были утверждены на заседании НТС ПГУ уже 21 марта 1946 года.

Проектная производственная мощность завода Д-1 была 100 грамм урана-235 90-процентного обогащения в сутки. Общая проектная разделительная мощность завода Д-1 давала возможность получать при нормальной эксплуатации за год не более 35 кг 90-процентного обогащенного урана. Такое обогащение достигалось в два этапа — сначала 75 процентов, а потом 90 процентов. Но и это далось с большим трудом.

Проектирование завода-комбината № 813 началось согласно протоколу НТС ПГУ № С2-5 от 26 июля 1946 года.

Первый диффузионный завод Д-1 начал строиться за месяц до решения о создании Особого конструкторского бюро при Ленинградском Кировском заводе для разработки основного технологического оборудования и привлечения промышленности для изготовления этого оборудования. К этому времени в лабораторных условиях положительный результат по обогащению газодиффузионным методом получен не был.

Не закончив до конца отработку диффузионной технологии в лабораторных условиях, приступили к созданию завода Д-1.

Завод Д-1 по проекту состоял из последовательно соединенных диффузионных машин и содержал 56 каскадов из 1520 машин типа ОК-5, из 2016 машин типа ОК-7, из 2160 машин типа ОК-8, из 1344 машин типа ОК-9.

Первой проблемой компрессоров диффузионных машин оказалось разложение смазки (касторовое масло), перегрев и разрушение подшипников, негерметичность, превышавшая в 10 раз заложенную в технических условиях. Началась переделка компрессоров. Эту проблему удалось преодолеть.

Основной проблемой диффузионной технологии стала технология изготовления диффузионных фильтров. Разработанный в 1948 году с участием немецких специалистов в Сухуми диффузионный фильтр был выполнен из никелевого порошка, представлял собой трубчатую конструкцию длиной 550 мм и диаметром 15 мм.

В 1949 году было организовано изготовление диффузионных трубчатых фильтров с высокими разделительными свойствами при повышенных давлениях газа. На одну машину производительностью 2200 грамм в секунду газа расходовалось 2000 диффузионных трубок, на машину, производительностью 1200 грамм в секунду — 1150 трубок. Всего требовалось 2,5 миллиона трубок. Изготовление трубок начали производить на двух предприятиях. В зависимости от изготовителя фильтры имели маркировку СФ или

МФ, соответственно, поставщиками были Сухумский институт и Московский Комбинат твердых сплавов. Сетку для фильтров с количеством отверстий 7 тыс. на кв. см. поставляли предприятия Восточной Германии. В дальнейшем изготовление 3 миллионов фильтров в год было размещено на заводе № 12 в г. Электросталь.

Работы по пуску завода Д-1 продолжались около двух лет. Пуск не шел. Ситуация в Верх-Нейвинске накалилась весной 1949 года, перед приездом на объект председателя Спецкомитета Л. П. Берия. Разработчики были вынуждены принять решение заменить все двигатели компрессоров марки ОК. Были добавлены каскады новой миниконцевой машины марки ОК-6. Диффузионные машины из Горького отправлялись на объект эшелонами.

Летом 1949 года завод, наконец, был пущен. Первые килограммы обогащенного урана-235, полученные методом газовой диффузии, были сданы на склад готовой продукции на 4 года позже, чем в США.

Введенный в эксплуатацию и полностью модернизированный завод Д-1 к середине 1950 года начал выдавать уран-235 90-процентного обогащения в количестве, определенном проектом. Суточная производительность завода оказалась близкой к производительности завода с магнитным методом разделения изотопов урана. При этом расходовалось 175–220 кг природного урана на кг обогащенного урана. Отвалы обедненного урана конденсировались в твердую фазу в стальные баллоны и передавались на склады длительного хранения и передела.

Общая энергетическая мощность завода Д-1 была 50 МВт, потребляемая ежегодно электроэнергия — 380 млн. кВт часов, или более 10 млн. кВт часов на каждый полученный по проекту один кг 90-процентного обогащенного урана, что почти в 2 раза превышало удельное электропотребление этой технологии в США.

В 1950 году диффузионная технология обогащения урана была полностью освоена. Однако, проблема пористых фильтров так и не была завершена. Решением НТС ПГУ от 13 марта 1953 года снова был объявлен закрытый конкурс на изготовление диффузионных фильтров.

Лишь через 10 лет после начала работ удалось создать мелкопористые трубчатые фильтры, эффективно работающие при более высоком давлении, что пропорционально повышало производительность оборудования.

Огромный материальный ущерб и драматические события, пережитые при сооружении, пуске и освоении эксплуатации первого диффузионного завода Д-1, показали недопустимость передачи в серийное производство новых конструкций машин и комплектующих, не прошедших всесторонние испытания. Это откровенно было отмечено при подведении итогов работы ПГУ в 1949 г. Твердое следование правилу в дальнейшем добиваться успехов сначала в лабораторных условиях позволило обеспечить высокую надежность машин при непрерывной круглосуточной их эксплуатации.

Завод Д-1 проработал до 1955 года и был демонтирован как экономически нерентабельное и маломощное предприятие.

По решениям Правительства на Комбинате № 813 в декабре 1951 года был построен и введен в эксплуатацию второй полномасштабный завод Д-3 с диффузионными машинами производства Ленинградского Кировского завода. Всего было установлено 2242 машины, в том числе 416 машин типа Т-45, 400 машин типа Т-46, 730 машин типа Т-47, 696 машин типа Т-49. Суммарная установленная мощность электрооборудования составляла 75 мегаватт. Выпуск обогащенного продукта вырос в 6 раз.

В 1950 году было принято решение о сооружении еще более мощного третьего диффузионного завода Д-4. Он был введен в эксплуатацию в декабре 1952 г. и был укомплектован 672 разделительными машинами типа Т-49, 1420 машинами типа Т-47, 928 машинами типа Т-45, 1098 машинами типа Т-44, 1368 машинами типа ОК-19. Электропотребление соответствовало 100 мегаватт.

Вторым этапом развития диффузионной промышленности было сооружение еще более мощного завода Д-5. Давление газа в начале каскада на этом заводе уже достигало 100 мм рт. ст. Общая площадь его цехов занимала 130 тыс. кв. м.

Капиталовложения в строительство Комбината № 813 составили 2 миллиарда 400 млн. руб. из них 6% были потрачены на соцкультбыт.

Затраты на электроэнергию составляли примерно половину стоимости затрат на обогащение урана, поэтому высокое потребление электроэнергии оставалось главным недостатком газодиффузионной технологии обогащения урана.

Всего с 1946 г. по 1952 г. ОКБ Ленинградского Кировского Завода разработало 16 конструкций различных диффузионных машин, из них успешно прошли испытания 12, поставлены в серийное производство 9. ОКБ Горьковского Машиностроительного Завода за этот же период выполнило 25 проектов, 12 из них выдержали приемные испытания, а 8 поставлены в серийное производство. Диапазон создаваемых машин отличался по производительности в весовой прокачке гексафторида урана в 3000 раз, а по разделительной мощности в 6500 раз.

ОКБ Ленинградского Кировского завода спроектировал высококачественные диффузионные машины типа Т-45, Т-46, Т-47, Т-48, а такие машины как Т-47, Т-49, Т-51, ОК-30 не требовали даже текущего ремонта в течение 5–7 лет круглосуточной эксплуатации.

В последующие годы в России были построены еще три мощных комбината по обогащению урана — в Томске-7, Красноярске-45 и Ангарске. Их суммарная разделительная мощность была равна мощности первого комбината в Усть-Нейвинске.

Уникальная техника диффузионных заводов была рассекречена в 1995 г.

Специфические производственные и технические сложности всего комплекса диффузионной технологии оказались столь велики, что этой технологией в мире сумели овладеть после США только три индустриальные державы — Россия в 1949 г., Великобритания в 1956 г. и Франция в 1967 г.

После обогащения изотопом 235 полученный уран подлежал дальнейшей переработке.

Задание на разработку технологии получения металлического урана, обогащенного изотопом 235, было получено во второй половине 1949 года. Необходимо было определиться в выборе исходной соли урана для металлургического процесса. Количество примесей, содержащихся в получаемом в то время гексафториде обогащенного урана, превышало допустимые нормы, поэтому была введена дополнительная аффинажная операция.

Технология получения металлического урана была внедрена на Сибирском химическом комбинате в Томске-7. Содержание примесей в гексафториде урана было уменьшено настолько, что дополнительная радиохимическая очистка урана больше не требовалась. С целью сокращения расходов на дорогостоящие материалы удалось перейти на фторидную технологию.

В конечном итоге технология восстановления урана была автоматизирована, обслуживалась одним оператором и создавала стабильное качество продукции.

Создание промышленности обогащения урана методами электромагнитного разделения

Научное руководство разделением изотопов урана электромагнитным методом осуществлял академик Лев Андреевич Арцимович, который одновременно руководил сектором № 5 Лаборатории № 2. 10 сентября 1945 года Л. А. Арцимович доложил Техническому совету ПГУ о состоянии работ по обогащению изотопов урана методом электромагнитного разделения. Для получения промышленного количества обогащенного урана этим методом требовались несколько сот мощных электромагнитов, каждый весом по несколько сот тонн. 19 ноября 1945 года было решено создать Особое конструкторское бюро при Ленинградском заводе “Электросила” по проектированию магнитов для разделения урана, а также и для проектирования магнитов и оборудования циклотронов. Руководителем этого ОКБ, которое было организовано в поселке “Металлострой”, был назначен главный инженер завода “Электросила”, впоследствии заместитель министра электропромышленности Дмитрий Васильевич Ефремов.

В США завод по обогащению урана методом магнитной сепарации состоял из 9 главных корпусов и 166 подсобных построек общей площадью свыше 200 тыс. кв. метров. Американцы израсходовали 14 тыс. тонн серебра для изготовления обмоток магнитов своих установок. Русские не имели

таких богатых возможностей и делали обмотки магнитов из меди. По состоянию на сентябрь 1945 года магнитный метод разделения изотопов урана представлялся недостаточно изученным (протокол № 2 Технического Совета ПГУ от 5–24 сентября 1945 г.).

К проведению работ по электромагнитному разделению урана в промышленном масштабе в 1945–1946 гг. были привлечены предприятия министерств электропромышленности, машиностроения, авиационной промышленности, сельскохозяйственного машиностроения, вооружения и другие. На Научно-техническом Совете ПГУ был рассмотрен вопрос "О строительстве завода магнитной сепарации" (докладывал Л. А. Арцимович, протокол № 17 от 24 июня 1946 г.).

Было подсчитано, что для получения 100 граммов изотопа урана-235 в сутки методом магнитной сепарации необходимо было создать ионный ток силой в 70 ампер. Это очень большая величина, поскольку один ионный источник имеет максимальный ионный ток, измеряемый всего лишь сотнями миллиампер. Правда, в отличие от газодиффузионного метода обогащения урана, имевшего коэффициент обогащения, равный 0,02 на одну ступень, обогащение электромагнитным методом за один цикл достигало 20–30 кратного значения и более, но зато при очень малом количестве продукта, измеряемого микрограммами.

Работы по исследованию обогащения урана электромагнитным методом велись в Ленинграде, Москве, Сухуми, Харькове.

Первые результаты, полученные 5 ноября 1945 года в Лаборатории № 2 на 60-тонном магните, вывезенном из Германии, дали обогащение урана по изотопу 235 до 12–15%. Коэффициент обогащения составил 17–20, было получено в сутки 70 микрограмм урана-235.

В январе 1947 года на экспериментальном магните в Лаборатории № 2 продукт имел чистоту более 90%.

Для получения обогащенного урана-235 электромагнитным способом в промышленных масштабах было решено построить Комбинат № 814 на Урале в пос. Верхняя Тура, в 200 км от Екатеринбурга. При выборе площадки под строительство решили использовать военный завод № 946. Срок ввода комбината был установлен в четвертом квартале 1948 года. 2 сентября 1946 года на НТС ПГУ рассмотрено проектное задание по электромагнитному разделению изотопов урана.

В августе 1947 года техническое задание на строительство Комбината № 814 было утверждено. Суточная производительность по урану-235 составляла 20 граммов для одной установки, 150 граммов для всего комбината, или 40–50 кг в год урана-235 при 92 процентном обогащении. Производительность российского комбината была в 5–7 раз меньше производительности аналогичного комбината в США.

Уже в процессе строительства обогатительного Комбината № 814 было принято решение поднять производительность до 300 граммов обогащенного урана в сутки.

Конструктивно обогатительный комплекс представлял собой 80-камерную установку. Проект предусматривал применение 2-ступенчатой схемы обогащения урана. Первая ступень предполагала обогащение до 75%, вторая ступень — до 95%

На объекте предусматривалось установить 6 разделительных многокамерных электромагнитов, 420 вакуумных камер с источниками и приемниками продукта, 80 многокамерных электромагнитов с 80 камерами, расположенными на 5 этажах по 8 камер в один ряд. (В результате один блок имел 38 камер, был шириной 6 метров и высотой 19 метров, общий вес магнитов составлял 8 тысяч тонн.) Предельный вакуум в камерах достигал 10 в минус 6 степени мм рт. ст. Потребляемая мощность из сети — 67 тыс. кВт.

Площадь главного зала равнялась 13 тысячам квадратных метров, стоимость строительства комбината оценивалась в 140 миллионов рублей.

Научно-технический совет Первого главного управления рассматривал на своих заседаниях и решал все вопросы технического характера, например, размеры рабочих камер, параметры пучков, величины зазоров в магнитном поле и т. п. Заседания НТС ПГУ в период строительства комбината проводились регулярно в среднем 1 раз в 2 недели. Проекты сооружаемых производств основывались на результатах научно-исследовательских и экспериментальных работ, проводимых Лабораторией № 2.

Строительство и пуск комбината № 814 не вызвал больших технических проблем. После пуска был определен коэффициент использования исходного материала, который соответственно по проекту был определен равным 0,6, а по факту оказался равным 0,123–0,297. Сложности в первый период эксплуатации вызывала малая длительность работы ионного источника, которая составляла всего 16 часов. В дальнейшем длительность работы ионного источника удалось увеличить до 24 часов.

Комбинат № 814 сыграл вспомогательную роль в решении атомной проблемы в России. Производительность магнитного метода разделения изотопов урана оказалась мала по сравнению с газодиффузионной технологией. Стоимость продукции была в 2 раза выше. Еще более снизилась роль Комбината № 814 после освоения центрифужной технологии разделения урана. В дальнейшем Комбинат № 814 стал специализироваться на производстве стабильных и редких изотопов.

На комбинате № 814 электромагнитным методом выделяли литий-6 для термоядерного оружия. Всего было создано производство 200 различных стабильных и радиоактивных изотопов 45 химических элементов.

При решении проблемы электромагнитной сепарации урана не были заимствованы какие-либо секретные сведения и технологии из США. Об этом свидетельствует то, что первоначально в августе 1946 года вес одного магнита по проекту составлял 120 тонн, затем была найдена ошибка в проекте и его вес возрос до 220 тонн. Первоначально каждая камера

имела свой магнит, что требовало около 110 тыс. тонн металла, однако в результате изменения проекта камеры сгруппировали и вес металла сократился в 4 раза. Эти факты нашли отражение в протоколах НТС ПГУ. Академик Л. А. Арцимович предложил в одной камере устанавливать несколько источников и приемников, что и было одобрено НТС. В дальнейшем оказалось, что в камере установки СУ-20 невозможно устанавливать более 2 источников и 2 приемников (протокол СЗ-45 от 20 ноября 1948 г.).

Создание промышленности обогащения урана методом ультраскоростной центрифужной технологии

Мощность разделительных заводов урановой промышленности методом газовой диффузии возрастала, однако потребность в обогащенном уране возрастала еще быстрее.

Одна из главных стратегических задач создания ядерного щита России была решена путем освоения центрифужной технологии разделения изотопов урана. Центрифужная технология разделения изотопов урана имеет свою долгую и драматическую историю.

В конце 30-х годов немецкий эмигрант профессор Ф. Ф. Ланге в Харьковском физико-техническом институте вел лабораторные опыты с целью разделения изотопов урана с применением горизонтальной высокооборотной центрифуги. В период войны лаборатория, где работал Ф. Ф. Ланге, была эвакуирована на Урал. В 1944 году центрифуга была передана в лабораторию Исаака Константиновича Кикоина и вместе с ней доктор Ф. Ф. Ланге перебазировался в Москву в Лабораторию № 2.

На заседании Технического совета ПГУ 5 ноября 1945 года был рассмотрен доклад профессора Ф. Ф. Ланге “О разделении изотопов методом центрифугирования”. Было принято решение продолжить исследовательские работы.

В августе 1946 года НТС ПГУ вторично рассмотрел состояние работ по центрифужному разделению урана (протокол № 32). Как отмечено в протоколе, доктор Ф.Ф. Ланге еще в 1943 году на Урале создал центрифугу с окружной скоростью 150 метров в секунду. Профессор А. С. Компаниец из ХФТИ выполнил расчеты, согласно которым разделительная способность газовой центрифуги растет в четвертой степени в зависимости от окружной скорости. Опытная центрифуга Ф.Ф. Ланге типа ЛЦД-250 имела горизонтально расположенный вал и угловую скорость 24 тыс. оборотов в минуту. Внутри вакуумной камеры располагался редуктор — ускоритель оборотов. Интересно, что при создании этой центрифуги использовалась открытая информация из США об испытаниях метода центрифугирования, поскольку в протоколе обсуждения была ссылка на аналогичную окружную скорость. Рабочее давление газа при проведении испытаний соответствовало 10 мм рт. столба. Разработчики (Ф. Ф. Ланге и А. С. Компаниец) отмечали, что центрифуга могла быть

расположена в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскостях. Впоследствии вертикальное расположение центрифуги оказалась оптимальным. Производительность центрифужного метода при окружной скорости 450 метров в секунду по расчету составляла 5,4 грамм в сутки обогащенного до 95-процентного урана-235 при суммарной длине центрифуги 180 метров.

Расчеты показали, что наилучшая эффективность разделения урана достигается при окружной скорости около 800 метров в секунду. Если окружную скорость повысить до 1000–1300 метров в секунду, эффект разделения возрастет в 250–730 раз, но механические усилия в конструктивных элементах ротора превысят допустимые значения. Было определено, что разделительная мощность центрифуги, пропорциональная квадрату разницы масс, наилучшим образом применима для тяжелых изотопов.

С 1948 года центрифужным методом разделения изотопов урана в России независимо занималось еще несколько организаций. Научное руководство работами сначала было поручено академику Б. П. Константинову, а затем академику И. К. Кикоину, который лично внес много новшеств в развитие этой технологии.

Немецкий ученый Макс Штеенбек, работая в Сухуми, с 1945 года также занимался созданием центрифуги для разделения изотопов урана. В октябре 1946 г. при знакомстве с его разработкой, работниками ОКБ Ленинградского Кировского завода, была доказана полная непригодность конструкции центрифуги Штеенбека для использования и бесперспективность ее для промышленного применения. С этого времени ОКБ ЛКЗ становится одним из главных разработчиков оборудования для центрифужной технологии обогащения урана. М. Штеенбек в 1949 году предложил новую идею — использовать длинный вращающийся конус, и рассчитал его форму. Скорость его центрифуги составляла 250 метров в секунду, диаметр ротора — 58 мм, отношение длины ротора к диаметру равнялось 50. Но это предложение также не было принято.

Позже, вернувшись в Германию, М. Штеенбек продолжал работы по центрифугам. Сотрудник Штеенбека Г. Циппе, допущенный к работам ОКБ ЛКЗ запатентовал в нескольких западных странах “Центрифугу Циппе”, аналог конструкции, разработанной ОКБ ЛКЗ, но не запатентованной в России по соображениям секретности. Эта конструкция послужила основой для создания промышленности обогащения урана в Западной Европе.

В начале 50-х годов работы по центрифугированию в США были прекращены и возобновились лишь в 1972 году. США отказались от центрифугирования вследствие того, что не смогли подобрать высокопрочные материалы для роторов и решить проблему работы подшипников. Имеются публикации, что в США затратили несколько сот миллионов долларов на разработку и строительство обогатительного завода с центрифужной технологией, но затем разработчики отказались от про-

екта, ввиду его экономической неконкурентности с диффузионной технологией обогащения изотопов урана. Конструкция американских центрифуг до сих пор держится в секрете. Известно лишь, что в процессе их эксплуатации были выявлены серьезные недостатки. В 1985 году в США пришли к заключению, что лазерный метод разделения изотопов урана более эффективен и снова прекратили заниматься методами центрифугирования.

Российские инженеры, рабочие, руководители и организаторы работ проявили выдержку и настойчивость в решении проблем получения высокообогащенного урана центрифужным способом.

С 1952 года в России начались масштабные работы по центробежным методам обогащения. Были построены вертикальные агрегаты с гибким ротором, который имел по шесть звеньев. После серии испытаний ЦКБМ, созданное из ОКБ ЛКЗ, разработало центрифугу с жестким ротором по предложению сотрудника лаборатории И. К. Кикоина Евгения Михайловича Каменева.

Рабочие скорости центрифуг были исследованы на макетах из алюминия, стали и композитных материалов, соответственно, при скоростях 370, 540 и 1000 м/с. Роторы изготавливались с предварительным напряжением.

Из несекретной информации известно, что использование игольчатого опорно-качающегося и магнитного подшипников позволило снизить потери мощности в подшипниках по сравнению с прототипами примерно в 1000 раз. Скорость вращения центрифуг была принята около 500 метров в секунду. Оптимальный расход газа составлял 75 мг в секунду, оптимальная высота точки ввода газа составляла 44% высоты ротора, диаметр ротора 0,5 метра, температура — 340 градусов Кельвина. Температура выбиралась из условий возможности конденсации газа в твердое состояние и не превышения температуры по условиям механической прочности материала центрифуги. Для центрифужной технологии разделения изотопов характерно, что основной эффект разделения происходит в состоянии термодинамического равновесия. При большой длине центрифуги разность температур могла превысить допустимую, при которой происходит конденсация. Диаметр центрифуги по расчетам не мог быть меньше 0,33 метра. Максимальная производительность достигалась, как и ожидалось, при скоростях, меньших достижимых, а именно при скоростях около 850 метров в секунду. Разгон центрифуг производился дискретным изменением частоты питающего тока. Температура роторов контролировалась, чтобы не происходило конденсации газа. Ротор центрифуг изготавливался из стеклопластика. При создании образцов роторов центрифуг использовались материалы с большой прочностью и низкой плотностью.

Одним из главных направлений совершенствования центрифужной технологии на первом этапе развития российских моделей являлась кон-

струкция ротора из композитных материалов, в том числе на основе углеволокна.

Постановлением Правительства № 1789—962 от 10.10.1955 г. предусматривалось строительство опытного завода ГТ-1 на Комбинате № 813 и изготовления для него 3300 газовых центрифуг. В 1956 году началось сооружение этого завода. Центрифуги изготавливали заводы в Коврове и Владимире. Запуск 4 октября 1957 года опытного завода ГТ-1 по обогащению урана явился решающим этапом в развитии центрифужного метода обогащения. Мощность завода составляла 1500 единиц разделительной работы в год. В результате ввода завода было установлено, что в 2 раза снизилась стоимость работы на единицу деления.

Каскад газовых центрифуг для обогащения урана, пригодного для атомной энергетики, состоит всего из 10—12 последовательных ступеней, в то время как при обогащении урана методами газовой диффузии требуется несколько сот ступеней, а для получения урана оружейного качества необходимы тысячи ступеней. Каждая ступень обогащения при центрифужной технологии имеет большое количество параллельных газовых центрифуг, которые при необходимости могут отключаться, не прерывая общий процесс. Теоретические расчеты показывают, что требуемые уровни обогащения для урана, предназначенного для энергетических целей, могут быть достигнуты даже за один цикл на одной ступени.

Если бы центрифужный метод разделения изотопов урана удался в первые годы работы атомной промышленности, потребовалось бы строить не 13 атомных реакторов для получения плутония, а много меньше, не потребовалось бы строить сложные радиохимические производства, и создавать большую радиохимическую промышленность.

С 1962 по 1964 год тремя очередями на Уральском электро-химическом комбинате № 813 был введен в эксплуатацию крупный завод по разделению изотопов урана центробежным способом.

За период с 1960 г. в России было разработано 8 поколений газовых центрифуг, их производительность увеличена в 4 раза, при окружных скоростях 400—500 метров в секунду они могут работать без ремонта более 15 лет. В конструкцию центрифуг заложено труднопреодолимое ноу-хау, предложенное академиком И. К. Кикоиным. Одним из конверсионных направлений использования центрифуг стало получение стабильных изотопов для промышленности, медицины, науки и сельского хозяйства. Доля России в общемировом производстве стабильных изотопов достигла 90%.

Промышленное освоение центрифужного метода разделения изотопов урана, впервые в мировой практике осуществленное в России, является крупным научно-техническим достижением нашей страны. Этот метод позволил в 20—30 раз уменьшить расход электроэнергии, повысить по сравнению с диффузионным методом в десятки раз коэффициент разделения в одной ступени, в сотни раз уменьшить количество ступеней.

Четыре российских комбината по обогащению урана на основе новейших технологий произвели за весь период их работы около 1200 тонн оружейного урана. Из этого количества 500 тонн, изъятых из демонтированных ядерных боеголовок, продано США в качестве ядерного топлива для атомной энергетики с рассрочкой поставки в 20 лет. Производство нового оружейного урана прекращено в 1987 году.

Отечественные центрифужные заводы составляют ныне основную часть разделительных мощностей Минатома. Мощность обогатительных заводов в Верх-Нейвинске на Комбинате № 813 превышает сумму мощностей всех остальных заводов России и составляют величину 2–3 миллиона ЕРР. С целью экономии средств в ближайшие годы вполне возможно не покупать природный уран, а начать переработку обедненного урана из отвалов, накопившихся за предыдущие годы. Все 4 действующих обогатительных комбината в Усть-Нейвинске (Новоуральск), Томске-7, Красноярске-45 и Ангарске используются для производства топлива атомной энергетики. Газодиффузионное обогатительное производство занимает на этих заводах не более 5% общего объема работ. Два из 4-х комбинатов включают в себя мощности для химического передела урановых концентратов в гексафторид урана. С 1973 года по коммерческим договорам комбинаты оказывают услуги по обогащению урана.

Центрифугирование принципиально возможно использовать для разделения изотопов плутония, что решает многие проблемы ядерного топливного цикла и ряд проблем захоронения отходов атомной энергетики.

Достижения российской промышленности по обогащению урана с помощью газовых центрифуг признаны во всем мире.

Спустя 15-20 лет после освоения в России промышленного метода обогащения урана центрифужным способом, этот метод получил развитие в ФРГ, Голландии, Великобритании и Японии возможно благодаря информации, привезенной немецкими физиками М. Штеенбеком и Г. Циппе из России. В 1970 году три европейские страны — Великобритания, Нидерланды и Германия заключили Алмелский международный договор по строительству совместных предприятий по обогащению урана методом центрифугирования. Суммарная мощность заводов в Капенхерсте (Великобритания), Алмело (Нидерланды) и Грюнау (Германия) достигает 2500 единиц разделительной работы в год. Эти страны создали несколько поколений центрифуг. Уровень аварийности на центрифугах 4-го поколения фирмы “Уренко” ниже 0,02% в год. На одном из полигонов с центрифугами, насчитывающими более 10 тыс. шт., последняя авария с разрушением ротора произошла в 1987 году. Конструкция газовой центрифуги “Уренко” обеспечивает работу центрифуги со сроком непрерывной эксплуатации 10 лет.

На Западе заметно увеличилось количество открытых научно-исследовательских работ, возросла экспериментальная и теоретическая базы для обоснования методов разделения изотопов центрифугированием в газовой и жидкой фазе.

Первая рабочая конференция по теме “Быстровращающиеся газы” была проведена западными учеными и специалистами в Стокгольме в 1975 году. На ней рассматривались методы расчета потоков в центрифугах и способы оптимизации эффективности разделительной работы. Вторая конференция по разделению изотопов методами центрифугирования в жидкостях и газах проводилась 20–23 июля 1987 года в Дармштадте. В результате этих встреч на Западе образовалось два направления развития газовых центрифуг — Римская и Дармштадтская.

Сегодня достижения некоторых зарубежных фирм и специалистов превосходят российские. Например, центрифуги компании “Уренко” в отличие от российских, не имеют наружного защитного кожуха, работают с более высокой окружной скоростью. Российские конструкции менее изящны внешне, хотя более практичны и долговечны. Только патентная информация является открытым источником информации по центрифугам.

Разработка, производство и испытания ядерного оружия

Разработка и производство ядерного оружия

Первая ядерная бомба в России была создана под руководством члена-корреспондента Академии наук Якова Борисовича Зельдовича (академик с 1958 г.) и академика Юлия Борисовича Харитона, которыми была создана общая теория работы ядерного заряда, выполнены расчеты, определены основные конструктивные размеры ядерного заряда, разработана конструкция нейтронного запала и разработана конструкция составного заряда и взрывчатых веществ, обеспечивающих создание детонационной волны, а также сформулирована идеология автоматики приведения взрыва.

Главным конструктором первой атомной бомбы был Ю. Б. Харитон, его заместителем К. И. Щелкин. В начальный период конструкторские проработки делал В. А. Турбинер, затем конструкторские работы возглавлял Н. Л. Духов.

Если по конструкции ядерного заряда у разработчиков имелись ограниченные разведывательные данные, то по автоматике приведения заряда в действие такой информации не было совсем.

Ядерное оружие разрабатывалось в России двумя научно-исследовательскими институтами — ВНИИ экспериментальной физики в Арзамасе-16 (создан в 1946 году) и ВНИИ технической физики в Снежинске (Челябинск-70, создан в 1957 году). Ядерное оружие как и любое изделие военной техники, подлежало разработке, проектированию, созданию опытного образца, испытанию опытного образца, доработке и испытанию серийного образца, серийному производству. Каждая деталь конструкции даже первого опытного образца должна быть проработана

и рассчитана настолько конкретно и самостоятельно, что нет сомнения в том, что лишь общую схему ядерного устройства можно считать заимствованной. Но и она определяется конечным результатом — взрывом, о котором к началу разработки российского ядерного оружия было известно всему миру по результатам опытного взрыва на полигоне в США 16 июля 1945 года и в Японии в городах Хиросима 6 августа и Нагасаки 9 августа 1945 года.

История разработки первой атомной бомбы в России, это образец высокой организованности различных служб, самоотверженная работа каждого сотрудника, высокая ответственность за порученное дело.

Ядерные заряды изготавливались в России на четырех специализированных заводах — заводе “Авангард” в Арзамасе-16, (г. Саров), созданном на базе ремонтного завода КБ-11, заводе в Свердловске-45 (Лесной), на заводе в Пензе-19 (Заречный), созданном в 1955 году, и на заводе в г. Златоусте-36 (Трехгорный). Комплектующие элементы поставлялись заводом “Химприбор” из г. Новосибирска (ПО “Север”), производившим блоки автоматики, приборы точной механики, изделия охранной сигнализации В 1957 году из Минсудпрома в Минатом был передан Уральский электромеханический завод, изготавливавший изделия микромеханики, электроники и привода для ядерных боезарядов. Отдельные образцы оружия изготавливал опытно-экспериментальный завод “Коммунист” в Арзамасе-16. На серийных заводах изготавливались боеголовки баллистических ракет для атомных подводных лодок. В Красноярске-45 на Электромеханическом заводе производилось серийное производство баллистических ракет для подводных лодок, оснащенных боеголовками. Серийная сборка ядерных боеприпасов производилась на заводах в Свердловске-44 и Свердловске-45. Основным материалом для ядерных зарядов служил оружейный уран, обогащенный свыше чем на 85% изотопом 235 и оружейный плутоний, содержащий менее 6% изотопов плутония-240 и 242. Приблизительно 15 кг оружейного урана или 5 кг оружейного плутония необходимы для создания одного ядерного боезаряда.

Кроме того, для изготовления ядерного оружия использовался уран различного обогащения от природного урана, до урана, обогащенного на 40–90%, дейтерий, тритий, литий, его изотопы и другие ядерные материалы.

Оружейный уран в России изготавливался на четырех обогатительных комбинатах, в городах Верх-Нейвинске (Новоуральск), Красноярске-45, Томске-7 и Ангарске. Оружейный плутоний изготавливался на трех радиохимических производствах в России в Челябинске-40, Красноярске-26, Томске-7. Оборудование и корпуса атомных боеприпасов, блоки автоматики изготавливались в Москве в Производственном объединении “Машиностроительный завод «Молния»”. Другие ядерные ма-

териалы и конструкции поставлялись на сборку оружия с других заводов Минатома.

Ядерные заряды различаются по принципу приведения их в критическое состояние. Одни основаны на принципе имплозии (сжатия) материала, другие основаны на принципе соединения одной или нескольких подкритических частей. Российские конструкторы создали свои промышленные системы ядерных вооружений на основе обеих схем, на основе комбинаций плутония и урана, что позволило обеспечить оптимальные показатели габаритно-качественных характеристик оружия.

Создание Россией атомного и термоядерного оружия явилось результатом большой аналитической работы ее ученых и инженеров.

Первое испытание атомной бомбы доказало, что технология производства одного из ядерных материалов в России освоена. Использование американской схемы ядерного заряда обеспечило снижение риска неудачи первого эксперимента.

После первого испытания Россией атомной бомбы началась работа по накоплению ядерного оружия и его совершенствованию.

Информация о ядерном потенциале США с 1945 года проникала в прессу и с определенной достоверностью была известна в России. Об этом свидетельствуют материалы Научно-технических советов ПГУ.

Ядерный потенциал России по годам не публиковался, был строго конфиденциален и стал приблизительно известен в суммарном виде только в последние годы. Это объясняется постоянным отставанием России от США в ядерных вооружениях. Секретность информации о российском ядерном потенциале создавала у США неуверенность в своем абсолютном превосходстве, и эта политика сыграла положительную роль. С 1957 года неравенство по количеству ядерных зарядов стало компенсироваться ростом единичной мощности заряда.

Уже в 1945 году по архивным данным в России существовали планы производства ядерного оружия. Масштабы были скромны — всего 20 зарядов в год, что представлялось по тем временам достаточным.

По данным разведки по состоянию на 29 июня 1946 г США имели уже 70–80 ядерных боезарядов.

Крупномасштабное ядерное вооружение как со стороны США, так и со стороны России, началось после 1949 года.

После окончания Второй мировой войны работы по созданию водородного оружия в США были прекращены, но после испытания первой российской атомной бомбы в 1949 году возобновлены вновь.

Начало работ над водородной бомбой в США относится к 1941 году. В марте 1943 года была создана специальная лаборатория в Лос-Аламосе под руководством Эдварда Теллера.

31 января 1950 года президент Трумен выступил с заявлением “... я дал указание продолжить работу над всеми видами ядерного оружия, включая водородную бомбу”. После испытания первого ядерного заряда в России,

США стали опасаться, что российским ученым удастся их обогнать. США открыто предложили России соревнование в гонке ядерных вооружений, надеясь этим шагом экономически измотать Россию. Решением президента США была на многие годы запущена машина вооружений, приведшая в начале 80-х годов к созданию невиданных многотысячных ядерных арсеналов с обеих сторон.

Политические деятели и ученые Америки всячески провоцировали Россию на новые работы над ядерным оружием. Например, 17 июля 1948 года в журнале США "Science News Letter" американский ученый Девис Ватсон опубликовал статью со схемой комбинированной атомной бомбы, что компетентному физика было достаточно для проведения поверочного математического расчета, а затем и для предложений по разработке. В марте 1950 года Эдвард Теллер публикует в открытом журнале "Бюллетень ученых-атомщиков" письмо-призыв к ученым США "... праздник прошел. Водородные бомбы не создадут себя сами!".

В 1953 году ядерный потенциал США насчитывал уже 1169 боезарядов с совокупной мощностью 73 мегатонны, что еще не могло решить крупномасштабного столкновения между СССР и США. Россия к этому времени накопила около 100 зарядов.

Инициатива создания водородной бомбы в России принадлежит И. И. Гуревичу, Я. Б. Зельдовичу, И. Я. Померанчуку и Ю. Б. Харитону, которые в 1946 году подготовили специальный доклад Правительству.

В рамках "Программы исследований вопросов ядерного горения и взрыва" группа теоретиков Института химической физики под руководством Якова Борисовича Зельдовича в июне 1946 г. начала теоретическое рассмотрение возможности использования ядерной энергии синтеза легких элементов.

Активизация работ в России по водородному оружию относится к 10 июня 1948 года, когда Постановлением Правительства № 1989-773, изданным на основе разведывательной информации, коллективу КБ-11 (ВНИИ Экспериментальной физики), предписывалось дополнительно произвести в 1948 году теоретическую и экспериментальную проверку изделий РДС-3, РДС-4, РДС-5, а в 1949 году изделия РДС-6-первой российской водородной бомбы. Одним из важнейших решений, принятым этим постановлением, было привлечение к работам Математического и Физического институтов Академии Наук с их теоретическими отделами. Срок комплектации новых теоретических отделов из этих институтов устанавливался всего два дня.

По-существу, этим постановлением КБ-11 (Арзамас-16) обязывалось произвести поверочный расчет водородной бомбы. Несомненно, что для поверочного расчета нужно меньше интеллектуальных усилий, чем для первичного творчества. Был создан мощный научно-теоретический коллектив, который проводил нейтронные исследования и измерения, определял константы сечений взаимодействия ядерных частиц, решал вопросы ядер-

ной физики, давал ответы на поставленные проблемы создания водородного оружия.

Уже через 2 месяца в сентябре 1948 года схема российской водородной бомбы была сформирована. В процессе работы над схемой и конструкцией водородного заряда были сформулированы важнейшие идеи, ставшие в дальнейшем основополагающими. Эти идеи расходились с опубликованной или добытой американской информацией и свидетельствовали о высоком уровне теоретической подготовки российских ученых. Соединение ядерных физиков с контролирующими их математиками дало остроумные и ошеломляющие результаты. Главными исполнителями конструктивного решения водородного заряда были А. Д. Сахаров и В. Л. Гинзбург. Именно в этот момент произошел отрыв российской ядерной науки от достижений ученых США. Таким образом, сухая информация о работах в США инициировала активность российских ученых для новых разработок. Еще одним импульсом для российских ученых были сведения о проведенных мощных ядерных испытаниях США. Еще в процессе проектирования первых образцов ядерного оружия в России возникли предложения о резком повышении коэффициента полезного действия заряда и мощности взрыва за счет реализации предложения Я. Б. Зельдовича, Е. И. Забабахина и В. А. Цукермана по созданию внешнего нейтронного инициатора. Это косвенно подтверждали испытания в США, которые с каждым разом росли по мощности. В результате уже второе российское испытание, проведенное на Семипалатинском полигоне 24 сентября 1951 года почти вдвое подняло КПД заряда, дав мощность РДС-2 в 38 тыс. тонн тротила. Наиболее высокий КПД по расчетам достигался в случае, когда нейтронное инициирование происходило после фокусировки заряда. Серия из пяти атомных бомб, весом в 3 тонны каждая, была изготовлена на опытном заводе "Авангард" в Арзамасе-16 и положена на хранение на случай войны.

Постановление Совета Министров № 827-303 от 26 февраля 1951 года определило перелом работ в области создания водородного оружия в России. Это произошло на год позже объявленной президентом Труменом 31 января 1950 года программы термоядерных разработок в США.

28 мая 1952 года Ханс Бете представил Комиссии по атомной энергии США меморандум в отношении утечки информации из научных лабораторий США, в котором выразил точку зрения, что "каждый важный момент термоядерной программы США 1946 года был неправильным, и если бы русские начали термоядерную программу на основе этой информации, это привело бы их к неудаче".

На этом основании американцы не могут говорить о том, что ядерное оружие в Россию пришло из США. Можно сказать, что ядерное оружие в Россию пришло из Японии. Это будет верно. Если бы США не сбросили две атомные бомбы 6 и 9 августа 1945 года на Японию, российским физикам нужно было бы сомневаться, существует ли ядерное оружие.

С 1951 года изготовление ядерного оружия в России производилось по требованиям к военной технике. Создание многоступенчатой и жесточайшей системы контроля в области промышленного производства атомного оружия было показателем хорошо продуманного серьезного и ответственного отношения к действительно опасному делу.

На “поток” изготовление ядерного вооружения было поставлено в 1954 году.

Первые образцы термоядерного оружия были созданы в США и России практически одновременно. В 1951 году США провели два испытания под кодовыми названиями “Гринхауз” (Теплица) и “Джордж” с размещением внутри взрывного устройства дейтерий-тритиевой смеси. 21 октября 1952 года США взорвали не транспортабельное устройство Mike, весом в 62 тонны. Вклад в повышение мощности взрыва от термоядерной реакции был значителен. 12 августа 1953 года Россией был взорван ядерный заряд РДС-6с, пригодный для доставки самолетом. Мощность первой водородной бомбы РДС-6с была около 400 килотонн, что примерно в 20 раз превышало мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. Авторами схем термоядерных зарядов в США был Э. Теллер, в России — А. Д. Сахаров. В обоих случаях предложения физиков были сделаны совершенно самостоятельно на основании технической логики. Если бы Россия не смогла перейти на термоядерное вооружение, США в этот период практически вернули бы себе монополию на ядерное оружие.

Решительный шаг в развитии ядерных вооружений России был сделан при переходе к созданию так называемых двухстадийных ядерных зарядов, в которых второй заряд синтезируется в условиях сжатия, создаваемого взрывом плутониевого заряда. Эта новинка А. Д. Сахарова привела к значительному повышению мощности взрыва, сделав его практически неограниченной. Первый опытный заряд мегатонного класса РДС-37 был результатом коллективного труда и испытан 6 ноября 1955 года. Как сказал академик А. Д. Сахаров, “Испытание было завершением многолетних усилий, триумфом, открывшим пути к разработке целой гаммы изделий”.

Взорвав первую водородную бомбу Россия не только догнала США по разработке нового оружия, но и продемонстрировала свое научно-техническое превосходство, создав транспортабельное термоядерное устройство. Входящие в состав водородного заряда компоненты, а именно изотоп водорода — тритий, были чрезвычайно дороги на первом этапе их производства и составляли сумму в сотни тысяч долларов за 1 кг трития. Это не остановило ни ту, ни другую сторону.

В 1953 году США успешно испытали артиллерийский атомный заряд калибра 280 мм Nike. Перед разработчиками российского ядерного центра Арзамас-16 такая задача была поставлена в первой половине 1952 года. В 1956 году эта разработка была завершена под названием “Татьяна”. Этот

заряд предназначался для ракетных войск стратегического назначения и для авиации.

В 1957 году США обладали уже 5543 боеголовками с совокупным зарядом в 17500 мегатонн. Этого потенциала было достаточно, чтобы создать на территории России сплошную зону разрушений площадью 1,5 млн. кв. км и сплошную зону пожаров в 2 млн. кв. км. Площадь радиоактивного загрязнения с мощностью дозы 100 рад в сутки охватила бы 10 млн. кв. км и превратила бы подвергнувшуюся ядерному нападению страну в радиоактивную пустыню. Но в это время Россия уже обладала водородным оружием и отставание в количестве зарядов не играло столь большой роли.

Суммарная мощность ядерного оружия США при переходе к водородным зарядам в 1957 году возросла в 240 раз по сравнению с 1953 годом. Так же возросла мощность ядерного оружия и в России. Переход от ядерного к термоядерному оружию явился переломным моментом во взаимоотношениях между Россией и США. Именно в эти годы появились признаки согласия на переговоры, однако количество ядерных боезарядов достигло своего пика в 1986 году. Рекордные характеристики ядерных зарядов были достигнуты Россией в 1961 году, когда был испытан заряд мощностью в 50 мегатонн. Этот взрыв был осуществлен на высоте 4 км над Северным полигоном. Он дал гигантский гриб высотой 67 км. Мощность взрыва была искусственно занижена со 100 до 50 мегатонн.

С 1945 по 1986 год в гигантском военно-промышленном комплексе США было изготовлено 56475 ядерных боеголовок, на заводах России около 27500 единиц 60 типов. Веса зарядов находились в пределах 380—685 кг.

По условиям договора о сокращении стратегических наступательных вооружений СНВ-1 и других международных соглашений Россия с 1987 года прекратила производство оружейного урана, в 1998 году прекратит производство оружейного плутония. Россия ежегодно демонтирует тысячи единиц ядерных зарядов.

На конец 1995 года процесс сокращения и оставшееся распределение ядерных арсеналов России выглядело следующим образом:

Годы	1990	1994	июль 1995	декабрь 1995
Заряды на межконтинентальных баллистических ракетах, ед	4278	3762	3721	3695
Заряды на тяжелых бомбардировщиках, ед.	570	880	858	850
Заряды на баллистических ракетах подводных лодок, ед.	2804	2560	2535	2520

Общее количество оставшихся тактических ядерных боезарядов составляет около 15 тысяч единиц.

Боезаряды демонтируются на тех же заводах, где заряды произведены. Ни один заряд, произведенный на соответствующем заводе, не попадает на разборку на другой завод.

В течение многих лет Россия придерживалась концепции, что безопасность государства может быть обеспечена на безъядерной основе и поэтому следует добиваться полного изъятия этого оружия из военных arsenалов. Эта позиция основывалась на мощном неядерном вооружении. По мере ослабления Российской армии эта концепция меняется и приближается к концепции США.

После 1991 года был завершен процесс передислокации всего ядерного оружия, находившегося на территории Белоруссии, Казахстана и Украины в Россию. Безъядерный статус этих стран был подтвержден в 1994 г. их присоединением к категории государств, не обладающих ядерным оружием.

После 1992 года международные и национальные усилия России стали направляться на усиление мер физической защиты, учета ядерных материалов и укрепления экспортного контроля. Потеряли прежнее значение секретность и ограничения выезда за рубеж специалистов, раскрылись ядерные центры. Усилия по нераспространению ядерного оружия стали концентрироваться на недопущение доступа к технологиям производства ядерных материалов и вооружений. США стали вынуждены тратить значительные средства для оказания помощи другим государствам в осуществлении охраны и контроля за ядерным оружием и ядерными материалами. Программы США по оказанию помощи России и другим странам СНГ в последние годы достигли нескольких сотен миллионов долларов. Взамен США получили доступ к конкретной информации, касающейся как конструктивных схем, так и количества и качества российских ядерных материалов и изделий.

В связи с опасениями нестабильности внутри российских вооруженных сил, особенно усилившиеся после начала войны в Чечне, Вашингтон призвал российское правительство сконцентрировать тактические ядерные боезаряды на меньшем количестве объектов складского базирования, оборудованных специальными мерами безопасности. В конце 1994 года Россия такую работу завершила.

В перспективе соглашение с США по ядерному разоружению направлено на достижение уровня в 2000 единиц боезарядов для каждой стороны и дальнейшее снижение до 1000 единиц с привлечением к переговорам других ядерных государств, выходя в конечном итоге до уровня нескольких сотен боезарядов. При этом каждая сторона, естественно, обеспечивает неуязвимость своих ядерных сил. Но и в этом случае сохраняется колоссальный избыток ядерной мощи, многократно превышающий все мыслимые пределы разумной достаточности. До тех пор, пока ядерное оружие не будет уничтожено, война может произойти. Поэтому с ядерно-

го оружия должна быть снята обязанность нести ответственность за обеспечение обороны.

Фундаментальный сдвиг в подходе сторон к обеспечению безопасности состоит в переоценке США и Россией угрозы взаимного уничтожения. Новый шаг к сокращению вооружений возможен на пути движения к качественно новому состоянию мира, в котором нет угрозы войны.

Ядерные испытания

Первое испытание российского ядерного оружия на Семипалатинском полигоне состоялось 29 августа 1949 года. Коэффициент полезного действия заряда из плутония составил 15%.

Россия произвела всего 715 ядерных испытаний в атмосфере, высоко над землей, над водой, под водой и под землей.

Ответственность за организацию и оснащение полигона для проведения ядерных испытаний решением Технического совета ПГУ в 1945 году была возложена на Институт химической физики и его директора академика Николая Николаевича Семенова. Протокол № 24 от 22 июля 1946 г. НТС ПГУ зафиксировал доклад академика Н. Н. Семенова по организации полигона и проведению испытаний. Были рассмотрены рекомендуемые предложения по расположению полигона.

В Институте химической физики АН были созданы лаборатории, специальные отделы, конструкторские бюро, мастерские. В дальнейшем был создан ряд организаций, обеспечивших научное и техническое сопровождение испытаний. Ядерные испытания — сложная и уникальная деятельность. Проектирование полигонов было возложено на Государственный Союзный проектный институт № 11 (ГСПИ 11) в Ленинграде, а в Москве были созданы Институт по разработке устройств автоматики подрыва ядерных зарядов (ВНИИА) и Институт по разработке средств диагностики при ядерных испытаниях — Институт импульсной техники (НИИИТ). Этот институт разрабатывал и выпускал специальное научное оборудование для изучения параметров ядерных взрывов, а также создавал средства контроля за несанкционированным перемещением ядерных материалов. Это направление работ, которое возглавлял Виктор Никитович Михайлов, было удостоено Государственной Премии в 1981 году.

Аппаратуру для проведения полигонных испытаний ядерных зарядов разрабатывал также НИИ импульсных систем (НИИС, г. Нижний Новгород).

Проектирование объектов для проведения подземных ядерных взрывов выполнял ВНИИ протехнологии. Ряд строительных, монтажных и наладочных организаций 10, 11 и 12-го Главных управлений Минатома сопровождали эти работы.

В 1946 году в 170 км от города Семипалатинска в прииртышской степи был определен участок территории, названный Учебным полигоном № 2 Министерства обороны, который возводился инженерными войсками Вооруженных Сил. Общий объем затрат на устройство полигона к моменту

первого ядерного испытания составлял 185 миллионов руб. Подготовка опытного поля полигона к испытаниям была завершена к началу августа 1949 года. Общая площадь Семипалатинского полигона составляла 18 тыс. 540 квадратных км. Продукты первого взрыва с Семипалатинского полигона были обнаружены в районе г. Бийска на расстоянии 570 километров от эпицентра взрыва. При этом радиоактивное облако накрыло поселки Долонь, Черемушки, Мостик, Бестерек, Будене.

Второй ядерный полигон был организован в 1955 году. Он расположен на островах Новая Земля (Северный полигон) и занимает площадь 90 тыс. кв. км, в том числе на суше — 55 тыс. кв. км. Северный полигон был задуман, как полигон для подготовки и проведения ядерных испытаний в интересах Военно-морского флота. Этот полигон обслуживался Военно-морским флотом. В ряде документов этот полигон называется как Государственный центральный полигон Министерства обороны № 6. С 1992 года Северный полигон Указом Президента России стал именоваться “Центральным полигоном РФ”. Первый ядерный взрыв на Северном полигоне был проведен под водой. В октябре 1961 года над Северной Землей был проведен самый мощный в мире испытательный взрыв водородной бомбы мощностью 50 мегатонн. Этот заряд впоследствии получил условное название “КМ” (Кузькина мать).

Ядерные испытания проводились и на других российских полигонах, в частности, на полигоне “Капустин Яр”, “Тоцкий полигон”.

На Семипалатинском ядерном полигоне в период с 29 августа 1949 года по 24 октября 1990 года проведено 456 испытаний, на Ново-земельском ядерном полигоне с 21 сентября 1955 года по 24 октября 1990 года было произведено 132 ядерных взрыва, на других площадках — 127 взрывов. На Северном полигоне есть три загрязненных радиацией санитарно-защитных зоны, каждая площадью в полгектара. Две зоны образованы в результате проведения наземных испытаний и одна — на месте аварийного выброса при подземном взрыве. В других местах проведения испытаний радиационных загрязнении нет.

Общее энерговыделение 715 ядерных испытаний России составило 285 мегатонн, в том числе наземных — 247 и подземных — 38. За период до 1992 года США провели 1056 испытаний с энерговыделением 193 мегатонны, в том числе за счет наземных — 155 и подземных — 38.

Из общего числа проведенных испытаний НИИ экспериментальной физики (Арзамас-16) провел 68 % испытаний, НИИ технической физики (Челябинск 70) — 32%.

Выполнение Россией программы ядерных испытаний в 1949–1990 годах обеспечило создание надежного ядерного оружия.

Максимальная интенсивность ядерных испытаний относится к 1962 году как для США, так и для России. В этот год было проведено 98 испытаний в США и 79 испытаний в России. При проведении ядерных испытаний преследовались следующие цели:

- совершенствование ядерных зарядов,
- исследование способов повышения КПД сгорания заряда,
- совершенствование системы инициирования взрыва,
- исследование и улучшение отражателей,
- измерение технических параметров ядерных взрывов,
- испытание и отработка измерительных средств,
- развитие и совершенствование лабораторных методов испытаний,
- исследование поражающих факторов ядерного оружия,
- обеспечение боеспособности,
- обеспечение надежности,
- обеспечение безопасности,
- исследования воздействия ядерного оружия на окружающую среду,
- другие задачи.

Каждое испытание ядерного оружия преследовало несколько целей, однако ряд испытаний имел узкую направленность. Например, проводились особые испытания по определению групповой ядерной взрывобезопасности. В интересах безопасности ядерного оружия Россия провела 42 испытания (8,8%), в то время как США — 88 испытаний (7,5%). В интересах совершенствования ядерного оружия в России было проведено 69% испытаний, в интересах промышленности и для мирных целей — 22% (124 подземных ядерных взрыва).

Ядерные испытания на полигонах формально выполняло Министерство обороны, однако руководителями испытаний поочередно были представители МО и представители Минатома.

Уже в 1954 году в ряде областей и территорий страны были организованы стационарные пункты наблюдений за радиоактивностью, оседавшей по всей территории страны в результате ядерных взрывов, проводимых США, Россией, а затем Великобританией, Францией и Китаем. Такие пункты были, например, в Новосибирске, Барабинске, Татарске, в районах испытаний, в Сибирском научном Центре Академии Наук, на промышленных предприятиях Минатома, вблизи атомных электрических станций. Научное и методическое руководство по дозиметрии и радиометрии осуществляли организации Минатома — Союзный научно-исследовательский институт приборостроения (СНИИП) в Москве и НПО «Тайфун» (г. Обнинск) в сотрудничестве с организациями гидрометеослужбы.

В 1963 году с США был заключен договор о запрете ядерных испытаний в трех средах (в космическом пространстве, в атмосфере и под водой), в результате стоимость испытаний, проводимых только под землей, возросла, а количество испытаний уменьшилось. Глубина заложения ядерного заряда, на которой проводилось испытание, определялась расчетным путем и зависела от мощности заряда и особенности грунтов. В 1974 году был заключен международный договор об ограничении мощности подземных ядерных испытаний порогом в 150 килотонн. Договор

1974 года не ратифицировался американской стороной более 16 лет из-за ее позиции по мерам контроля. Но ограничения, установленные договором, соблюдались обеими сторонами. Минимальная глубина заложения заряда при подземных ядерных испытаниях стала 150–180 метров. Тем не менее, при проведении подземных ядерных испытаний на полигоне “Северная Земля” 21 испытание сопровождалось просачиванием радиоактивных инертных газов в атмосферу без их распространения за пределы полигона. В трех случаях происходили “нештатные ситуации”, когда мощность дозы на площадке достигала нескольких сотен рентген в час.

В 1990 г. во изменение договора 1974 г., был подписан новый договор и протокол к нему, которые были ратифицированы. Однако, если договор 1974 года предусматривал контроль за ядерными взрывами национальными средствами и тем самым позволял присоединиться к договору любой другой ядерной державе, то договор 1990 года предусматривал гидродинамические методы контроля мощности взрыва и становился двухсторонним.

Возможности ядерных взрывов как инструмента для фундаментальных научных исследований не исчерпаны. Ряд предложений Российской стороны в 1994–1995 гг. обсуждались на международных встречах и на конференции по ударным волнам в конденсированных веществах и получил активную поддержку зарубежных ученых, в частности, профессора Э. Теллера.

Запрещение ядерных испытаний влечет за собой невозможность создания атомного оружия третьего поколения — оружия направленного действия, что отвечает политическим задачам России.

Сегодня, и в обозримом будущем, Россия нуждается в ядерном оружии по следующим причинам: территория России громадна, а запасы природных богатств неисчерпаемы. Россия имеет недостаточные людские ресурсы, ситуация на границах нестабильна, политика ряда соседних государств непредсказуема. Для России на ближайшие годы необходимы недорогие и эффективные средства защиты.

В последние годы российское ядерное оружие не направлено против каких-либо государств, но в любой момент может быть настроено на цель и способно нанести любому противнику сокрушительный удар.

ГЛАВА 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Атомная энергетика

Первая атомная электростанция была построена Россией в 1954 г. под руководством академика Игоря Васильевича Курчатова. Научным руководителем работ по атомным электростанциям в России долгие годы был академик РАН Анатолий Петрович Александров, последние годы это направление вел член-корреспондент РАН Виктор Алексеевич Сидоренко.

С 1954 года атомная энергетика в деятельности Минатома занимает особое место, а среди других источников энергии атомная энергетика стала традиционной.

27 июня 1954 г. в г. Обнинске была введена в работу и включена в сеть Первая в мире атомная электростанция мощностью 5 тыс. кВт.

В 1954 году форсированно прорабатывались два направления двухцелевых реакторов, которые могли бы сочетать выработку электроэнергии и наработку оружейного плутония: уран-графитовый типа РБМК (реактор большой мощности канальный) и корпусной типа ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор). Реальное развитие пошло по пути реализации основной задачи — производства плутония.

Первый двухцелевой реактор типа ЭИ-2 был создан в период 1954–1958 годов на Сибирской атомной станции в Томске-7 и был пущен в эксплуатацию в декабре 1958 года. Сибирская АЭС стала Второй АЭС России. Мощность ее была вначале 100 МВт, а затем была доведена до 600 МВт. В

1961 году в Томске-7 был введен в эксплуатацию реактор АДЭ-3, производивший плутоний, а также электроэнергию и тепло.

В 1956-1957 гг. состоялось решение о сооружении реактора типа АДЭ-4 в г. Томске-7 и 25 декабря 1963 г. он был пущен. Реактор АДЭ-1 в Красноярске-26 стал Третьей АЭС России. Он был введен в эксплуатацию 14 июля 1961 г.

В 1958 году было развернуто строительство на Четвертой АЭС России — Белоярской АЭС. 26 апреля 1964 года она дала первый промышленный ток. На Белоярской АЭС был установлен усовершенствованный реактор Первой АЭС в г. Обнинске с перегревом пара в активной зоне. Первый блок Белоярской АЭС был построен по принципу уран-графитовых реакторов с тепловой мощностью 285 тыс. кВт и электрической мощностью 100 тыс. кВт. Температура воды на выходе из реактора — 300 градусов Цельсия, в пароперегревательных каналах вода и пар нагревались до температуры 510 градусов Цельсия. Реактор был построен по принципу конструкции без корпуса с высоким тепловым коэффициентом полезного действия блока.

Второй блок Белоярской АЭС имел одноконтурную схему без испарителя. Благодаря пароперегревателям он выдавал пар с высокими параметрами температуры и давления и имел высокий КПД. В 1966 году Белоярская АЭС была передана в эксплуатацию Минэнерго страны.

Третий блок Белоярской АЭС — реактор на быстрых нейтронах типа БН-600. Строительство БН-600 началось в 1968 году и он был пущен 8 апреля 1980 года. Тепловая мощность составляла 1470 МВт, электрическая мощность 600 МВт.

Работы по созданию реакторов на быстрых нейтронах начались в России еще в 1950 году до пуска Первой АЭС в г. Обнинске. Экспериментальные быстрые реакторы типа БР-1 (пущен в 1955 г.), БР-2, БР-3 (пущены в 1959 г.), БР-5 были построены в г. Обнинске. Реактор БОР-60, строительство которого было окончено в 1968 г. в г. Димитровграде — все эти реакторы были разработаны в Физико-энергетическом институте в г. Обнинске и явились прототипами реактора БН-350, построенного в г. Шевченко в 1973 году. Реактор БН-350 имел тепловую мощность 1000 МВт, электрическую мощностью 350 Мвт (или 150 МВт электрической мощности и 120 тыс. тонн опресненной воды в сутки). Температура натрия на выходе из реакторов БН-350, БН-600 равна 500 градусов Цельсия, что обеспечивало высокий КПД теплового цикла. Так же как и реакторы БОР-60 и БН-350 реактор БН-600 имеет трехконтурную схему охлаждения: натрий-натрий-вода. Число топливных сборок активной зоны реактора составляет 370.

Успешный опыт работы реакторов по одноконтурной схеме с кипящей водой в качестве теплоносителя на Белоярской АЭС (блоки 1 и 2), удовлетворительная работа промышленных атомных реакторов в Томске-7 и Красноярске-26, работавших по аналогичной схеме, по-

зволили поставить и решить вопрос о создании большого энергетического реактора типа РБМК. К этому времени мировой и отечественный опыт свидетельствовали, что атомные станции можно эксплуатировать безопасно.

Пятой АЭС России стала Нововоронежская АЭС. Начало работ в Лаборатории № 2 над проектом водо-водяного корпусного реактора относится к 1951 году. Первый блок Нововоронежской АЭС проектной мощностью 210 тыс. кВт был пущен в конце сентября 1964 года. Это был водо-водяной реактор нового корпусного типа тепловой мощностью 760 тыс. кВт. Реактор был размещен в цилиндрическом стальном корпусе с толщиной стенок 100 мм, диаметром 3,8 м и высотой 11,2 м. Нововоронежская атомная станция стала полигоном для опробования новых корпусных реакторов. В декабре 1969 года там же был введен в эксплуатацию второй блок мощностью 365 МВт. Размеры активной зоны были оставлены без изменений. В активной зоне реактора 348 кассет. В декабре 1971 года был пущен третий блок мощностью 440 МВт с реактором типа В-230 тепловой мощностью 1370 МВт. Этот тип реактора стал широко внедряться в России и за рубежом. Следующей модификацией реактора был проект В-213. Это был шаг вперед с точки зрения безопасности атомной станции. Конструкция здания предусматривала размещение специальных поглотителей пара на случай разрыва главного трубопровода первого контура. Для каждого реактора ВВЭР-440 были предусмотрены две турбины, мощностью по 220 МВт. АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 были построены в Болгарии, ГДР, Венгрии, Финляндии, ЧССР, строились на Кубе. Четвертый блок Нововоронежской АЭС также мощностью 440 МВт был сдан в эксплуатацию в 1972 году. Пятый блок НВ АЭС электрической мощностью 1000 МВт был сдан в 1979 году. Он был первым из очередной серии реакторов типа В-338. Этот реактор комплектовался уже одной турбиной.

Шестой АЭС России стала Димитровградская АЭС. Реактор БОР-60, строительство которого было начато в 1965 г., был пущен в 1968 г. в Научно-исследовательском институте атомных реакторов. Вначале это была экспериментальная АЭС с реактором на быстрых нейтронах тепловой мощностью 60 МВт, электрической мощностью 12 МВт, которая постепенно превратилась в постоянный источник электроэнергии и тепла для института и города. Теплоносителем в реакторе является натрий, температура которого на выходе из реактора равна 600 градусов Цельсия. В качестве топлива используется обогащенный до 90% уран в количестве 150 килограмм. Станция была прототипом станций с реакторами на быстрых нейтронах типа БН-350 в г. Шевченко и БН-600 на Белоярской АЭС, имела два контура натрия и внешний контур воды. В тепловой схеме реактора БОР-60 два парогенератора разных типов и две турбины.

Седьмой АЭС России стала Кольская АЭС.

Кольская АЭС состоит из 4-х реакторов типа ВВЭР-440, из которых 2 реактора проекта В-230 и 2 реактора проекта В-213. Первый блок Кольской АЭС был пущен 29 июня 1973 года, второй — 9 декабря 1974 года, третий — 24 марта 1981 года и четвертый — 11 октября 1984 года.

Восьмой АЭС России стала Ленинградская АЭС. Ленинградская АЭС состоит из четырех блоков типа РБМК электрической мощностью по 1000 МВт. Первый блок Ленинградской АЭС был пущен в декабре 1973 года, второй блок — в конце 1975 года, третий блок — в 1979 году, четвертый блок — в 1981 году. Реакторы РБМК работают каждый на два турбогенератора с турбиной типа К-500-65, мощностью по 500 МВт. Тепловая мощность реактора типа РБМК 3200 МВт. Реакторы этого типа имеют сравнительно низкий КПД.

Реакторы РБМК Ленинградской АЭС начали проектироваться по двухцелевому назначению с 1963 года для производства плутония и электроэнергии, но в 1967 году задание и проект реактора Ленинградской АЭС были скорректированы и реактор РБМК приобрел только энергетическое назначение.

Реактор имеет 1700 каналов с кассетами, длиной по 3,5 метра. В каждом канале размещены по 2 кассеты, по 18 тепловыделяющих элементов в каждой.

После Ленинградской АЭС реакторы РБМК были использованы для Курской АЭС, Смоленской АЭС, Чернобыльской АЭС.

Усовершенствованные реакторы типа РБМК-1500, электрической мощностью 1500 МВт, тепловой мощностью 4800 МВт, построили и пустили в эксплуатацию лишь на Игналинской АЭС. Начали строить блок № 4 на Смоленской АЭС, но после чернобыльской аварии все работы по блоку прекратили. Эти реакторы имеют 1661 канал, являются самыми мощными в мире, имеют по две турбины мощностью 750 МВт каждая.

Основной недостаток реакторов канального типа — разветвленная и громоздкая сеть контура охлаждения, сложность управления реактором, необходимость постоянного корректирования выделяемой мощности по отдельным каналам и по группам каналов, трудности, а вернее, невозможность автоматизации.

Девятая АЭС России — Билибинская АЭС.

Билибинская АЭС расположена на Чукотке в Магаданской области и состоит из 4 блоков, работающих по схеме атомной теплоэлектроцентрали, снабжающих электроэнергией и теплом большой район. Тепловая мощность станции — 62 МВт, электрическая мощность одного блока 12 МВт, общая электрическая мощность 48 МВт, число рабочих каналов в каждом реакторе 273 ед. Все четыре реактора расположены в одном здании. Ядерное топливо Билибинских реакторов аналогично топливу реактора Первой АЭС в Обнинске. Уран-графитовый реактор выполнен цилиндрической формы, диаметром 4,1 и высотой 3 метра. Применена одноконтурная схема движения теплоносителя.

Пуск первого блока осуществлен 12 января 1974 года, второго блока — 30 декабря 1974 г. третьего блока -22 декабря 1975г. и четвертого блока — 27 декабря 1976 г.

Десятая АЭС России — Курская АЭС.

Курская АЭС состоит из 4-х энергоблоков типа РБМК-1000 как и на Ленинградской АЭС. Первый энергоблок введен в эксплуатацию 19 декабря 1976 года, второй блок — 28 января 1979 года, третий блок — 17 октября 1983 года и четвертый блок — 2 декабря 1985 года. В строительстве находится блок № 5 повышенной безопасности.

Одиннадцатая АЭС России — Смоленская АЭС.

Смоленская АЭС состоит из 3-х реакторов типа РБМК-1000. Первый блок введен в эксплуатацию 9 декабря 1982 года, второй блок введен 31 мая 1985 года, третий блок введен в эксплуатацию 17 января 1990 года. Четвертый блок, мощностью 1500 МВт построен на 50%.

Двенадцатая АЭС России — Калининская АЭС.

На Калининской АЭС два блока с реакторами типа ВВЭР-1000, один блок с реактором типа В-338, второй блок с реактором типа В-320. Первый блок введен в эксплуатацию 9 мая 1984 года, второй блок — 3 декабря 1986 года. В стадии строительства готовностью 80% находится блок № 3.

Тринадцатая АЭС России — Балаковская АЭС

Балаковская АЭС имеет 4 реактора ВВЭР-1000, все реакторы типа В-320. Это новейшая из атомных станций России. Первый блок ее введен в действие 28 декабря 1985 года, второй блок — 8 октября 1987 года, третий блок — 24 декабря 1988 года и четвертый блок — 15 мая 1994 года.

Атомная энергетика — продукт современной науки, техники и технологии и уйти от нее назад невозможно, несмотря на все проблемы, связанные с ее использованием.

Наиболее интенсивно традиционная энергетика развивалась в период 1962—1985 г. В 1980—1985 г. опережающими темпами стала развиваться атомная энергетика. Преимущественное развитие атомной энергетики происходило на Украине. Ежегодный ввод новых мощностей на атомных станциях страны превышал 4 миллиона кВт. За пятилетку 1981—1985 гг. мощность работающих атомных электростанций возросла на 125%. Основной прирост энергетических мощностей в Европейской части страны происходил за счет ввода атомных станций. Планировалось вводить на АЭС максимально до 10 млн. кВт в год. Большинство атомных станций предполагали построить силами Минэнерго страны. Атомные блоки строились по проектам, которые не были достаточно глубоко проработаны, что приводило к частичной переработке проектов уже в процессе строительства. Несмотря на то, что в одно и то же время вводились блоки одной и той же мощности, выполняемые по одним и тем же проектам, в результате вносимых изменений ни один блок не был похож на другой.

Первые российские АЭС игнорировали международный опыт по безопасности атомной энергетики. Постепенно технический уровень российских АЭС повышался, однако атомные станции с реакторами типа ВВЭР-440 продолжали уступать зарубежному уровню. Под давлением финнов при сооружении АЭС в Ловизе в России были спроектированы блоки АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 с защитной оболочкой. После строительства финской АЭС атомные блоки с защитной оболочкой с реакторами типа ВВЭР-1000 появились и в России (1979 г. НВАЭС).

Самым слабым звеном в российских проектах атомных станций была автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП). На аппаратах типа РБМК-1000 ее, по существу, не было вовсе. Этот реактор не мог быть автоматизирован в принципе из-за отсутствия механизации приводов для нескольких тысяч регуляторов расхода воды в каналах. На аппаратах типа ВВЭР-1000 АСУ ТП создавалась из неработоспособных элементов, поставленных грузинской фирмой “Элва”. Непосредственно на атомных станциях блоки преобразования УКТС (универсальный комплекс технических средств) АСУ ТП дорабатывались, испытывались и доводились до кондиции. Качество изготовления печатных плат этих устройств не отвечало элементарным требованиям промышленного производства. В эти годы стало сказываться общее отставание России в научных и инженерных разработках по электронике и микроэлектронике.

Разработками конструкций атомных реакторов и проектов атомных станций для атомной энергетики занимались ОКБ “Гидропресс (г. Подольск, В. В. Стекольников), Научно-исследовательский институт энерготехники (НИКИЭТ, г. Москва, Н. А. Доллежал, Е. О. Адамов), Физико-энергетический институт (г. Обнинск, А. И. Лейпунский), ГСПИ-11 (Санкт-Петербург) и два проектных института Минэнерго страны — Атомэнергопроект (Теплоэнергопроект) с его периферийными филиалами и Гидропроект (Москва). Проектирование АЭС осуществлялось организациями, не знакомыми с атомными технологиями. Любое техническое решение проектные организации вынуждены были многократно и утомительно согласовывать друг с другом и с научным руководителем. Лишь после Чернобыльской аварии в 1986 году эти институты частично вошли в состав Минатомэнерго, а затем в состав Минатома России, обогатились опытом. Атомные станции с реакторами типа ВВЭР проектировал институт Атомэнергопроект, атомные станции с реакторами типа РБМК проектировал институт Гидропроект. Научное сопровождение проектов осуществлял Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова (входящее в его состав отделение атомной энергетики), а Государственный надзор за проектными работами, строительством и эксплуатацией выполнял Государственный Комитет по надзору “Атомэнергонадзор”. Особенно большие трудности при проектировании возникали в решении проблем автомати-

зации АЭС. Когда мощности были невелики, скорости протекания тепловых процессов могли контролироваться вручную. С повышением мощностей до нескольких миллионов киловатт на один блок скорости реакции на изменения технологических процессов стали выражаться несколькими секундами и могли быть доверены лишь автоматическим системам. Исключалась возможность непосредственного воздействия оператора АЭС на ход процесса. Для проектирования систем АСУ ТП были привлечены квалифицированные институты Министерства приборостроения страны. Из-за отставания технической базы что-либо серьезное сделать им так и не удалось.

Атомные блоки принимались в эксплуатацию с большим количеством недоделок, с сокращением программ испытаний, с нарушением элементарных технологических условий. Многие сценарии запроектных аварий, например, отрыв доньшка корпуса реактора, или разрыв самого реактора даже боялись рассматривать по последствиям, считая их невозможными. По таким авариям не предусматривалась защита. Авария в Чернобыле произошла в момент проведения испытаний, которые были запланированы при пуске, но не были проведены. Если бы реактор в Чернобыле взорвался в период пуска, это бы нанесло ущерб в тысячи и тысячи раз меньший, чем когда это случилось на реакторе, накопившем тонны радиоактивных материалов.

В процессе эксплуатации АЭС Минэнерго страны отдавало приоритет не безопасности, а экономическим и техническим показателям работы станции. Операторы, управлявшие блоками, сурово наказывались и критиковались за останов блоков нажатием кнопки аварийной защиты. На атомных станциях, где главным должна быть безопасность, а уже потом выработка электроэнергии, приоритеты были изменены.

Безусловно, мгновенные отключения без предупреждения диспетчера кнопкой аварийной защиты блока мощностью 1000 Мвт может быть исходным фактором для развала энергосистемы или серьезной аварии в ней. Необходима разработка мер автоматизации для обеспечения устойчивости системы большой мощности.

Все действующие АЭС в России (кроме Первой АЭС в г. Обнинске, Сибирской в Томске-7, Красноярской-26 и Димитроградской) имеют общую мощность 21242 МВт, включает 29 энергоблоков, в том числе 13 энергоблоков с корпусными реакторами типа ВВЭР, (из них 7 блоков ВВЭР-1000 и 6 блоков типа ВВЭР-440), 15 энергоблоков с уран-графитовыми канальными реакторами, (из них 11 блоков РБМК-1000 и 4 блока с реакторами типа ЭГП-6), и один блок с реактором на быстрых нейтронах типа БН-600.

Энергоблоки с водо-водяными реакторами имеют 6 модификаций, (среди них — 4 блока первого поколения, 5 блоков — второго и 4 блока третьего поколения). Среди энергоблоков с канальными реакторами 8 блоков первого поколения, 6 блоков — второго и один блок — третьего поколения.

Таким образом, по существу вся атомная энергетика России — экспериментальная.

Энергоблоки третьего поколения по безопасности соответствуют требованиям современной нормативной документации, принятой в мировой практике, остальные блоки являются устаревшими блоками повышенной опасности, эксплуатируются с многочисленными оговорками и условиями, соблюдение которых должен обеспечивать персонал станций. Вследствие этого обслуживающий персонал станций превышает установленный норматив численности для аналогичных атомных электростанций за рубежом.

Большое число систем безопасности в проектах АЭС приводят к большим затратам средств и требует большего времени на строительство станции. Стоимость АЭС в 1,2–2 раза превышает аналогичную по мощности тепловую станцию на ископаемом топливе. Однако, благодаря низким эксплуатационным затратам, прежде всего на топливо, стоимость электроэнергии на атомных станциях всегда ниже, чем на тепловых станциях. В последние годы благодаря внедрению компьютеризации, серийности возводимых блоков затраты на автоматику АЭС значительно снизились. Экономические исследования показывают, что затраты на капитальное строительство, топливо и эксплуатационные расходы распределяются в процентах для ТЭС и АЭС в соотношении 20 + 70 + 10 и 70 + 20 + 10, что обеспечивает для Европейской части России выгодность АЭС не менее, чем в 20%.

Более 70 процентов территории России с населением около 10 млн. человек находятся в зоне децентрализованного энергоснабжения и положение в этих районах не только не улучшается, а непрерывно ухудшается. В то же время только имеющиеся запасы добытого урана обладают энергопотенциалом в 15 триллионов кВт ч. Оружейный потенциал имеет 12 триллионов кВт ч. Этого количества энергии хватит на то, чтобы все электростанции России смогли вырабатывать в течение 35 лет. В то же время, на строительство АЭС и их лицензирование уходят годы, а скорость расходования энергетических ресурсов превышает скорость их пополнения. Чтобы получить доверие в обществе к атомной энергетике необходимо улучшать связи с населением и поднять реальную безопасность атомной энергетике? Постепенно положение в атомной энергетике стабилизировалось. После такого потрясения атомная энергетика должна выйти на другой качественно более высокий уровень.

В последнее пятилетие атомная энергетика вырабатывала в среднем 12% электроэнергии по стране, в Центре страны (включая Москву) — 25%, на Северо-Западе Центрального района — 50%, на Кольском полуострове — 70%, в Центрально-Черноземном районе — 80%, Северо-Западе Чукотского автономного округа — 60% и 40% от доли поставки Россией электроэнергии на экспорт.

Для восьми АЭС с 25 блоками эксплуатирующей организацией является Концерн “Росэнергоатом”. Ленинградская АЭС с 4-мя энергоблоками

подчинена непосредственно Минатому России. Четыре АЭС в Томске-7, Красноярске-26, Димитровграде и Обнинске эксплуатируются персоналом тех предприятий, на территории которых они находятся.

Росту производства атомной электро- и тепловой энергии способствовали такие факторы, как удорожание природных ресурсов и снижение их запасов, повышенная сернистость и зольность минерального топлива, удорожание добычи топлива и повышение уровня травматизма в угольной промышленности. Отказ от дальнейшего строительства целого ряда атомных станций (Татарская, Башкирская, Костромская, Ростовская, Краснодарская и др.) произошел вследствие неуверенности местных органов власти в надежности атомной энергетики после аварии в Чернобыле и непринятии проектными организациями кардинальных мер по повышению безопасности атомной энергетики для успокоения общественности.

В ряде районов страны (Северный Кавказ, Поволжье, Нижнее течение Дона) природные ресурсы топлива находятся на грани истощения и использование ядерного топлива является единственным реальным путем стабильного обеспечения электроэнергией. Вместе с тем возникает острая необходимость повышения уровня безопасности новых атомных станций. Реальный уровень безопасности АЭС (аварии на АЭС США "Трехмильный остров" в 1979 году и на Чернобыльской АЭС в 1986 году на Украине) отстает от расчетного значения на два—три порядка. Новый уровень безопасности может быть получен, например, путем подземного размещения атомных станций.

В 1966 году был принят Государственный план строительства АЭС до 1977 года общей мощностью 11,9 млн. кВт.

В 1971 году была принята программа строительства АЭС до 1980 года, которая предусматривала повышение мощности АЭС до 26,8 млн. кВт.

Программой развития атомной энергетики 1980 года предусматривался ввод до 1990 года дополнительно 66,9 млн. кВт и доведение мощности АЭС в 1990 г. до 100 млн. кВт.

В 1982 году была принята программа строительства 143 атомных энергоблоков единичной мощностью 440, 500, 1000 и 1500 Мвт силами Минатома и Минэнерго.

Ни одна отрасль техники не развивалась так быстро, как атомная энергетика, и не угасала так неожиданно и драматично. Авария на Чернобыльской АЭС вызвала переоценку взглядов на развитие атомной энергетики в стране. Общие затраты на ликвидацию последствий аварии на ЧАЭС составляют многие миллиарды долларов. Только прямой ущерб государству от незавершенного строительства превысил 4 миллиарда рублей. Усилиями всех народов нашей страны удалось ликвидировать даже такую тяжелую аварию: как авария на Чернобыльской АЭС. Обман в прессе о последствиях чернобыльской аварии подорвал доверие к атомной энергетике. Ответственность страны стала возражать против строительства новых атомных

станций. Теряется время, энергетика стареет, новые мощности практически не вводятся.

До аварии на ЧАЭС было построено около 40 энергоблоков. При таком быстром нарастании масштабов гражданской атомной энергетики в стране не успевали формироваться необходимые условия для безопасности, не строились учебно-тренировочные центры и учебно-тренировочные пункты на станциях, персонал стажировался на рабочих местах, а поскольку блоки работали в базовом режиме даже нажать кнопку оператору можно было лишь раз в год в период пуска или останова блока. Научные руководители отрасли уверяли персонал, что серьезных аварий быть не может, хотя реакторы РБМК имели положительный коэффициент реактивности, что в принципе рано или поздно должно было привести к аварии и недопустимо в эксплуатации. Пустотный коэффициент реактивности новых АЭС с реакторами типа БН-800 также был положителен и с этим согласились. Эти реакторы не имели защитной оболочки. Качество и герметичность защитных оболочек реакторов ВВЭР-1000 были невысокими и не соответствовали требованиям безопасности. У реакторов РБМК даже помещения циркуляционных насосов не были герметичными. Но поджимали сроки. Новые блоки вводились в эксплуатацию, приближая чернобыльскую развязку. Летом 1985 года на втором блоке Запорожской АЭС научные, инженерные, эксплуатационные службы столкнулись с предупреждением грядущей аварии. В требованиях по безопасности атомной энергетики имели место волевые положения, не обеспеченные знаниями и опытом, допускались “блокировки” важнейших для безопасности параметров контроля. Эти обстоятельства в конечном итоге привели к трагедии. Не последнюю роль в ней сыграла передача эксплуатации атомной энергетики в Минэнерго, уровень квалификации и ответственности персонала которого во всех звеньях руководства и исполнения не соответствовал необходимым требованиям, не включал в себя 40-летний горький опыт эксплуатации таких объектов. В 1986 году было образовано Минатомэнерго, а в 1989 году вся ответственность за атомную энергетику была возложена на Минатом России. В качестве оправдания технический термин “безопасность” был подменен термином “культура безопасности”, которой якобы не хватало у Минэнерго страны.

Проектирование и строительство новых АЭС в России в последние годы происходит на основании Энергетической стратегии, одобренной Правительством России в 1994 году. Предусматривается до 2010 года обеспечить замену выбывающих мощностей путем строительства энергоблоков следующего поколения с повышенной безопасностью. Однако ввиду отсутствия средств практически не проектируются новые АЭС с высоким уровнем безопасности, при котором может не рассматриваться сценарий с эвакуацией населения как невероятный.

Приостановление ввода новых мощностей в атомной энергетике и замещение их развития традиционной энергетикой приводит к удорожанию цены на электроэнергию. Однако в ближайшие годы можно ожидать сохранения ценовой конкурентоспособности отечественной атомной энергетике.

В планах работ по пуску новых энергоблоков на срок до 2005 года предусматриваются работы по пуску первого блока Ростовской АЭС, блока 3 Калининской АЭС, блока 5 Курской АЭС.

Начато строительство блоков 6 и 7 Нововоронежской АЭС, блока 1 Сосновоборской АЭС с реактором повышенной безопасности нового поколения мощностью 640 МВт, блоков 5 и 6 Кольской АЭС с такими же реакторами. Планируются работы Минатома в Томске-7 и Красноярске-26 по станциям теплоснабжения взамен промышленных реакторов, а также плавучей атомной станции для Крайнего Севера, по достройке блока 2 Хмельницкой АЭС на Украине, по вводу первого блока АЭС Темелин в Чехии (несмотря на поставку топлива американской фирмой "Вестингауз"), блоков 1-4 АЭС Моховце в Словакии, блока 1 Бушер в Иране, еще одного блока на Армянской АЭС, участие Минатома в строительстве атомных электростанций в Индии и Китае.

В условиях неопределенности программы ввода новых мощностей в России приобретает значение задача продления сроков эксплуатации действующих блоков АЭС. Если ориентироваться на плановый вывод блоков из эксплуатации со сроком службы в 30 лет, то к 2010 году предстоит вывести 7 ГВт мощностей, а еще через 10 лет столько же. При этом потери мощностей будут происходить в наиболее чувствительных регионах.

Развитие атомной энергетике страны было обеспечено в прошлые годы планами производства урана и обогащенного уранового топлива. С этой целью были построены цехи и расширены производства тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) на Электростальском машиностроительном заводе и Заводе химконцентратов в Новосибирске. В качестве топлива для энергетических реакторов было предусмотрено использовать также энергетический плутоний. Для этого на Комбинате "Маяк" в Челябинске-40 строился "комплекс 300" для изготовления МОКС-топлива. Его производительность планировалась равной 30 тоннам топлива в год, что было достаточно для начала промышленного внедрения.

Начиная с 50-х годов сформировалась научная и опытно-промышленная база по развитию работ, связанных с вовлечением плутония в ядерную энергетике. На опытных установках ПО "Маяк" было изготовлено ядерное топливо для исследовательских реакторов БР-5, ИБР-2, ИБР-30, БОР-60. В опытном реакторе БОР-60 активная зона использует топливо с энергетическим плутонием.

Работ по использованию плутония в легководных реакторах в России не велось. Планировалось применить комбинированное топливо в

новых разработках в установках ВВЭР-640 и НП-500. Действующие установки “Пакет” и “Гранат” на Комбинате “Маяк” предназначались для работ с низкофоновым оружейным плутонием для изготовления твэлов для быстрых реакторов небольшим объемом около 1 тонны топлива в год.

За последнее десятилетие запланированные работы с использованием энергетического плутония и технологические идеи проектов уже частично устарели и подлежат модернизации, т. к. не соответствуют достижениям современных технологий и условиям безопасности.

Российские разработчики совместно с фирмами Германии и Франции планируют создать для производства МОКС топлива из оружейного урана современные установки.

Соединенные штаты Америки до 1977 года интенсивно разрабатывали идею использования плутония в топливном цикле. Этим занимались фирмы Westinghouse, Numec, NFS, Exxon, GE и другие, которые построили исследовательские установки и провели исследования. В 1977 году Президент Картер под предлогом приверженности политике нераспространения принудил прекратить эти работы. Таким образом, отказ США от использования плутония в качестве топлива не связан с техническими или экономическими проблемами, а был продиктован политическими мотивами.

В России на ряде заводов освоено автоматизированное производство тепловыделяющих элементов (твэлов) с оболочками из циркониевых сплавов. До высокого качества доведена операция по сварке твэлов методом контактно-стыковой сварки. Разгерметизация твэлов не превышает величин 0,005–0,007% по реакторам типа ВВЭР-1000, что соответствует мировому уровню. Разработка новых реакторов повышенной безопасности требует оптимизации плотности таблеток, существенного уменьшения допусков на диаметр таблеток и диапазона допустимой плотности, стабилизации структуры таблеток, чтобы снизить возможность разгерметизации топлива во время эксплуатации, увеличить степень выгорания топлива.

Успешное решение задач повышения качества и надежности твэлов для всех типов реакторов во многом зависит от совершенства системы контроля.

Таким образом, для развития атомной энергетики накоплен большой потенциал и подготовлены необходимые фундаменты.

Повышение безопасности действующих атомных станций всех поколений в ближайшие годы проводится пока лишь путем реконструкции автоматизированных систем управления производственными процессами АСУТП АЭС, разработкой стратегии действий при запроектных авариях, усилению внимания к диагностике исправности оборудования, внедрения дополнительных систем безопасности. Крупных реконструкций, например, создания защитных оболочек на блоках, не имеющих таких

оболочек, не предполагается. Seriously не рассматривается возможность земляной защиты реакторов путем их заглубления, или обваловки. Недостаточно проводятся также научно-исследовательские работы в этом направлении.

Атомная энергетика как наука за 50 лет хорошо изучена. Но многие физические явления все еще остаются тайной, не являются познанными, часто трактуются ошибочно, что может привести к новым трагедиям, если не принимать меры предосторожности. Например, массовый выход из строя парогенераторов атомных станций с реакторами типа ВВЭР-1000 на долгое время поставил отрасль в напряженное состояние.

Производственный потенциал предприятий Минатома позволяет развиваться, оказывать услуги странам ближнего и дальнего зарубежья по развитию атомной энергетике вплоть до предоставления этих услуг в кредит с целью сохранения существующих мощностей предприятий.

Термоядерная энергетика

Научным руководителем программы России по термоядерной энергетике был Игорь Васильевич Курчатов, а в последние годы является Борис Борисович Кадомцев, академик РАН, директор Института ядерного синтеза РНЦ "Курчатовский институт".

Рост населения на планете и развитие экономики ведут к увеличению спроса на энергию. При сохранении нынешних темпов энергопотребления положение с энергоресурсами в следующем столетии станет критическим.

В настоящее время атомная энергетика является единственным претендентом на замещение заметной доли ископаемого топлива.

В то же время важное значение приобретают исследования по овладению новыми источниками энергии, сосредоточенными в ядрах легких элементов.

Управляемый термоядерный синтез обеспечивает значительно большую безопасность по сравнению с современными ядерными реакторами, что связано с малым количеством топлива в термоядерном реакторе и присущую ему внутреннюю безопасность, меньшую остаточную радиоактивность.

Решение проблемы регулируемого термоядерного синтеза является одной из крупнейших задач современной ядерной физики.

Управляемый термоядерный синтез имеет возможность быть полностью безнейтронным, в связи с чем в конструктивных элементах термоядерного реактора и в биологической защите не возникает радиоактивных изотопов.

Затраты на научно-исследовательские работы и разработку оборудования по термоядерному синтезу будут частично или полностью окупаться развитием сопутствующих технологий.

Для осуществления термоядерных реакций необходимы температуры в несколько миллионов градусов Цельсия или соответствующие скорости дейтонов или атомов трития. Одним из вероятных способов решения проблемы термоядерного синтеза является способ столкновения на встречных пучках двух совмещенных ускорителей, а также лазерный поджиг реакции синтеза.

В России в различных научно-исследовательских институтах разрабатывалось несколько направлений создания установок для термоядерного синтеза. Одно из направлений, принятое в мире, является направление по созданию “Токомаков” — тороидов с магнитным полем, предложенное академиком Андреем Дмитриевичем Сахаровым в 1950 году и опубликованное в 1958 году. Эти идеи базируются на разработках термоядерного оружия.

В 1957 г. в Институте атомной энергии была введена экспериментальная установка — ионный магнетрон, а через год — установка “Огра-1”, представлявшая собой открытую магнитную ловушку. Позднее были введены установки ПР-5 и “Огра-2”. В 1963 году была введена установка ПР-6.

Для осуществления самоподдерживающейся цепной реакции синтеза трития необходимо получить плазму плотностью 10 в 15 степени частиц на кубический сантиметр с температурой более 100 миллионов градусов Цельсия и удержать ее около 1 секунды. Для удержания горячей плазмы в вакуумной камере используется сильное магнитное поле. На установке “Токамак-10”, запущенной в 1975 году, была получена температура плазмы 10 миллионов градусов с плотностью плазмы 6 на 10 в 13 степени частиц в кубическом сантиметре и временем удержания несколько миллисекунд. Установки типа “Токамак” разрабатывались под руководством академика Л. А. Арцимовича. Таким образом, для достижения расчетных значений физических характеристик плазмы требуется уже немного. В дальнейшем была создана установка “Токамак-7” с использованием сверхпроводящей обмотки из ниобий-титанового сплава с жидким гелием в качестве охладителя. Затем в России было завершено строительство установки “Токамак-15” с целью получить плазму с термоядерными параметрами. Для создания магнитной системы установки “Токамак-15” Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (НИИЭФА) в Санкт-Петербурге разработал сверхпроводящий провод из сплава ниобий-олово диаметром 1,5 мм, освоил его промышленное производство. В результате была выпущена партия этого провода в количестве около 17 тонн. Качественные характеристики этого провода соответствуют мировому уровню, провод получил международную ат-

тестацию, отвечающую требованиям международного проекта термоядерного реактора.

Кроме России термоядерные установки создаются в США, Японии, Англии, а также в Европейском исследовательском центре (ЦЕРН). В Японии на установке "JT-60 upgrade" получена плазма с температурой 400 миллионов градусов Цельсия в течение одной секунды. При этом термоядерная энергия распределялась в соотношении — 20% на альфа-частицы и 80% на нейтроны. Таким образом, "Токамаки" прошли рубеж между экспериментальной и промышленной стадиями. Последние годы США сократили свои затраты на развитие термоядерной программы, рассчитывая, видимо, на другие страны.

Инженерные проработки термоядерного реактора выявили целый ряд технических проблем. Термоядерный реактор по ряду параметров — электрофизическим, тепловым, механическим, радиационным — будет работать на пределах технических возможностей, что требует времени для решения возникающих проблем.

В скорейшем завершении работ по принципиальному решению проблемы термоядерного синтеза для целей энергетики заинтересованы многие страны мира. Однако с каждым годом оборудование усложняется, стоимость исследовательских работ по этой проблеме возрастает и становится непосильной для отдельных государств. В результате этих трудностей возникло международное сообщество разделения труда и затрат на проведение работ по проблеме термоядерного синтеза.

Разработка международного проекта исследовательского термоядерного экспериментального реактора ИТЭР была закончена в 1990 году. В настоящее время идет разработка инженерного проекта в США, Германии, Японии и России. Проект ИТЭР потребует разработки значительного количества новых технологий. Одной из ключевых проблем является подбор и испытание материалов для термоядерного реактора.

Стоимость ИТЭР оценивается в 8 миллиардов долларов, однако ни одна из стран, участниц совместного проекта, не дала официального согласия на строительство на своей территории первого международного экспериментального реактора.

Кроме метода магнитной ловушки для создания условий термоядерного синтеза (высокие температуры и сверхвысокие давления) перспективны реакции термоядерного синтеза в плазме, нагретой лазерным лучом. Созданная в Троицком институте инновационных исследований под Москвой в конце 80-х годов установка "Ангара" включает в себя достижения в области лазерной техники и технологии, криогенной техники, сверхпроводимости, сверхмощных магнитных полей и термоядерного синтеза.

В Новосибирске продолжаются работы на установке "Зеркальная ловушка", в Санкт-Петербурге строится сферический токамак под названием "Глобус". В Харьковском физико-техническом институте многие годы серъ-

езно занимались проблемами термоядерного синтеза и было построено несколько оригинальных установок.

Современное состояние науки и техники в области термоядерного синтеза в России имеет высочайший уровень. Эти исследования дают толчок к развитию новых направлений ядерной физики и техники.

Первый построенный экспериментальный термоядерный реактор должен отработать 10–15 лет прежде, чем будет начато строительство термоядерных электрических станций промышленного назначения.

Атомный подводный и надводный флот

Научным руководителем создания первых атомных подводных лодок в России был академик Анатолий Петрович Александров, научным руководителем создания водо-водяных реакторов для АПЛ был академик Николай Антонович Доллежал, научным руководителем создания реакторов с жидкометаллическим теплоносителем был Александр Ильич Лейпунский, после него М. Ф. Троянов, разработками реакторов на легкой воде для АПЛ занималось ОКБ “Гидропресс” научными руководителями разработок реакторов для атомных подводных лодок и надводных кораблей были руководители Нижегородского ОКБМ И. И. Африкантов и Ф. М. Митенков. Научным руководителем создания аппаратуры для поиска атомных подводных лодок по их радиоактивному следу был академик А. П. Виноградов. Со стороны Министерства обороны в разработках атомных подводных лодок принимали участие ЦНИИ МО, а также ЦНИИ им. Крылова, ЦКБ “Айсберг” и другие организации. Со стороны Минсудпрома Главным конструктором корпусов первых АПЛ был Владимир Николаевич Перегудов.

При создании атомных подводных лодок секретность была настолько плотной, что о содержании эскизного проекта первой АПЛ не знали даже высшие руководители Военно-морского флота.

Атомная энергия произвела в подводном флоте настоящую революцию. До этого подводные лодки в погруженном состоянии могли передвигаться лишь за счет аккумуляторов или дизелей, работающих от сжатого воздуха. Далеко такие лодки уйти не могли. Если представить просторы мирового океана, наполненного охотниками за подводными лодками, нетрудно представить, что подводные лодки большую часть времени должны были или передвигаться по поверхности воды, или неподвижно лежать на грунте, ожидая свою жертву.

Атомный привод подводных лодок позволил им месяцами находиться в подводном состоянии, поднимаясь только для сеанса связи, обгонять любые надводные корабли, перемещаться в любом направлении, что сделало атомные подводные лодки (АПЛ) главным средством поражения противника. В первой половине 1966 года группа российских АПЛ совершила кругосветный поход.

С 1957 г. по 1995 год Россия создала 245 АПЛ, (в США создано 281 АПЛ). Бессмысленность создания такого огромного арсенала атомных подводных лодок с обеих сторон для военных целей очевидна.

Первая российская АПЛ с одним атомным реактором на легкой воде в качестве теплоносителя была построена в городе Северодвинске и спущена на воду в августе 1956 года под названием "Ленинский Комсомол". Эта лодка на испытаниях достигла скорости 49,4 узла в час в подводном положении, установив мировой рекорд скорости. Большинство российских АПЛ имело два независимых реактора, в то время как американские АПЛ строились преимущественно по однореакторной схеме.

Российская АПЛ с 2-мя реакторами на жидкометаллическом теплоносителе была сдана в эксплуатацию в 1963 году. Свинцово-висмутовое охлаждение реакторов этой АПЛ обеспечивало создание малогабаритных реакторов. Через 5 лет с этой лодкой произошла авария с перегревом активной зоны реактора. Еще 7 АПЛ этого типа были построены в 1977—1983 гг. Эти АПЛ оказались сложными в управлении и все они постепенно были выведены из эксплуатации.

Для проведения исследований и испытаний реакторов АПЛ, для подготовки кадров Военно-морского флота были построены два действующих лодочных стенда в г. Обнинске в 1956 году. Стенды с действующими реакторами атомных подводных лодок были построены также в городе Сосновый Бор и в поселке Палдиски в Эстонии.

На базе испытательного стенда в г. Сосновый Бор (вначале филиал Института им. И. В. Курчатова) образовался Научно-исследовательский технологический центр (институт), способный проводить комплексные испытания ядерных энергетических установок для атомного подводного флота, ледоколов, надводных кораблей. Для этих целей были созданы наземные стенды — прототипы с водяным и жидкометаллическим теплоносителями с мощной расчетно-экспериментальной базой.

Атомные подводные лодки строились в нашей стране в г. Североморск, в г. Комсомольск-на-Амуре и достраивались на заводе вблизи Владивостока (Большой Камень), на заводе "Красное Сормово" в Нижнем Новгороде, в Ленинградском Адмиралтейском Объединении, на Балтийском заводе (Санкт-Петербург). За период 1956—1995 гг. было создано 5 поколений АПЛ, 6 портов базирования атомных подводных лодок, 7 судоремонтных заводов. Северный флот стал самым сильным флотом России, в его составе было около двух третей всех АПЛ страны. Для создания АПЛ третьего поколения были организованы специальные конструкторские бюро, новые испытательные стенды.

Для Тихоокеанского флота был построен ряд предприятий — судоремонтный завод в бухте Чажма, заводы в Петропавловске-на-Камчатке, в бухте Крашенинникова, в поселке Рыбачий, где были построены две базы АПЛ с судоремонтными предприятиями.

И американцы, и русские вместе со строительством АПЛ занимались созданием средств слежения и контроля за перемещениями АПЛ. Это была огромная самостоятельная работа. Сотни военных и замаскированных гражданских судов, самолеты и вертолеты, многие десятки специальных спутников и размещенная в морях и океанах аппаратура выдавали периодически информацию о нахождении АПЛ и путях их движения. Эксплуатационный ресурс АПЛ оказался сравнительно небольшим. От воздействия морской воды оборудование лодок через 3–5 тыс. часов эксплуатации требовало капитального ремонта.

К концу 1995 года полностью выведены из боевого дежурства АПЛ первого поколения и более 70% АПЛ второго поколения (всего около 140 единиц).

Правительство утвердило “Федеральную программу утилизации кораблей и судов с ядерными энергетическими установками”, чем подтверждается ответственность государства за ее исполнение. Научный и производственный потенциал России дает возможность эффективного выполнения этой программы. Разработана документация, имеется проект оборудования мест утилизации и хранения, обеспечены условия экологической безопасности.

После вывода из боевого состава любая атомная подводная лодка остается потенциально опасным объектом в ядерном, радиационном и экологическом отношении. Разгрузка ядерного топлива является условием ядерной безопасности. Разгружено же пока не более 40% лодок. Часть подводных лодок имеет поврежденные активные зоны реакторов, что требует нестандартных условий перегрузки и хранения выгруженного топлива, использования специалистов промышленных предприятий.

Массовый вывод из эксплуатации АПЛ создал напряженную обстановку с хранением отработанного ядерного топлива, которого накопилось около 1,5 тыс. тонн (200 активных зон). Отработанное ядерное топливо атомных подводных лодок и атомных ледоколов перевозится на переработку на комбинат “Маяк” в Челябинск-40, где из него изготавливается низкообогащенное топливо для энергетических атомных станций с реакторами типа РБМК. Максимальная производительность перевозок при современном состоянии парка грузовых вагонов составляет 20 активных зон в год. Это состояние грозит авариями с ядерным топливом на флоте при его временном хранении.

В процессе утилизации атомных подводных лодок высвобождаются невыработавшие свой срок дорогостоящие конструкции и оборудование, такие как турбины, генераторы, насосы, арматура и другое ценное имущество, которое при рачительном отношении могло бы послужить в гражданских отраслях индустрии.

Бывшие разработчики проектов атомных подводных лодок (Нижегородское ОКБМ, ВНИКИ энерготехники г. Москва) в последние годы нашли себе конверсионное направление деятельности по разработке проек-

тов утилизации атомных подводных лодок, созданию плавучих атомных электростанций мощностью от 1 до 70 МВт, предназначенных для районов Крайнего Севера России, для зарубежных потребителей.

В России построены несколько крупных надводных кораблей с атомными силовыми установками типа КН-3. В апреле 1980 года был введен в строй атомный крейсер “Киров”, в том же году был введен крейсер “Адмирал Ушаков”, в 1984 г.— крейсер “Адмирал Нахимов”, построены авианосец “Москва”, крейсер “Петр Великий”. Эти корабли составляют основу современного надводного флота России. Скорость крейсеров 32 узла, водоизмещение 28 тыс. тонн, осадка 9 метров. Крейсера оснащены двумя ядерными реакторами мощностью 300 Мвт, имеют неограниченный район плавания, имеют новейшие системы оружия, ракетные установки, крылатые ракеты с дальностью действия 450 км.

Атомные ледоколы строились в России с целью увеличения периода активного судоходства вдоль Северного Арктического побережья. Проектирование первого атомного ледокола началось в 1953 году одновременно с началом проектирования атомных подводных лодок.

В августе 1956 года был заложен атомный ледокол “Ленин” водоизмещением 16 тыс. тонн. Он имел три реактора мощностью 90 мегаватт проекта ОК-150. Весной 1960 года ледокол “Ленин” начал первую навигацию по Северному морскому пути. При экономичном режиме работы реакторов он мог бы пройти без перегрузки топлива вокруг Земли 10 раз. Скорость хода атомного ледокола “Ленин” была в 2 раза выше скорости лучших надводных кораблей. Ресурс основного оборудования был определен в 100 тыс. часов. После исчерпания ресурса работы оборудования ледокол “Ленин” был выведен из эксплуатации в 1989 году.

В июле 1971 года началось строительство ледокола “Арктика” проекта 1052. Мощность его ядерной установки типа ОК-900А на основе реакторов для подводных составляла 75 тыс. л. с., водоизмещение 23460 тонн. В декабре 1972 г он был спущен на воду, а в конце 1975 г прошел предварительные испытания в Карском море. 17 августа 1977 года ледокол “Арктика” впервые достиг Северного полюса. Шесть линейных ледоколов впоследствии неоднократно бывали на Северном полюсе. С вводом в эксплуатацию атомных ледоколов продолжительность навигационного периода в Арктике возросла вдвое, а в 1978 году транспортные операции на трассе Северного морского пути осуществлялись круглогодично. Ледокол “Сибирь” был третьим атомным ледоколом России. После исчерпания ресурса работы оборудования он также выведен из эксплуатации и разгружен от ядерного топлива.

В ноябре 1983 года со стапелей Балтийского завода спущен на воду четвертый атомоход “Россия” проекта 10521, оснащенный реакторными установками типа ОК-900А. В 1988 году был спущен на воду атомный лихтеровоз “Севморпуть”, водоизмещением 62 тыс. тонн. Это было самое крупное в мире транспортное судно ледокольного класса. Судно оборудовано

реактором типа КЛТ-40 мощностью 35 МВт с защитной оболочкой реактора для обеспечения безопасности. Ядерные реакторы типа КЛТ-40 были спроектированы с учетом требований международного Кодекса безопасности ядерных торговых судов. 31 декабря 1988 года “Севморпуть” был сдан в эксплуатацию.

Вслед за атомным ледоколом “Россия” были построены пятый ледокол “Советский Союз” (сдан в эксплуатацию в 1989 году) и шестой ледокол — “Ямал” (сдан в эксплуатацию в 1992 году) мощностью силовых реакторных установок 75 тыс. л. с. каждый, затем были построены ледоколы другого типа “Таймыр” и “Вайгач” с однореакторными силовыми установками типа КЛТ-40М мощностью по 50 тыс. л. с. с малой осадкой для пропуска судов в устья рек. Одной загрузки ледокола ядерным топливом было достаточно для проведения 3-х навигаций.

Мощный атомный ледокольный флот создавался в расчете на совместное использование с мощным гражданским флотом большой грузоподъемности и автономности, что оказалось выполненным лишь частично.

Для обслуживания ледокольного флота созданы две плавучие базы для проведения перезарядки реакторов, хранения отработанного и свежего ядерного топлива, а также несколько плавучих судов сбора жидких и твердых радиоактивных отходов. Эти суда могли обслуживать при необходимости и атомные подводные лодки Северного флота, включая работы в открытом море.

Атомный флот для гражданского назначения получил развитие только в нашей стране, хотя его проектирование осуществлялось в США, Франции, Англии, Японии, Канаде, Италии, Нидерландах, Финляндии, Китае. В 1962 году в США было введено в эксплуатацию судно “Саванна”, превращенное в 1970 году в музей, в 1968 году в Германии было введено судно “Отто Ган”. Эксплуатация его прекращена в 1977 году. В 1974 году Япония ввела в эксплуатацию судно “Муцу”. С 1991 года судно снято с эксплуатации.

Развитию гражданского атомного судостроения препятствует ряд организационных и экономических причин, прежде всего, необходимость лицензирования каждого захода судна в иностранные порты, сложности страховки, дополнительные условия безопасности. Атомные ледоколы практически не нуждаются ни в российских, ни в иностранных портах, обладают преимуществом перед транспортными судами с ядерными установками.

Атомная техника и технология в космосе

Руководителем работ по созданию ядерных энергетических установок для космических целей был академик Михаил Дмитриевич Миллионщиков. В последние годы это направление вел академик Николай Николаевич Пономарев-Степной.

Работы по созданию энергетических ядерных установок (ЭЯУ) для использования в космических летательных аппаратах были начаты в конце 50-х годов на начальном этапе освоения космического пространства почти одновременно в США и в России.

ЯЭУ для космоса создавались при научно-техническом руководстве со стороны Физико-энергетического института (г. Обнинск), Сухумского физико-технического института, Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Научно-исследовательскими работами и разработками конструкций космических ядерных установок и элементов активных зон в России занимались НПО “Красная Звезда” (Москва) и Подольский научно-исследовательский технологический институт (ПОНИТИ).

С 1960 по 1990 годы в нашей стране работам по созданию ядерных установок космического назначения придавалось большое внимание.

На первом этапе была использована схема ядерной энергетической установки (ЯЭУ) с термоэлектрическими преобразователями. Всего в космическое пространство было запущено 31 установка типа “Бук”, работавших на этом принципе. Их последующее развитие привело к разработке ЯЭУ типа “Топаз” первого поколения установок с жидкометаллическим теплоносителем. Это были реакторы на быстрых нейтронах начальной мощностью 3 кВт. Эти установки прошли летные испытания.

Объем активной зоны ЯЭУ “Топаз” 22 литра с загрузкой 12 кг урана-235, полезная электрическая мощность составляет 6 кВт при напряжении 32 вольта, длина установки 4,7 м, диаметр 1,3 м, масса 1200 кг, максимальная температура теплоносителя (сплава натрия-калия) — 600 градусов Цельсия.

Активная зона состояла из 37 тепловыделяющих элементов, размером 140 мм. Каждый ТВЭЛ состоял из трех уран-молибденовых блоков, длиной по 55 мм. Для активной зоны использовался оружейный уран 90 процентного обогащения с бериллиевым отражателем толщиной 100 мм.

Запуск ядерных установок в космос осуществлялся с космодрома Байконур. Сборка конструкции производилась вблизи космодрома на специальном стенде в Казахстане.

Термоэмиссионные ЯЭУ второго поколения типа “Топаз-2” (Енисей) имеют такие же конструктивные размеры, но обладают в длительном режиме полезной электрической мощностью от 10 до 40 кВт, а в форсированном режиме — до 100 кВт. Эти установки прошли лишь наземные испытания.

Космическая ядерная энергетика сформировалась в России как самостоятельная отрасль атомной энергетики. Перспективы использования термоэмиссионных ядерных энергетических установок на космических аппаратах обусловлены их высокой конкурентоспособностью по сравнению с другими бортовыми источниками энергоснабжения в определенном диапазоне выходной электрической мощности для глобальной спутниковой свя-

зи, экологического мониторинга, космического производства материалов в условиях невесомости, межорбитальных транспортировок грузов, полетов к кометам и астероидам.

В 1967 году был создан Межведомственный центр радиационных испытаний бортовой аппаратуры ракет и космических объектов в Лаборатории испытательных приборов Минатома (пос. Лыткарино).

Длительные сроки создания космических ЯЭУ требуют их опережающего развития по сравнению с другими компонентами космической техники. Эти работы вышли за рамки национальных интересов и требуют международного сотрудничества и кооперации.

Ни одна другая армия мира, кроме российской армии, не имела на вооружении в космосе установок с ядерными реакторами типа "Бук", благодаря которым все стратегические объекты на море находились под наблюдением. Реактор "Бук" давал достаточно энергии для работы мощного радиолокатора. Единственная американская аналогичная установка SNAP 10 A была запущена в космос в 1965 году и проработала на орбите около 40 суток, после чего США отказались от использования мощных ядерных энергоустановок и пошли по пути создания изотопных энергоустановок, которые более опасны в экологическом отношении и в 10 раз ниже по мощности.

Распыление обогащенного урана-235 в установке типа "Бук" и в случае аварии, и в плановом порядке решало проблемы ликвидации спутников при снижении орбиты и не представляло серьезной опасности в экологическом отношении. Схемой работы предусматривался перевод реакторной установки на более высокую орбиту движения в случае аварии и отказа самого спутника.

Кроме установок "Бук" для космических аппаратов были выпущены 20 шт. установок "Бета-2", 40 шт. установок "Бета-3", 240 шт. устройств "Дельфин", 95 шт. установок "Орион-1". Эти устройства работали на основе использования энергии распада изотопов стронция-90, цезия-137, полония-210.

Достижения в области создания космических ядерных аппаратов России являются конкурентоспособными, соответствуют ядерному и космическому потенциалу страны. Создан задел энергетических устройств для космических потребителей мощностью от 50 до 250 кВт.

Радиоактивные изотопы используются в космической технике и технологии достаточно широко, например, при обеспечении автоматической стыковки летательных аппаратов, при включении двигателей торможения при приземлении и в некоторых других случаях.

Создание ядерного ракетного двигателя (ЯРД) началось в России в 1962 году. Главным конструктором ЯРД был определен НИКИЭТ (академик Н. А. Доллежал), научным руководителем Институт атомной энергии (Академик Н. Н. Пономарев-Степной) и конструктором-технологом активной зоны Подольский научно-исследовательский технологический ин-

ститут (ПОНИТИ). ЯРД создавался в двух вариантах — наземном и космическом. Научным руководителем наземного варианта был определен Физико-энергетический институт (г. Обнинск). К разработкам был привлечен и НИИ неорганических материалов (ВНИИНМ).

В 1964 году началось строительство экспериментальной базы на Семипалатинском полигоне для испытаний элементов активной зоны реакторов и двигателей ЯРД. Проектирование и изготовление активных зон ЯРД велось в ПОНИТИ. Двигатель для космических летательных аппаратов создавался из керамических материалов, работающих при температурах выше 3200 градусов Кельвина.

В короткие сроки комплекс российских организаций создал совершенно новое направление научной деятельности — высокотемпературное материаловедение. Были созданы цеха по производству высокотемпературной изоляции, тепловыделяющих элементов, тепловыделяющих сборок для ЯРД. В процессе разработок была создана серия датчиков в широком диапазоне температур, которые стали использоваться в том числе и на промышленных атомных станциях.

На объекте в Семипалатинске был построен ряд сооружений, включая мощную водородную станцию, несколько реакторов, подземные емкости для газообразного водорода. Численность персонала Комплексной экспедиции, работавшей в Семипалатинске, достигала 1000 человек.

В результате был создан ЯРД с длительностью работы свыше 900 секунд при температуре рабочего газа-водорода 3100 градусов Кельвина и ресурсом работы тепловыделяющих сборок более 4 тыс. секунд.

Аналогичные работы проводились и проводятся в США. Ими был создан ЯРД “Нерва” с техническими характеристиками несколько хуже российских.

Актуальность работ по освоению космического пространства не только не исчерпана, но и значительно возросла после сближения России и США по совместным работам в космосе.

Изотопы и ядерные технологии в народном хозяйстве

В мире используется около 160 различных изотопов из 1700 изотопов, открытых учеными за прошедшие 50 лет.

Одновременно с работами по использованию атомной энергии в военных целях исследователям США уже в 1943 году стало ясно, что некоторые изотопы при использовании их в реакторах на быстрых нейтронах становятся неисчерпаемым источником тепловой энергии.

Начало применению радиоактивных и стабильных изотопов в мирных целях было положено в России в 1945 году.

Американцы предполагали уже в апреле 1946 г. начать строительство атомной электростанции с газовым теплоносителем в Ок-Ридже и ввести

ее в эксплуатацию в 1948 году. Об этом заявил генерал Гровс — руководитель атомного проекта США.

Первая идея создания локомотивов с приводом от атомного реактора для железных дорог также принадлежит американцам и датируется 1946 годом. В 1947 году были высказаны идеи о применении реакторов на самолетах, подводных лодках, авианосцах и даже танках. Абсурдность многих идей сегодня очевидна, но тогда к ним относились серьезно.

Из архивных документов Первого главного управления видно, что уже в 1945 году вопросы разнообразного применения атомной энергии в мирных целях интересовали и российских ученых.

Работы по использованию атомной энергии в мирных целях в промышленном производстве после 1945 года из года в год расширялись. Инициатором и руководителем этого направления в России был президент Академии Наук Сергей Иванович Вавилов. Особое место по использованию атомной энергии в мирных целях занимала проблема создания энергетических реакторов. В 1947 году в печати появились сообщения о начале работ по созданию атомной станции в США и это обстоятельство подтолкнуло развитие аналогичных работ в России. Первая в мире атомная электростанция мощностью 5 тыс. кВт была пущена в 1954 году в России в г. Обнинске, а не в США. Многие материалы и оборудование для этой стройки, например турбина, выделялись по личному указанию И. В. Сталина.

После успешного испытания атомной бомбы авторитет И. В. Курчатова возрос. Он становится председателем Научно-технического совета ПГУ. С этого времени И. В. Курчатов стал более активно проводить политику мирного использования атомной энергии. До этого он был членом Технического совета Спецкомитета, входил в состав Научно-технического совета, был директором Лаборатории № 2 и научным руководителем проекта создания ядерного оружия, но не председателем НТС. Многие документы свидетельствуют о том, что И. В. Курчатов поддерживал развитие физики, мирного использования атомной энергии, новых направлений работ по энергетическим реакторам. Спецкомитет, возглавлявшийся Л. П. Берия, руководил работами по созданию ядерного оружия, научными исследованиями в области геологической разведки урана, созданием сырьевой базы по добыче урана, организацией промышленности по переработке урана, производству специального оборудования и материалов, связанных с использованием атомной энергии в военных целях, строительству атомных энергетических установок для производства плутония. Мирное использование атомной энергии было для Спецкомитета второстепенным делом.

Однако отдельные направления физических исследований, влияли на успешное продвижение работ по созданию ядерного оружия. Уже 24 августа 1945 года Технический совет Спецкомитета поручил Физическому институту АН построить модель ускорителя нового типа для получения

электронов высоких энергий, изучить вопросы теплопередачи в атомных котлах с целью снятия максимального количества тепла. 26 октября 1945 года Технический совет ПГУ рассматривал предложения академика П. Л. Капицы “О применении внутриатомной энергии в мирных целях”. В своем докладе П. Л. Капица сказал, что “атомная энергия для бомб будет также мало применяться, как электричество для казней на электрическом стуле”.

Главным направлением мирного использования атомной энергии представлялось тогда создание энергетических атомных реакторов и атомных электростанций. Однако развитие промышленной базы по получению плутония давало возможность получения значительного количества изотопов. Первое применение изотопов в России в народном хозяйстве относится к 1948 году в качестве радиоактивных индикаторов. Радиоактивный кобальт стал применяться для просвечивания сварных швов трубопроводов. Широкое использование изотопов в промышленных масштабах началось с 1950 года.

Большое значение придавалось работам по изучению воздействия радиации на окружающую среду. При Президиуме АН в 1947 году был создан Ученый совет во главе с президентом АН С. И. Вавиловым, на который были возложены задачи руководства научно-исследовательскими работами в области изучения атомного ядра и использования ядерной энергии в технике, химии, медицине, биологии. Впоследствии были организованы отраслевые научно-исследовательские лаборатории, например, в ЦНИИЧЕРМЕТе под руководством проф. П. Л. Грузина, в Минцветмете, в Сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, где проводились исследования с применением меченых атомов и другие работы. Радиоизотопные методы исследований начали внедрять на предприятиях в отраслевых министерствах.

С июля 1950 года работами по использованию атомной энергии в мирных целях в ПГУ руководил Борис Сергеевич Поздняков — ученый секретарь Совета. После 1960 года началось массовое внедрение в народное хозяйство изотопов, радиационных технологий, радиоизотопных приборов и установок, медицинской техники.

В Минатоме было создано 17 Главное управление для организации производства приборов, радиационной техники и изотопов и внедрения их в промышленность. В его состав входили Всесоюзное объединение “Изотоп” с филиалами в Ленинграде, Киеве, Свердловске, Ташкенте, Хабаровске, приборные заводы, научно-исследовательские институты, внедренческие организации. Специалисты ВО “Изотоп” и других организаций занимались изучением потребности в изотопах и приборах в народном хозяйстве, продавали предприятиям радиационную и дозиметрическую технику, развивали научные исследования по использованию атомной энергии для мирных целей. Атомная энергия внедрялась в народное хозяйство страны 17 Главным управлением Минатома и его

руководителем Александром Сергеевичем Штанем масштабно и с государственным размахом. Эта работа активно поддерживалась председателем Государственного комитета по использованию атомной энергии Андраником Мелкуновичем Петросьянцем. Ими систематически обобщались результаты деятельности Комитета, корректировалась научная и техническая политика.

По типовым проектам были построены производственные предприятия с радиохимическими лабораториями в городах Владивостоке, Хабаровске, Свердловске, Ленинграде, Днепропетровске, Волгограде для работы с радиоактивными веществами, научно-техническому обследованию предприятий на возможность и необходимость использования радиоизотопной техники, а также для разработки проектов привязки радиоизотопных приборов и установок. Разработками радиоизотопных приборов занимались СКБ "Цветметавтоматика", Таллиннский завод КИП, Рижский научно-исследовательский институт радиоизотопного приборостроения, НИИ "Теплоприбор", Киевский институт автоматики, Московский завод измерительной аппаратуры, Институт горного дела им. Скочинского, СКБ Института органической химии и другие предприятия и организации, почувствовавшие возможности решения своих производственных и технологических проблем с помощью радиоизотопных приборов. Этими работами занимались как специализированные, так и отраслевые предприятия, вследствие чего отсутствовала единая техническая политика в создании стройной, научно-обоснованной, унифицированной системы радиоизотопных приборов по номенклатуре и техническим характеристикам. Разрабатываемые приборы решали частные задачи, не обеспечивая перекрытия всего диапазона технических параметров технологических процессов по требованию производства.

Решением Совета Министров страны в 1960 году в Москве был создан отраслевой Всесоюзный научно-исследовательский институт радиационной техники, который начал работы по широкому внедрению в народное хозяйство радиоизотопных приборов, установок и методов. В последующие два десятилетия тысячи и десятки тысяч приборов пожарной сигнализации, контроля уровня, плотности, влажности и т. п., основанные на применении изотопов, стали внедряться в различные отрасли промышленности и народное хозяйство страны. В короткий срок в 1968–1972 гг. были построены три крупных завода по производству переносной и стационарной дозиметрической аппаратуры и приборов: в г. Обнинске — завод "Сигнал", в г. Дубне — завод "Тензор", в г. Желтые Воды — завод "Электрон". В г. Пятигорске был расширен завод "Импульс", в Кирово-Чепецке завод "Кристалл". Был создан Рижский научно-исследовательский институт радиоизотопного приборостроения. Большое количество релейных изотопных приборов стал выпускать рижский завод КИП. Медицинские и промышленные установки для облучения пациентов и ма-

териалов выпускались заводами судостроительной промышленности, заводом “Балтиец” в г. Нарве и другими предприятиями страны. Был создан и развивался Специализированный трест по монтажу и наладке радиационной техники в Москве с монтажно-наладочными управлениями и участками во Владивостоке, Хабаровске, Красноярске, Омске, Свердловске, Волгограде, Ленинграде, Киеве, Одессе, Виннице, Днепропетровске, Горьком, Ташкенте, Фрунзе и других городах с численностью персонала около 3000 человек, из них около 50% инженерно-технических кадров. В 60–70-е годы народное хозяйство страны насыщалось десятками тысяч радиоизотопных приборов и установок. Благодаря централизации внедрения и контроля каждый прибор и радиоактивный источник находились на учете. Этот период можно назвать радиоизотопной революцией в промышленности России.

Примером массового внедрения изотопных приборов на одном предприятии является самая большая в мире доменная печь № 5 в Кривом Роге. В этой работе впервые в нашей стране принимали участие японские специалисты. На доменной печи было смонтировано более 100 радиоизотопных приборов для контроля уровня шихты в бункерах, для определения вида материала на транспортерной ленте, в автоматике загрузки печи.

В середине 70-х годов 17 ГУ Минатома было проведено несколько научно-исследовательских работ, которые показали, что с помощью радиоизотопных средств могут быть решены задачи удивительной сложности, например, определение уровня топлива в заправленной ракете на старте, определение вида материала на транспортерной ленте (по различию в плотности угля, железной руды и добавок). Были проведены завершающие научные работы, которые раскрывали весь диапазон возможностей радиоизотопной техники — совершенно новый вид приборов автоматизации. Именно в этот период раскрылся весь диапазон возможного использования достижений ядерной физики в народном хозяйстве страны. Тысячи изобретений стали результатом этой работы.

Радиоактивные изотопы стали широко применяться для автоматизации производственных процессов (например, для цеха АЦ-2 Первого Государственного подшипникового завода в Москве было использовано около 1000 бета-реле), изотопы использовались в аналитической химии, производстве строительных материалов, цемента, для повышения чувствительности химического анализа, контроля утечек нефтепродуктов, в диагностике и лечении ряда заболеваний в медицине. Внедрялись медицинские установки для облучения типа “Рокус”, “Луч”, “Агат”, рентгеновская аппаратура, гамма-дефектоскопы. Номенклатура выпускаемых изотопных приборов насчитывала несколько десятков наименований, а номенклатура разрабатываемых изотопных приборов и средств радиационной техники только ВНИИРТом насчитывала тысячи единиц.

Работы по внедрению радиационной техники проводились на тысячах предприятий. С 1962 по 1978 год в народное хозяйство различных отраслей страны было внедрено свыше 10 тыс. радиоизотопных приборов и установок. За один 1975 год было установлено и введено в работу 2330 приборов технологического контроля, средства индивидуальной защиты. На сотнях предприятий проводились работы с применением метода радиоактивных индикаторов по совершенствованию и управлению технологическими процессами. Для этой цели были созданы передвижные и стационарные радиохимические лаборатории. Стал подниматься общий уровень культуры работы с радиоактивными веществами в промышленности. Радиоактивные вещества воспринимались на производстве как новая техника и технология.

Работы по мирному использованию атомной энергии не избежали ошибок. Среди лиц, занимавшихся внедрением мирного атома, вследствие нарушений правил техники безопасности и охраны труда, появились облученные и переоблученные, пострадавшие и погибшие. Атом показал, что он коварен.

В дальнейшем Специализированный трест по монтажу и наладке радиационной техники был переподчинен нескольким организациям 12 Главного управления Минатома, что несомненно нанесло определенный ущерб народному хозяйству, подорвало веру в безопасность "мирного атома". Достижения Минатома не были окончательно обобщены. Работы по централизованному внедрению изотопной техники в отраслях народного хозяйства страны были свернуты. Была нарушена единая техническая политика, потерялась система контроля за радиоактивными источниками, возникла угроза бесконтрольного распространения радиоактивных веществ по стране, что нанесло в ряде случаев ущерб населению и престижу Минатома.

Бессистемное захоронение радиоактивных изотопов на предприятиях "Радон" привело к захоронению вместе с изотопами дорогостоящих конструкций и установок. Изотопы попадают на свалки, там сжигаются и вновь оседают в самых неожиданных местах в городах и поселках. Известен случай, когда дефектоскоп из хранилища "Радон" с радиоактивным источником подбросили с целью шантажа в Измайловский парк в Москве.

Работы по внедрению радиационной техники в Минатоме стали ограничиваться пределами отрасли, что резко понизило спрос на радиоизотопные приборы и установки.

Первый подземный ядерный взрыв в мирных целях был проведен на Семипалатинском полигоне 15 января 1965 года. В устье реки Чаган взрывом была создана плотина и образовалось искусственное озеро.

Проектными работами по подготовке и проведению атомных взрывов в мирных целях занимался институт Минатома Промниипроект (О. Л. Кедровский).

Ядерный взрыв мощностью 30 килотонн был проведен 30 сентября 1966 года в Узбекистане на Урта-Булакском месторождении газа. Около 3-х лет мощный факел газа с расходом 12 миллионов кубометров в сутки безуспешно пытались погасить. Ущерб от аварии составлял сумму 34 миллиона рублей.

В результате атомного взрыва пожар был прекращен на 22 секунде. Позднее подобные пожары были ликвидированы в Узбекистане на Памукском месторождении газа в 1968 году, в Туркмении на Майском газовом месторождении, на Украине на Крестищенском газовом месторождении в 1972 году, в Архангельской области на Кумжинском газовом месторождении в 1981 году.

Атомные взрывы в мирных целях в России проводились по утвержденной программе для решения различных хозяйственных задач:

- глубинное зондирование с целью разведки полезных ископаемых,
- интенсификация добычи нефти и газа,
- создание подземных резервуаров,
- перемещение грунта,
- гашение газовых фонтанов,
- разрушения монолитности пород,
- другие задачи.

В интересах промышленности и для мирных целей Россия произвела 124 подземных ядерных взрывов. Из этого количества 3 взрыва были неудачными и сопровождались небольшими выбросами радиоактивности в окружающую среду.

15 января 1965 года на Грачевском нефтяном месторождении в Башкирии был произведен взрыв с целью интенсифицировать поток нефти и газа на промысловых скважинах. Эксперимент удался, давление возросло в 10 раз и это послужило толчком к развертыванию обширной программы работ с использованием ядерных взрывов в мирных целях. Однако оптимистическое начало впоследствии не получило продолжения. Интенсификация работы скважин увеличивалась незначительно, но появилась загрязненная радиацией нефть.

По количеству и эффективности использования подземных атомных взрывов для мирных целей США заметно отстали от России.

Лазерные техника и технологии

Научное сопровождение развития лазерной техники и технологий в России осуществляет Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. Преимущественно наука о лазерах сосредоточена в научных организациях Академии наук, в частности в Физическом институте им. Лебедева. Прикладными направлениями использования лазерной энергии в России занят целый ряд институтов и организаций, в том числе и в Минатоме

России. Научное руководство прикладным направлением развития и использования лазерной техники осуществлял в России Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова и персонально, академик РАН Евгений Павлович Велихов.

Изобретение лазера стоит в одном ряду с наиболее выдающимися достижениями науки и техники XX века. Посредством этого устройства преобразуется тепловая, химическая, электрическая, атомная энергии в энергию электромагнитного поля — лазерный луч. Это открытие является естественным следствием изучения и познания атомного ядра и было сделано в Физическом институте Академии Наук России — в том же институте, ученые которого участвовали в 1948 году в создании теории термоядерного взрыва.

Первое сообщение о лазере относят к 1952 году, когда два российских физика — Александр Михайлович Прохоров и Николай Геннадиевич Басов — сообщили о возможности создания генератора в СВЧ диапазоне — молекулярного генератора.

Одновременно такую же идею высказал американский физик Таунс.

В основе этого устройства лежит принцип, сформулированный в 1951 году В. А. Фабрикантом.

Все трое Прохоров, Басов и Таунс в 1964 году были удостоены Нобелевской премии по физике.

Первый рукотворный лазер создан в 1960 году. Лазеры естественного происхождения впоследствии были обнаружены в космическом пространстве. В короткие сроки появились разнообразные виды лазеров для решения конкретных производственных задач. Тысячи публикаций и результатов исследований появились в эти годы. Мощные лазеры были созданы для военной техники и для мирных прикладных задач, в частности, для разделения изотопов урана. Особенность лазерной энергии в том, что она легко переносится на расстояние и имеет высокий уровень концентрации. Лазерный луч можно сфокусировать в пятно, не превышающее по своему размеру длину волны лазерного луча. Лазерные технологии позволяют осуществлять концентрацию энергии, превышающую мощность ядерного взрыва. Внедрение лазерных технологий изменяет весь облик современного производства. На очереди техника и технология передачи энергии с помощью лазера на большие расстояния и последующая трансформация ее в электрическую энергию.

Традиционное использование лазеров для технологических целей определилось давно — резка, сверление отверстий, изготовление печатных плат. Путем лазерного сверления возможно получение отверстий диаметром 25 микрон со скоростью 10 тысяч отверстий в минуту при толщине материала до 2-х миллиметров. Таким образом, с помощью лазеров могут изготавливаться прецизионные фильтры для диффузионных ядерных технологий, для фильтрации и очистки воды и т. п.

Более 20 лет лазеры широко используются в различных отраслях промышленности. Если в других областях техники применяются лазеры с ла-

зерной, ламповой, диодной, электронной накачкой, то для предприятий Минатома характерно применение лазеров с ядерной накачкой, когда в качестве энергии для лазерного излучения используется ядерная вспышка или поток рентгеновского излучения.

В мире существует большое количество предложений по использованию лазеров, но реализовано лишь около 15%. В Германии, США имеются программы по созданию мощных лазерных технологий с высоким качеством луча.

В последние годы использование волоконно-оптических кабелей для передачи лазерного излучения позволило размещать лазер в любом отдаленном месте.

В Минатоме специализируются на разработках лазерных технологий и на создании лазеров некоторые предприятия — Научно-исследовательский институт экспериментальной физики (НИИЭФ, г. Саров), Троицкий научно-исследовательский институт инновационных и лазерных исследований, Физико-энергетический институт (г. Обнинск), Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (Санкт-Петербург) и др.

В период начала эры “звездных войн” между США и Россией, объявленной США в 1982 году, приборы квантовой электроники стали быстро совершенствоваться. Научные работы по лазерной технике проводились в ФИАНе, прикладные работы были сосредоточены в г. Троицке под Москвой (тогда филиале Института атомной энергии им. Курчатова) во главе с Е. П. Велиховым и В. Д. Письменным, а также в Московском радиотехническом институте Минрадиопрома страны. Стали создаваться лазеры большой мощности.

В Физико-энергетическом институте в г. Обнинске разработчики специализировались на мощных лазерах с ядерной накачкой с возможностью размещения в космическом пространстве. Аналогичной работой занимались физики из Арзамаса-16.

В период разгара работ по тематике “Звездных войн” между Россией и США на Северо-Восточном побережье Крымского полуострова в 80-е годы был создан испытательный полигон для лазерной техники наземного и морского базирования с установками непрерывного действия на основе углекислотного лазера. Был построен мощный наземный лазер, спроектирован и создан специальный корабль с лазером морского базирования, водоизмещением 5 тыс. тонн с мощным лазером импульсного действия на углекислом газе, предназначенный для поражения воздушных и космических целей. Работы выполнялись ошеломляюще быстрыми темпами. Впервые на практике была доказана возможность создания нового вида оружия для будущих войн.

Аналогичные работы, но в больших масштабах, проводились в США. Сейчас известно, что специалисты Национальной лаборатории имени Лоуренса в США планируют провести эксперименты по иницированию

нию термоядерного синтеза с помощью самого мощного в мире лазера. В этой работе принимает участие 35 фирм США и 300 научных коллективов.

Объемы реализации лазеров для гражданских целей за рубежом исчисляются сотнями тысяч единиц в год. Лазерные технологии используются при изготовлении больших интегральных микросхем, для поверхностного упрочнения деталей, в химической промышленности и многих других областях.

Как в науке о лазерах, так и в лазерных технологиях намечается революционный скачок. Лазеры прошлого поколения с громадными разрядными камерами уступают место малогабаритным устройствам с высоким коэффициентом полезного действия, что обеспечивает им достойные и устойчивые позиции на рынке новейших технологий.

В последнее время положительно решается проблема разделения изотопов урана и других химических элементов с помощью лазерных технологий.

ГЛАВА 6

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ

Строительство атомных установок России за рубежом и оказание технической помощи в мирном использовании атомной энергии началось после принятия решения 4 декабря 1954 года IX сессией Генеральной Ассамблеи ООН.

Научно-техническое сотрудничество Минатома России с зарубежными странами развивалось по следующим направлениям:

- создание ядерных научно-исследовательских центров,
- строительство производственных предприятий,
- строительство атомных электростанций,
- обмен научным и техническим опытом,
- совместная работа в Объединенном институте ядерных исследований,
- подготовка инженерных и научных кадров.

В апреле — июне 1955 года нашей страной были заключены соглашения по мирному использованию атомной энергии с ГДР, ЧССР, СРР, НРБ, ВНР. Россия предложила этим странам три типа исследовательских атомных реакторов, подкритическую сборку для учебных целей, бетатрон на 25 МэВ, радиационно-облучательную установку с кобальтом-60, радиохимическую лабораторию для производства изотопов для медицины и промышленности. Были представлены типовые программы научно-технического сотрудничества.

В 1956 году в Дубне был открыт Объединенный институт ядерных исследований. В его состав вошли самые мощные в то время ускорите-

ли заряженных частиц для исследований атомного ядра-синхротрон с энергией ускоренных протонов 680 МэВ и синхрофазотрон на энергию 10 ГэВ.

В 1956 году начались и в 1960 году завершились работы по передаче Китайской Народной Республике документации и технологий на производство компонентов ядерного оружия, строительство исследовательских и промышленных атомных реакторов, ускорителей заряженных частиц, критических сборок, обогащение ядерного топлива для атомной энергетики и оружия. В 1958 году в Институте ядерной физики под Пекином был построен первый исследовательский атомный реактор. В 1960 году в Ланьчжоу построен комплекс обогатительных заводов по получению оружейного урана методом газовой диффузии, физический институт и циклотрон типа У-150 с энергией дейтронов 18 МэВ.

В Китае в 1958 году было построено уникальное производство по изотопному разделению лития с электролизерами, массообменными колонками, разделительными аппаратами.

В 1972 году в Богунцах в Чехословакии при участии российских специалистов была введена в эксплуатацию первая атомная электростанция мощностью 540 МВт на тяжелой воде и природном уране. В дальнейшем эта АЭС стала научно-исследовательским центром страны. Рядом с первой АЭС была построена АЭС с четырьмя водо-водяными реакторами типа ВВЭР-440. Пуск первого блока осуществлен в 1978 году, второго блока — в 1980 году, третьего блока — в 1983 году, четвертого — в 1984 году.

Еще одна АЭС с 4 блоками и реакторами типа ВВЭР-440 была построена в Дукованах.

Недалеко от Праги в 1959 году с участием российских специалистов был сооружен исследовательский реактор ВВР-С, тепловой мощностью 4 тыс. кВт.

Исследовательский реактор мощностью 2 тыс. кВт в 1961 г. был построен в Египте, Научно-исследовательские физические комплексы были спроектированы и сооружены в Алжире и Вьетнаме. Все исследовательские физические установки за рубежом проектировались Государственным Союзным проектным институтом (ГСПИ, Москва).

Создание за рубежом вредных и опасных для здоровья производств таких, как радиохимические лаборатории, атомные реакторы, ускорители предполагало защиту персонала, окружающей среды и объектов в соответствии с европейскими и международными нормативами. При проектировании таких установок закладывались самые высокоэффективные и автоматизированные процессы, передовая защитная техника.

Вместе с передачей современных технологий за рубеж, Россия получала и создавала с зарубежными партнерами новейшие технологии. Так, на заводе № 12 в Электростали совместно со специалистами из Восточной

Германии была сооружена автоматизированная линия производства тепловыделяющих элементов для легководных реакторов атомных станций ВВЭР-440. Эта работа осуществлялась под руководством директора завода Виталия Федоровича Коновалова.

В октябре 1966 года в Германии недалеко от города Райнсберг была сдана в эксплуатацию АЭС с реактором ВВЭР электрической мощностью 70 МВт. В июле 1974 года на АЭС “Норд” был введен энергоблок мощностью 440 МВт, в апреле 1975 г.— второй такой же по мощности блок, проекта В-230, в мае 1978 г.— третий блок и в ноябре 1979 г.— четвертый блок проекта В-213 этой АЭС. В 80-х годах было начато строительство новой АЭС “Стендаль” с реакторами типа ВВЭР-1000, но ни один из блоков введен не был.

В 1960 году в Центральном институте ядерных исследований в Дрездене был передан типовой циклотрон типа У-120.

В сентябре 1974 года был осуществлен пуск первого блока Болгарской АЭС “Козлодуй”, в 1975 году — второго, в 1978 году — третьего и в 1981 году — четвертого. Все 4 блока мощностью по 440 МВт по 2 реактора типа В-230 и В-213. В 1985 году был введен блок № 5 мощностью 1000 МВт, а в 1993 году — блок № 6 такой же мощности. Было начато строительство новой АЭС в Белене, расположенной ниже по течению Дуная, где были сооружены 2 блока на 30–40% и еще 2 блока были заложены.

При технической помощи России в Болгарии был создан Институт ядерной физики вблизи Софии с экспериментальным реактором типа ИРТ и радиохимической лабораторией.

В Венгрии в августе 1983 года был введен первый блок АЭС “Пакш” с реактором типа В-213 мощностью 410 МВт. После этого на этой АЭС были введены еще три энергоблока мощностью каждый по 415 МВт проекта В-213, соответственно, второй — ноябре 1984 г., третий — в декабре 1986 г. и четвертый — в декабре 1987 года.

С участием российских специалистов в Венгрии был создан Институт ядерных исследований и центр по подготовке персонала для атомной энергетики в Дебрецене.

В 1959 году в Румынии в Институте ядерной физики в Бухаресте был построен с участием российских специалистов типовой циклотрон типа У-120 и исследовательский атомный реактор типа ВВР-С, мощностью 2 МВт.

В 1975 году в Польше в Институте ядерных исследований был сдан в эксплуатацию исследовательский реактор “Мария”, мощностью 40 МВт, построенный с участием российских инженеров и ученых.

В 1963 начались работы по созданию исследовательских атомных центров с типовым набором установок и оборудования в Ираке, КНДР, Гане и Индонезии. В состав оборудования центров входили: атомный

реактор ИРТ-2000 (после модернизации ИРТ-8000), радиохимическая лаборатория на 10 горячих камер и 20 боксов, кобальтовая установка К-60000, бетатрон на 25 МэВ, оборудование физического института на 200 сотрудников. В 1965–1966 годах работы в Корее и Ираке были успешно завершены. В связи с политическими событиями в Гане и Индонезии строительство центров в этих странах не было закончено, а специалисты были отозваны.

В 1977 г. закончилось строительство финской АЭС “Ловиза” с двумя реакторами российского производства типа ВВЭР-440. Эта станция является одной из лучших станций в мире по надежности и экономичности.

Всего за рубежом построено 26 энергоблоков суммарной мощностью 12 миллионов кВт. Кроме того 21 энергоблок с участием России построены в странах СНГ, в том числе 16 блоков на Украине, 2 — в Литве, 1 — в Казахстане, 2 — в Армении.

В 1984 году в Ливии был сдан в эксплуатацию исследовательский атомный центр “Тажура” с исследовательским атомным реактором, критической сборкой, нейтронным генератором, термоядерной установкой типа “Токамак” и комплексом физических лабораторий.

С 1969 по 1970 год были заключены соглашения о научно-техническом сотрудничестве с Францией, Великобританией, Италией, Канадой, Нидерландами, Данией, Финляндией и Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН).

С 1982 на Кубе строится атомная станция “Хурагуа”, состоящая из 2-х энергоблоков мощностью по 440 МВт. Один из блоков построен на 80 процентов. Одной из причин задержки строительства этой станции стала проблема создания автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП). После аварии на Чернобыльской АЭС Россия не рискнула поставить вычислительную технику для АСУТП собственного производства, как это делалось для российских АЭС, но договориться на поставку германской техники фирмы “Сименс”, как это было сделано для Финляндии, из-за давления США не удалось. Дальнейшие работы были приостановлены из-за осложнений условий финансирования. Станция консервирована.

Одним из новых видов международной деятельности Минатома РФ в последний период является работа по ликвидации ядерного оружия и ядерных материалов на Украине, в Казахстане, в Белоруссии. Взамен вывезенных с Украины ядерных боеголовок Минатом поставляет на Украину топливо для атомных электростанций.

Первый контракт на услуги по обогащению урана для Западной Европы был заключен Россией в 1971 году, а исполнен в 1973 году. Экспортные поставки отечественного природного урана начались с 1990 года. Минатом поставляет на экспорт природный и обогащенный уран для атомных

электростанций и исследовательских реакторов, радиоактивные и стабильные изотопы, редкие, редкоземельные материалы и их соединения, технологии переработки различных руд и концентратов. Экспортный потенциал Российской атомной промышленности составляет 25–30% от всего мирового потенциала, в то время как реальные поставки не превышают 6–7% потребности мирового рынка. Поступления валюты от экспорта урана являются средством переоснащения производства, перестройки отрасли, повышения безопасности объектов атомной энергетики и решения разнообразных социальных задач.

В 1992 году Китайской Народной Республике передана современная центробежная технология обогащения урана с соответствующим оборудованием и документацией, осуществлено обучение специалистов КНР в области современных достижений ядерной физики.

В 1992 году между Правительствами России и США заключено соглашение о поставке в течение ближайших 20 лет в США сырья для энергетических атомных станций на сумму около 12 миллиардов долларов, для которого должно быть использовано 500 тонн российского оружейного урана, смешанного с природным ураном. Исполнительный контракт, подписанный в январе 1994 года АО «Техснабэкспорт» и корпорацией США «Юсек» предусматривает поставку низкообогащенного урана с содержанием 4,4 процента урана-235.

По договору с Исламской республикой Иран с 1995 года продолжается строительство атомной станции в Бушере, на юге Ирана. Строительство этой станции в 1979 году начала Западная Германия, но в период кризиса отношений с Ираном работы прекратились и с согласия германской стороны были продолжены Россией. В готовые конструкции здания вписывается реактор ВВЭР-1000 российского производства. Мощность первого блока станции несколько меньше 1000 МВт. Планируется строительство еще одного блока, а также атомной электростанции на севере Ирана с реакторами типа ВВЭР-440.

Заключено соглашение о строительстве атомной электростанции в Куданкуламе в Индии и комплекс работ по созданию в Китае одной атомной станции с двумя реакторами типа ВВЭР-1000.

Соглашения о строительстве АЭС в Индии и Китае предусматривают кредитование со стороны России.

По соглашению с США в Челябинске-40 на ПО «Маяк» строится самое большое в мире хранилище для конверсионных ядерных материалов в контейнерах на сумму 300 миллионов долларов. За счет средств Франции в Новосибирске на сумму 12 миллионов долларов строится склад водородосодержащих литиевых отходов, в Красноярске-26 на Горно-химическом комбинате строится здание № 980 по хранению делящихся материалов площадью 2150 кв. метров.

Казахстан планирует построить с помощью России 3 блока атомных станций с реакторами типа ВВЭР-640, проекта В-407 Первый блок должен быть введен в эксплуатацию к 2005 году, второй блок — к 2007 году и третий блок — к 2009 году.

Производственный потенциал предприятий Минатома позволяет оказывать услуги странам ближнего и дальнего зарубежья по развитию атомной энергетики вплоть до предоставления этих услуг в кредит с целью сохранения существующей мощности предприятий.

ГЛАВА 7

ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ АТОМНОЙ ИНДУСТРИИ РОССИИ

На всех стадиях ядерного цикла образуются радиоактивные отходы как в военной технике и технологии, так и в энергетике, в топливном цикле и производстве изотопов. Отходы накапливаются в виде жидких и твердых веществ с различными уровнями концентрации радиоактивности.

В результате создания атомного оружия, развития атомной промышленности и энергетике, атомного подводного и надводного флота, ускорителей и радиационной техники в стране накоплено большое количество радиоактивных отходов (РАО) суммарной активностью около 1,5 миллиарда Кюри и 8500 тонн отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) суммарной активностью 4,6 миллиарда Кюри. Количество ОЯТ с годами будет возрастать, так как имеющиеся производственные мощности не в состоянии ни в ближайшее время, ни в обозримом будущем переработать такое количество отходов.

И Россия и США вынуждены платить высокую цену за ущерб окружающей среде в связи с “холодной войной”. Ежегодно США ассигнуют до 2-х миллиардов долларов на эти работы.

Более 90% отходов ядерного производства России связано с решением задач оборонного значения.

Некоторую экологическую опасность представляют не законсервированные рудники, карьеры, шахты, отвалы и хвосты твердых пород гидрометаллургической переработки урана, жидкие отходы и пульпы общим количеством 200 тыс. Кюри. Около одного миллиарда Кюри жидких РАО на Сибирском химическом комбинате в Томске-7 и Горно-химическом ком-

бинате в Красноярске-26 закачано под землю для глубинного захоронения на глубину около 300 метров.

Созданию полигонов для глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов предшествовали геолого-разведочные работы и исследования, выполненные Министерством геологии и Академией наук России. Метод хранения радиоактивных отходов (РАО) с подземной закачкой доставляет уже сегодня некоторое беспокойство из-за повышения температуры в зоне расположения радиоактивности. В связи с этим при глубинном захоронении под землю в эту зону приходится добавлять воду. Кроме того, радиолиз воды приводит к появлению в местах хранения радиоактивных отходов газовых прослоек, что постепенно может нарушить стабильность состояния места захоронения отходов. Тем не менее, глубинные захоронения жидких РАО в большие масштабах произведены и эти захоронения следует считать окончательными.

Около 50 лет в нашей стране и в мире обсуждаются вопросы: “На каком топливном цикле остановиться — на открытом или закрытом, следует ли рассматривать отработавшее ядерное топливо как отходы, или к отработавшему ядерному топливу надо относиться иначе?” Правильный ответ на эти вопросы возможен лишь после формулирования убедительных экономических, технических и экологических аргументов. Непереработанное ядерное топливо сохраняет вещества с высокой радиотоксичностью в течение сотен тысяч лет. Пока не существует решений, гарантирующих надежное захоронение переработанного ядерного топлива на такой срок. Проблема плутония имеет особые трудности в связи с тем, что он, в отличие от оружейного урана, не может быть превращен в форму, непригодную для изготовления ядерных зарядов.

В течение предыдущих периодов Россия в сложных случаях обращалась к опыту западных партнеров. США не пришли к окончательному выводу, как поступать в отношении отработанного ядерного топлива (ОЯТ) и продолжают хранить его в режиме временного хранения. Япония, Франция и Великобритания избрали путь замкнутого ядерного топливного цикла, которого придерживаются специалисты и в Минатоме России. Такого же направления придерживается и Китай. Исследования и практический опыт работ во Франции показали, что суммарный объем радиоактивных отходов при открытом ядерном топливном цикле составляет 8 кубометров, а при закрытом — 1,6 кубометра на 1 тонну отработанного ядерного топлива. К 2000 году ожидается, что объем отходов на 1 тонну переработанного ядерного топлива во Франции уменьшится до 0,5 кубометра.

В России накоплен достаточно большой опыт, чтобы убедительно показать преимущества и недостатки того или иного подхода. Несомненно, что плутоний в ОЯТ представляет меньший риск для проблемы распространения ядерного оружия, чем сконцентрированный для изготовления топлива энергетический плутоний, однако громадная и

постоянно растущая масса энергетического плутония постепенно будет усиливать давление в пользу переработки ОЯТ. При производстве электроэнергии на 1 ГВт мощности в год нарабатывается 800–1000 кг высокоактивных продуктов деления и около 250 кг энергетического плутония. Этого количества достаточно, чтобы повторно вырабатывать из него новое топливо для атомной энергетики с тем же энергетическим потенциалом.

В 1976 году на Комбинате “Маяк” был введен в эксплуатацию первый и пока единственный в России регенерационный завод РТ-1 по переработке отработанного ядерного топлива атомных реакторов. С него началась реализация замкнутого цикла атомной энергетики России. Завод перерабатывал топливо реакторов ВВЭР-440, быстрых реакторов БН-350, БН-600, а также реакторов подводных лодок и ледоколов, исследовательских реакторов. Мощность завода составляла 400 тонн отработанного ядерного топлива в год. Переработано за прошедшие годы 3 тыс. тонн ОЯТ. Последние несколько лет комплекс Комбината “Маяк” работал по безотходной технологии, при которой РАО с активностью до 2 тыс. Кюри на литр запекались в жидкое стекло в керамическом плавителе ЭП-500, после чего заливались в нержавеющие бидоны объемом в 200 литров и отправлялись на длительное хранение в бетонные ячейки хранилища. Из отработанного ядерного топлива выделялись в качестве готовой продукции энергетический плутоний (около 30 тонн), обогащенный уран и несколько десятков изотопов для промышленного и медицинского применения. Большинство действующих атомных реакторов способно работать на смешанном уран-плутониевом топливе, что позволяет в 3 раза сократить потребное количество реакторов для сжигания плутония.

Надежное и экономичное решение проблемы захоронения радиоактивных отходов является залогом успешного развития всех отраслей атомной промышленности. Переработка РАО по замкнутому ядерному топливному циклу сводится к разделению и концентрации повторно используемых изотопов, составляющих 97–98% отработанного ядерного топлива и выделения настоящих отходов в количестве всего 2–3% от объема ОЯТ в возможно малом объеме и получении твердых отходов. Таким образом, принципиально проблемы переработки ОЯТ решены или решаемы.

Радиоактивные вещества из отработанного ядерного топлива имеют спрос на мировом рынке как источники ионизирующих излучений и с годами этот спрос растет.

Плутоний-239 является отличным ядерным топливом. Другие изотопы плутония, которые не являются ядерным топливом (их сравнительно немного), подлежат переработке. Технологиями их переработки занимаются такие институты и предприятия Минатома России, как ВНИИ неорганических материалов, Физико-энергетический институт в г. Обнинске, Комби-

нат “Маяк” в Челябинске-40, Сибирский химический комбинат в Томске-7, Красноярский горно-химический комбинат в Красноярске-26 и другие институты и предприятия. Технологически плутоний может подвергаться переработке с выделением неиспользуемых изотопов. Однако, этот путь в промышленных масштабах еще не пройден.

Метод хранения радиоактивных отходов (РАО) с подземной закачкой доставляет уже сегодня некоторое беспокойство из-за повышения температуры в зоне расположения радиоактивности. В связи с этим при глубинном захоронении под землю в эту зону приходится добавлять воду. Кроме того, радиолит воды приводит к появлению в местах хранения радиоактивных отходов газовых прослоек, что постепенно может нарушить стабильность состояния места захоронения отходов. Тем не менее, глубинные захоронения жидких РАО в больших масштабах произведены и эти захоронения следует считать окончательными. Представляется правильным, если эксплуатация этих захоронений будет продолжаться при соответствующем контроле без создания новых захоронений.

Опыт работы завода РТ-1 на Комбинате “Маяк”, работы по строительству завода РТ-2 в Красноярске-26 показали экономическую целесообразность экспорта Россией услуг по переработке отработанного ядерного топлива, которое не является радиоактивными отходами, а является новым ядерным топливом, требующим дополнительной очистки.

Для России базовым крупномасштабным производством нового ядерного топлива как для реакторов на тепловых нейтронах, так и для реакторов на быстрых нейтронах мог бы стать завод РТ-2 в г. Красноярске-26 с внесением необходимых изменений и усовершенствований в его проект. Аналогичный комплекс может быть создан и в Томске-7 на основе той технологии, которая использовалась для наработки оружейного плутония. Эти комбинаты могли бы быть мировыми поставщиками МОКС-топлива, плутониевого топлива и реакторных изотопов. Российская Федерация, обладающая сложными и дорогостоящими институтами и комбинатами ядерной промышленности, экономически заинтересована в их сохранении и развитии для естественного преобразования военных технологий в гражданские.

В России работает 29 промышленных энергоблоков, 38 исследовательских атомных реакторов, десятки радиохимических лабораторий. Большое количество отработанного ядерного топлива накоплено у них и продолжает свозиться в Россию из других стран согласно ранее заключенным договорам. Для обращения с возрастающими объемами ОЯТ необходимы капитальные вложения в строительство хранилищ и мощностей для локализации высокоактивных отходов, а также в строительство хранилищ для энергетического плутония. В последние годы ОЯТ реакторов типа ВВЭР-1000 после 3-летней выдержки в приреакторных хранилищах направляются на временное хранение на завод РТ-2 (сам завод построен на 50%, а хранилище с бассейном введено в эксплуата-

цию) в Красноярске-26. После семилетней выдержки в водной среде ОЯТ должно направляться для длительного “сухого” хранения с последующей радиохимической переработкой для извлечения урана, плутония и изотопов, на которые есть потребители. ОЯТ реакторов типа РБМК пока не планировалось перерабатывать, оно подлежит хранению в пристанционных хранилищах с последующим вывозом в централизованные могильники. Общее количество накопленных тепловыделяющих сборок реакторов РБМК на конец 1995 года составляло 90 тыс. единиц. США имеет около 30 тыс. тонн непереработанного ядерного топлива и планирует построить централизованное хранилище в Юкка-Флетсе штата Невада в 160 км от Лас-Вегаса. Экономические расчеты показывают, что при повторном использовании ядерного топлива от реакторов типа РБМК с дообогащением энергетическим или оружейным плутонием делает это топливо выгодным для использования уже после 30 лет хранения ОЯТ на складе. Кроме того, повторное использование топлива от реакторов РБМК позволяет в 50 раз снизить объемы радиоактивных отходов, уменьшить потребность в природном уране и отказаться от сооружения хранилищ. Таким образом, у России достаточно много своего отработанного ядерного топлива, чтобы выгодно для себя продавать услуги по переработке ОЯТ и продаже топлива за рубеж. И так можно работать бесконечно. Долгосрочное функционирование атомной энергетики на тысячелетия возможно только лишь на основе замкнутого ядерного топливного цикла

В концентрированном виде радиоактивные отходы сосредоточены на 4-х предприятиях: Челябинск-40 (Комбинат “Маяк”), Томск-7 (Сибирский химический комбинат), Красноярск-26 (Горно-химический комбинат) и Димитровград (Научно-исследовательский институт атомных реакторов). Отходы находятся в различных состояниях, в том числе и в резервуарах, проектный срок службы которых, составляющий 30 лет, истекает. В Томске-7, Красноярске-26, Челябинске-40 радиоактивные отходы частично находятся в аварийном состоянии в открытых поверхностных водоемах. Особую опасность представляют РАО в количестве свыше 120 миллионов Кюри, находящиеся в воде и иле озера Карачай на Комбинате “Маяк”. На остальных 160 предприятиях атомной промышленности России РАО временно хранятся в твердом, отвержденном, жидком и газообразном виде и подлежат переработке, концентрации, селекции, повторному использованию.

Переработке или захоронению должны быть подвигнуты радиоактивные вещества и ядерные материалы от тысяч предприятий и организаций нашей страны всех без исключения министерств и ведомств, находящиеся сегодня в частной и государственной собственности. Таким образом, проблема велика и ее надо решать.

За 35-летний период эксплуатации прямоточных реакторов типа АД, АДЭ-1 в г. Красноярск-26 по берегам реки Енисей скопился загрязненный

ил, что создало локальные участки, на которых мощность экспозиционной дозы достигает 100 мкр/ч (в 5–6 раз больше естественного фона), что требует в ряде мест проведения дезактивационных работ. Это свидетельство того, что в отличие от реакторов в Томске-7, в Красноярске-26, видимо, не обеспечивалась герметичность топлива реакторов, и осколочная активность попадала в Енисей.

На Горно-химическом комбинате в Красноярске-26 накоплено 300 куб м высокоактивных РАО с активностью 200 миллионов Кюри и среднеактивных отходов в количестве 30 тыс., куб. м общей активностью 18 миллионов Кюри. Эти объемы посильны переработке.

В радиусе 30 км от Сибирского химкомбината в Томске-7 на территории около 40 кв. км на северной границе зоны отмечено повышенное содержание цезия-137 (до 0,3 Кюри на кв. км), что объясняется многолетней деятельностью комбината.

На горнодобывающих предприятиях имеются отвалы пород с содержанием урана ниже 0,01-0,03%, которые подлежат рекультивации.

При добыче урана методами выщелачивания происходит частичный вынос радиоактивных нуклидов в гидрографическую сеть. Вынос урана в подземные воды происходит и естественным путем. Так, содержание урана в питьевой воде в жилом районе Краснокаменска повышено против санитарных норм. В результате деятельности Приаргуньского горно-химического комбината максимальные значения гамма-фона на территории местами превышают естественные в 380 раз.

Таким образом, для России крайне необходимы в ближайшие годы предприятия по переработке и концентрации РАО, независимо от того, будет она принимать зарубежное отработанное ядерное топливо, или не будет. Отсутствие средств в ближней и дальней перспективе толкают Россию на путь приема и переработки ОЯТ и РАО.

В качестве отходов атомной индустрии некоторое время будут служить боезаряды и комплектующие их изделия от демонтируемого ядерного оружия. В дальнейшем и уран и плутоний ядерных боеголовок могут перерабатываться и использоваться в реакторах атомных электростанций.

В ноябре 1991 года Конгресс США принял решение о предоставлении России технического содействия и безвозмездной помощи в размере 400 миллионов долларов (только в виде технических средств или проектов) для обеспечения безопасного хранения, транспортировки и ликвидации российского ядерного оружия, подлежащего сокращению в рамках заключенных соглашений. Это взаимно отвечало национальным интересам России и США. По этой программе США оперативно расплатились за расходы, связанные с транспортировкой боезарядов межконтинентальных баллистических ракет с Украинской базы в Первомайске, поставили бронированные покровы для вывоза стратегических боезарядов из Казахстана, поставили подъемные краны, бульдозеры, самосвалы, тракторы, средства механизации. В счет этой программы была ока-

зана помощь в финансировании операции “Сапфир”, в ходе которой в ноябре 1994 года 600 кг высокообогащенного урана было вывезено из Казахстана.

Еще в начале 60-х годов в стране была создана система обращения с радиоактивными отходами гражданского применения с 34 пунктами захоронения. В то время были попытки замкнуть эти пункты на Минатом. В настоящее время в России действует 16 пунктов захоронения РАО, объединенных в структуру научно- производственного объединения “Радон”. Научное руководство их работой осуществляется Всероссийским НИИ неорганических материалов им. А. А. Бочвара. Пункты захоронения действуют в Москве, Петербурге, Волгограде, Нижнем Новгороде, Грозном, Иркутске, Казани, Самаре, Мурманске, Новосибирске, Ростове, Саратове, Екатеринбурге, Уфе, Челябинске, Хабаровске.

Московское НПО “Радон” входит в структуру Департамента инженерного обеспечения Правительства Москвы. Специализированные периферийные комбинаты имеют подчиненность территориальным органам исполнительной власти. Они финансируются из федерального и местных бюджетов, а также поставщиками РАО.

Контроль за деятельностью комбинатов “Радон” осуществляют территориальные органы Госатомнадзора, Минэкологии и МВД РФ.

Научно-методическое руководство деятельностью всех периферийных Специализированных комбинатов “Радон” в РФ осуществляет Московское НПО “Радон”.

За каждым специализированным комбинатом (СК) закреплена зона деятельности. Около 80% РАО собирается в центральном районе Московским НПО “Радон”, 18%-в — Северо-Западном регионе Петербургским СК “Радон” и 2%-остальными 14 СК “Радон”.

Кроме работ по сбору, переработке и захоронению РАО, Московское НПО “Радон” проводит обширную научно-исследовательскую работу по совершенствованию известных и разработке новых методов обращения с РАО, высокотемпературную переработку РАО, подбор минералоподобных стеклокристаллических и стеклокомпозиционных материалов, мембранным и биотехнологическим методам очистки жидких РАО, термохимическим и биологическим методам переработки органических РАО. В рамках международного сотрудничества НПО “Радон” участвует в выполнении Программы технической помощи Европейской комиссии экономического сотрудничества по радиационному мониторингу. Повышение использования атомной энергии в мирных целях в последние годы сдерживается экологической опасностью радиоактивных отходов и необходимостью их захоронения.

Итоги многолетней работы специалистов различных областей науки и техники Минатома, Минздрава, Госатомнадзора, Министерства по чрезвычайным и аварийным ситуациям, Минобороны и Центра наблюдений за окружающей средой и прогноза геофизических процессов

свидетельствуют о необходимости разработки концепции по безопасности развития России с использованием международного опыта под эгидой МАГАТЭ.

Для снижения количества радиоактивных веществ, находящихся в народном хозяйстве, целесообразно не производить их захоронение, а обеспечить кругооборот радиоактивных источников. В предыдущие десятилетия такая практика не была внедрена.

В прошедшие годы своей истории Россия ориентировалась на создание вооружений различного типа, практически не принимая участия в международном разделении труда в вопросах использования атомной энергии. Теперь ей необходимо найти себя в общечеловеческом масштабе. Одним из направлений ее деятельности, потребность в котором еще не занята другими странами, является работа по производству ядерного топлива для новых и новейших атомных станций, включая и топливо, получаемое из ОЯТ.

ГЛАВА 8

РОЛЬ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СТРУКТУР МИНАТОМА РОССИИ

Строительно-монтажный комплекс Минатома

Строительная индустрия Минатома основана на базе предприятий и организаций бывшего НКВД страны. Некоторые черты работы сохранялись долгие годы. В строительно-монтажных и наладочных работах Минатома принимали участие военные строители и специальный контингент (заключенные), а в составе аппарата министерства заметную часть составляли военные. Специфика кадрового состава оставила след на кадровой политике.

Большую роль в успешной строительно-монтажной деятельности Минатома играла организационная работа. С первых шагов отрасли в 1945 году проблемы, возникавшие в строительстве, оперативно рассматривались на Коллегии Первого главного управления и на заседаниях Спецкомитета и по ним принимались молниеносные решения. Об этом свидетельствуют протоколы НТС ПГУ. Страна в конце 40-годов была еще в развалинах и поставляемая на стройки строительная продукция и материалы были невысокого качества и не соответствовали требованиям производства. Не было возможности купить или получить за рубежом качественную продукцию. Общая и производственная культура были на низком уровне. Однако руководители ПГУ, специалисты высочайшего уровня, состоявшие из заместителей Председателя Правительства, Министров и заместителей министров нескольких отраслей, видели, что методами отстранения от должности директоров, иными репрессивными сред-

ствами, положение круто не изменить. Поэтому принимались решения вкладывать средства в новые технологии, изменять производственные процессы, повышать техническую и общую культуру. Средства расходовали экономно. Понимали, что страна не столь богата, чтобы безоглядно расходовать деньги.

Основная заслуга в создании в Минатоме мощной строительной индустрии принадлежит Ефиму Павловичу Славскому, выполнявшему обязанности министра в течение 29 лет с 1957 по 1986 годы.

Ни в одной другой отрасли не строилось столько новых объектов, сколько строилось в те годы в Минатоме. Нигде не возникали такие невыполнимые объемы работ. Например, уже в 1947 году на строительство и монтаж синхроциклотрона в Дубне потребовалось заложить 20 тыс. куб. м бетона, а биологическая защита ядерных объектов требовала миллионы тонн бетона.

Требования к строительству были предельно высокими. В 1958 году проведенные геофизические исследования положения Серпуховского ускорителя показали, что условия сооружения фундаментов являются уникальными по своей точности и возможностям исполнения. При диаметре ускорителя 472 метра относительные осадки не должны были превышать 0,2 мм при весе магнитов в 20 тыс. тонн. Однако, сложные требования были выполнены. Строители Минатома были оснащены передовой строительной техникой, строили быстро и дешево.

В январе 1960 года был вынут первый ковш земли из котлована Серпуховского ускорителя, а в 1967 году ускоритель протонов на энергию 70 миллиардов электрон-вольт был пущен.

Обязательным условием работы ускорителей с жесткой фокусировкой пучка является соблюдение точности установки магнитов по радиусу и по высоте. Эти отклонения определяются долями миллиметра. Положение ускорителей не должно меняться во времени и должно быть стабильным в тех же пределах. В Протвинском ускорительно-накопительном комплексе на энергию 3000 ГэВ была создана автоматизированная система за положением оборудования в пространстве с лазерным контролем.

В 10 закрытых городах отрасли с населением около 730 тыс. человек (Пенза-19, Томск-7, Красноярск-26, Красноярск-45, Арзамас-16, Челябинск-70, Челябинск-40, Свердловск-44, Свердловск-45, Златоуст-36) построены промышленные объекты, и 13,1 млн. квадратных метров жилья, 150 школ, 374 детских садов, институты и техникумы на 15 тыс. студентов, спортивные сооружения на 20 тыс. человек, 47 пионерских лагерей. Строительство выполнялось по высшим требованиям современного градостроительства. Ряд городов, такие как Снежкус, Навои, Степногорск, Дубна, Обнинск, Красноярск-26, Челябинск-40 отличались высоким уровнем архитектурных решений.

Только Первый строительно-монтажный трест в Москве построил 16 объектов Академии наук, 40 организаций и предприятий Минатома,

3,45 млн. кв. м. жилья, 40 школ, 121 детское учреждение, 27 поликлиник, 10 санаториев, 21 кинотеатр.

Отраслевые строители возвели 11 санаториев и 8 домов отдыха.

Страна снабжала отрасль всем необходимым, отрасль добросовестно и честно использовала выделенные средства и выдавала высококачественные объекты. Трудно назвать еще такую отрасль народного хозяйства страны, как атомная отрасль, где бы был внедрен хозяйственный расчет, существовали порядок и экономичность в строительном производстве.

В качестве самостоятельной подотрасли строительный комплекс Минатома сформировался в 1953 году. При этом в Министерстве были созданы два строительных и одно монтажное Главные управления (10, 11 и 12 ГУ). Между строительными главками были поделены сферы деятельности — 10 ГУ занималось строительством объектов в Сибири и на Дальнем Востоке, 11 ГУ — в Европейской части страны, Казахстане и Узбекистане.

Всего в 10 и 11 Главных управлениях было 2 треста и 24 Управления строительством (УС), а в них 190 строительных управлений общей численностью около 250 тыс. строителей.

В структуре 10 ГУ было 12 Управлений строительства и трест по сооружению объектов в Монголии, проектно-технологический институт Оргтехстрой-10. В составе УС было по 4–12 строительных управлений (всего 91), в которых работало до 130 тыс. строителей.

Предприятия 10 ГУ кроме производственных объектов построили свыше 16 млн. кв. м жилья.

В структуре 11 ГУ насчитывалось 12 Управлений строительства и один строительно-монтажный трест. Количество строительных управлений в составе Управлений строительства колебалось от 5 до 10–12, общее количество их составляло 89.

11 ГУ кроме производственных объектов построило 14,5 млн. кв. м жилья, 150 общеобразовательных школ, 250 детских садов, 60 больниц и поликлиник. Численность строителей составляла 127 тыс. чел. Всего Минатом построил в стране более 120 пионерских лагерей, среди них особое место занимает старейший лагерь Министерства в поселке “Снегири” под Москвой на 350 детей.

За 50 лет строители Минатома построили около 35 миллионов кв. метров жилой площади.

Заметный объем работ выполняли военные строители отрасли. Их вклад достигал 16% от общего объема строительно-монтажных работ.

Специальный контингент рабочих (заключенные) выполнял на некоторых объектах до 20–27% объема работ и общая численность их достигала в 40–50-е годы 100 тыс. чел., а в последние два десятилетия не более 25 тыс. чел. Участвовали заключенные также в проведении монтажных и наладочных работ. Работать с таким персоналом было не просто!

В конце 80-х годов, когда строительный потенциал достиг максимума, Минатом строил около 2 миллионов кв. м жилья в год и выполнял строительно-монтажных работ на сумму свыше 3,5 миллиардов рублей. Кроме 10 закрытых городов строителями Минатома построены города Дубна, Протвино, Обнинск, Гатчина, Дмитровград, Лыткарино, Нововоронеж, Сосновый Бор, Металлострой, Уч-Кудук, Краснокаменск, Кирово-Чепецк, Ангарск, Усть-Каменогорск и др., а также большие жилые районы, в Москве, Ленинграде, Новосибирске, Горьком, Подольске, кварталы домов в Красноярске, Хабаровске, Владивостоке, Томске, Шевченко, Желтых Водах и других городах и поселках. Огромную работу выполняли строители Минатома при ликвидации последствий землетрясения 1988 г. в Армении. Там было создано, как и в Чернобыле, специальное Управление строительства.

Каждый строительный, строительно-монтажный и наладочный трест Минатома специализировался по технологическому направлению работ. Например, трест “Гидромонтаж” занимался наружными коммуникациями, буровыми работами при подготовке к проведению подземных ядерных взрывов, трест “Моспромтехмонтаж”— созданием ускорительных установок, исследовательскими реакторами, в последние годы в связи с реорганизацией он стал заниматься и сантехническими работами. Объединение “Энергоспецмонтаж” выполняло работы на объектах энергетики и монтаж оборудования атомных электростанций. Объединения “Электрон” и “Промэлектромонтаж” выполняли все виды электромонтажных работ, монтаж контрольно-измерительной техники, слаботочных систем. Трест “Спецхиммонтаж” выполнял изоляционные работы, спецпокрытия и т.д. Периферийные монтажные тресты обеспечивали своих строителей всей номенклатурой монтажных и наладочных работ.

В Главном монтажном управлении № 12 было сосредоточено 8 трестов, три объединения, 130 монтажно-строительных управлений, 15 управлений механизации и автотранспорта, 27 опытных заводов по производству монтажных изделий и заготовок, три научно-исследовательских института. В каждом объединении или тресте было от 5 до 30 управлений, расположенных во всех регионах страны. В различные годы общая численность работающих в монтажно-наладочных организациях менялась, достигая 120–130 тыс. человек (в том числе до 20% военных строителей).

Среди построенных Минатомом объектов промышленного назначения были не только оборонные предприятия, но и атомные станции, три крупных приборных завода в Дубне, Обнинске, Желтых Водах, крупные предприятия, такие как Томский и Зиминский нефтеперерабатывающие комбинаты, завод химических удобрений и завод твердых сплавов в Кирово-Чепецке, завод по производству медной фольги в Кыштыме, золотодобывающие предприятия, Сибирский филиал Ака-

демии наук, объекты за рубежом, гостиницы в Москве и объекты промышленного и спортивного назначения, Ульяновский авиационный комплекс, Институт медицинской радиологии в г. Обнинске и др. В начале 80-х годов объем строительства собственных объектов Минатома сократился, и наряду с этим увеличился объем работ в других отраслях. Были построены научные комплексы Института биотехнологий в Протвино и Москве, радиозавод в Серпухове, крупные объекты в Подмосковье, такие как завод телевизионной аппаратуры в Запрудне, завод им. Орджоникидзе в Подольске и др.

Строители и монтажники Минатома, используя накопленный производственный потенциал, участвовали в работах Минрадиопрома, Минобщемаша и других министерств, сооружали космические, ракетные и оборонные объекты, участвовали в создании подводных лодок, надводных атомных кораблей, пусковых шахтных ракетных установок, радиолокационных станций, центральных и местных пунктов контроля и управления противоракетной обороной, везде демонстрируя высокий технический и нравственный уровень.

Как правило, оборудование, или комплект установок, приходившее с заводов и от поставщиков на площадку строительства, не было работоспособными, поскольку ни на заводах-изготовителях, ни на специальных базах, предварительно не собиралось и не опробовались. Сами объекты становились испытательной базой нового оборудования. Непосредственно на строительных площадках оборудование перебиралось, дорабатывалось, доводилось и только после этого запускалось в работу. Выполняли эти операции монтажники и наладчики трестов и управлений, эксплуатационный персонал объектов. Так было с промышленными и энергетическими ядерными реакторами, критическими сборками, с диффузионными, магнитными и центрифужными разделительными установками, циклотронами, бетатронами, фазотронами и другими ускорителями заряженных частиц, насосами, компрессорами, генераторами, исследовательскими установками, измерительными приборами, дозиметрической аппаратурой, трубопроводами и т. д.. Большую роль в общем успехе работы играли наладчики монтажных и наладочных трестов и управлений, укомплектованные квалифицированными инженерными кадрами, выпускниками МГУ, МЭИ, МВТУ, МИФИ, ТПИ, УПИ и других вузов и техникумов.

Инженерная и техническая подготовка строительных, монтажных и наладочных работ выполнялась не только службами подготовки производства самих предприятий, но и научно-исследовательскими организациями отрасли. На разработку ответственных и сложных, радиационных и ядерно-опасных технологий строительства в отрасли работало 4 научно-исследовательских института строительных технологий и научно-исследовательский институт монтажной технологии с филиалами, которые вели разработку проектов производства работ для строительных и монтажных организаций,

разработку и внедрение средств механизации труда, внедрения новых методов строительства, монтажа и наладки, новых приемов работ, нового инструмента.

Подготовка кадров

Подготовка кадров для атомной индустрии — особая страница в истории атомной отрасли. Тщательность подбора кадров определялась не только профессиональной пригодностью, но и оценкой пригодности по политическим качествам. Все отрасли народного хозяйства страны были вынуждены отдавать в атомную промышленность наиболее одаренных и интеллектуально богатых людей. Люди разных специальностей, существовавших в народном хозяйстве, были объединены в одном ведомстве для решения общих задач. Как и в США, люди проходили проверку на возможность работы с секретными материалами и документами, тщательность этой проверки обеспечивалась профессионально. За все время деятельности Минатома, по существу, не было ни одного известного случая утечки сведений и документов. Даже первое ядерное испытание, проведенное реально и имевшее межконтинентальные последствия в связи с выносом радиоактивности за пределы страны, хранилось около месяца в секрете и создавало неуверенность у США в самом факте его проведения.

Многие годы кадровая служба Минатома работала под руководством заместителя министра Л. Г. Мезенцева, А. В. Пируева, начальников Главного управления кадров Ю. С. Семендяева, Н. Ф. Живогляда, А. Н. Воронкова.

За период только с 1968 по 1995 год в институтах повышения квалификации Минатома было подготовлено около 100 тысяч руководящих и инженерно-технических работников отрасли и свыше 110 тысяч специалистов и рабочих.

На промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах, в конструкторских бюро и непосредственно на производстве Минатома в 1995 году работало 24 академика российской Академии Наук, 18 членов-корреспондентов, 670 докторов наук, 4500 кандидатов наук, 25 Героев труда. Здесь были собраны люди различных профессий и разных возрастов, объединенных одной целью.

В отрасли работали девять Трижды героев труда — Игорь Васильевич Курчатov, Борис Львович Ванников, Анатолий Петрович Александров, Николай Леонидович Духов, Яков Борисович Зельдович, Андрей Дмитриевич Сахаров, Ефим Павлович Славский, Юлий Борисович Харитон, Кирилл Иванович Щелкин.

Если в отрасли в 1990 году работали 1 миллион 370 тыс. человек, то в 1995 году в канун 50-летия Минатома в ней сохранилось около 600 тыс.

человек, работавших в государственных предприятиях, а остальные работали в акционированных фирмах.

Начало кадровой политики отрасли было положено в период войны.

Осенью 1942 г. был создан Московский механический институт боеприпасов по подготовке специалистов по ракетной артиллерии, который стал базовым вузом по подготовке кадров для атомной промышленности. 18 декабря 1946 г. Московский механический институт передан в ведение ПГУ как кузница кадров отрасли.

В 1947 году на НТС ПГУ было отмечено, что теоретические исследования отстают от экспериментальных работ и “нет достаточной связи эксперимента с практикой”. Фундаментальные теоретические исследования стали преобладать.

В январе 1950 года Постановлением Совета Министров страны № 90–20 “О подготовке научных кадров и о высшем образовании без отрыва от производства работников объектов ПГУ” предусматривалось создание заочной аспирантуры и возможность организации приемных экзаменов в вузы. До 1949 года на предприятиях ПГУ не было защищено ни одной диссертации. После проведения первого ядерного испытания появилась возможность для научной деятельности и обобщения результатов.

При Московском инженерно-физическом институте Минатомом были созданы филиалы с вечерними факультетами в закрытых городах: Озерске, Новоуральске, Лесном, Сарове, Трехгорном, Снежинске, которые впоследствии получили статус самостоятельных институтов с дневными и вечерними факультетами.

Решалась задача подготовки кадров среднего звена. Техникумы и ремесленные училища были организованы в Новоуральске, Заречном, Железнодорожке, Москве, Электростали, Новосибирске, Волгодонске, Зеленогорске, Ангарске. Всего в отрасли было создано 90 производственно-технических училищ и 19 техникумов.

В закрытых городах отрасли действует отраслевая система общего и специального образования, включающая дошкольные детские учреждения, общеобразовательные школы, лицеи, профессионально-технические училища, техникумы, колледжи, вузы, институты повышения квалификации, аспирантуры. В отрасли действует 132 школы, 6 интернатов, 10 специальных школ, где проходит подготовку 150 тыс. учащихся, функционирует 19 средних специальных учебных заведений по 53 специальностям с количеством учащихся около 12 тыс. человек.

Совершенствование системы подготовки персонала предприятий и организаций отрасли в последние годы предусматривало:

- разработку технических средств контроля подготовки персонала атомных станций,
- компьютеризацию всех направлений деятельности, включая научные разработки, учет и контроль,

— обязательное прохождение переподготовки в институтах повышения квалификации в установленные сроки по каждой специальности.

В отраслевых вузах в 1995 году училось более 5 тыс. студентов по 34 специальностям. Базовым вузом отрасли становится Томский политехнический институт. Вечернее отделение ТПИ в Томске-7 создано приказом Минатома. Кадры специалистов отрасли стали готовить по широкому направлению деятельности, включая генетику, биофизику, экологию. Для атомной промышленности России подготовку кадров осуществляли 20 вузов страны МГУ, МЭИ, МВТУ, МИСИ, МИФИ и другие, 7 из которых находились в непосредственном ведении Минатома России.

Для некоторых категорий работников отрасли была обязательной проверка психофизиологической пригодности при выполнении должностных и функциональных обязанностей на соответствующих рабочих местах. Работа по переподготовке и повышению квалификации кадров отрасли осуществлялась в 4 институтах повышения квалификации отрасли и одном центре — в городах Обнинске, где располагается Центральный институт повышения квалификации, в Москве, где расположен Институт повышения квалификации “Атомэнерго”, в Петербурге, где размещен Региональный образовательный центр, в Новосибирске, где расположен Институт повышения квалификации “Спецмонтаж”, и в Новоуральске, где расположен институт повышения квалификации специалистов специальных технологий, а также в двух учебно-тренировочных центрах атомной энергетики — в Нововоронеже и Десногорске, в девяти учебно-тренировочных пунктах всех атомных станций, в учебно-курсовых комбинатах на предприятиях и непосредственно на производстве.

Научные кадры отрасли готовились на базе 29 отраслевых научно-исследовательских институтов, где организованы очные и заочные аспирантуры.

Ядерные технологии требовали особого социального статуса работников в части оплаты труда и социальной защиты. Эти условия были созданы на большинстве предприятий атомной промышленности.

В последние годы совместными усилиями всех учебных институтов отрасли создана система дистанционного обучения на базе телекоммуникационной компьютерной сети “Х атом”. При МИФИ открыты и действуют физико-математические школы. Минатом установил лучшим студентам своих вузов несколько десятков стипендий Минатома в размере одной минимальной оплаты труда. В институтах повышения квалификации начат такой неизвестный ранее вид обучения, как подготовка административно-технического персонала на право управления предприятиями ядерно-энергетического комплекса в соответствии с Указом Президента России № 446 1993 года.

Головной организацией в отрасли по обучению персонала атомных станций является фирма “Атомтехэнерго”. Она проводит первичную под-

готовку и лицензирование персонала АЭС по всем основным специальностям (около 30), разработку учебно-методического процесса подготовки и переподготовки персонала АЭС, стажировку на учебно-тренировочных центрах инструкторов по подготовке персонала АЭС, разработку методического и программного обеспечения тренажеров. В учебно-тренировочном центре действуют комплексы обучающих подсистем: “Профотбор”, “Диалог”, “Контроль”, “Психологическая устойчивость” и др. На УТЦ за весь период их деятельности прошли подготовку и переподготовку более 7 тыс. специалистов АЭС, в том числе свыше 600 человек из дальнего зарубежья.

С момента организации отрасли руководителей предприятий и строек назначали Коллегией Первого главного управления. Был утвержден перечень должностей предприятий, назначение на которые происходило через ПГУ. Кадровая работа ведомства занимала немалую часть всего рабочего времени руководителей, но в течение многих последующих лет эта система сохранялась, предупреждая ошибки и произвол. Назначения на должности руководством министерства в 40–50 годы производились вплоть до начальников цехов и лабораторий. Существовала система представления кадров, их аттестации и ответственности за их работу. Строго ограничивались возможности назначения кадров непосредственно на местах. Тщательно контролировались анкетные данные. С назначения руководителей и их смещения начинались каждое очередное заседание Коллегии Первого главного управления. Так же вело себя впоследствии и Министерство.

По отчету правительства США в 1945 году на работах по урановому проекту участвовало 125 тыс. человек. В дальнейшем в течение 50 последующих лет США не публиковало данных о количестве занятых специалистов. В России с учетом смены кадров, военных строителей, специального контингента в атомной отрасли работало за весь период деятельности свыше 5 миллионов человек, а с учетом кадров Российской армии, эксплуатационного персонала предприятий, использовавших оборудование “мирного атома”, с атомной энергией познакомилось не менее 15 миллиона человек, т.е. 5% населения России и стран СНГ. В 1990 году только в основном производстве и на строительных работах в Минатоме было занято 1 миллион 380 тыс. человек.

В деятельности Минатома серьезную роль имела подготовка кадров для ядерных объектов, строившихся за рубежом. Развитию сотрудничества с зарубежными партнерами по вопросам подготовки кадров уделялось внимание в связи с тем, что необходимо было подготовить специалистов, которых не готовили иностранные вузы и другие учебные заведения. Десятки тысяч иностранных студентов обучались в нашей стране по самым престижным и современным специальностям. Определенную роль в подготовке кадров иностранных специалистов играли и направляемые по контрактам из Минатома российские инженеры и рабочие. Непосредственно на

объектах специалисты проводили занятия, показ и обучение, опробование и исследование оборудования, доводили параметры агрегатов до требований технической документации.

Несмотря на некоторые сбои в последние годы по подготовке кадров, эта система работы не прерывается. Создаются новые рыночные специальности, введены платные формы обучения в учебных заведениях, развивается коммерческая деятельность.

ГЛАВА 9

ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

Охрана труда, ядерная и радиационная безопасность

Специальным Комитетом и Научно-техническим советом (секция №5) Первого главного управления при Совете Народных Комиссаров страны вопросам охраны труда, техники безопасности, радиационной и ядерной безопасности уделялось необходимое внимание. Секция № 5 НТС работала под председательством академика В. В. Парина.

Уже в 1945 году на секции были изучены последствия для населения атомных бомбардировок Японии, опубликованные данные по переоблучениям персонала, работавшего на атомных установках в США, последствия радиационного воздействия на живые организмы в результате проводимых экспериментов. В 1945 году был составлен и утвержден план строительства комплекса лабораторий и исследовательских организаций с целью обеспечения дозиметрического контроля и установления санитарных норм воздействия радиоактивных излучений. К этим вопросам с начала работ было уделено повышенное внимание.

В 1946 году была создана Лаборатория Б, в задачу которой входило прогнозирование развития заболеваний человека при воздействии различных уровней радиации. В течение 2—3 лет работы этой лаборатории были четко определены уровни воздействия радиации на организм человека и животных.

Представляют интерес архивные документы о заседаниях НТС, рассматривавших вопросы радиационной и ядерной безопасности, например: “Об организации работ по охране здоровья лиц, работающих на установках, связанных с вредными излучениями” (протокол № 23 НТС от 18 марта 1946 г.), “Фотоконтроль лучистой вредности” с сообщением Я. Б. Зельдовича (апрель 1946 г.), “Об организации медико-санитарного обслуживания”, снова “О проведении фотоконтроля лучистой вредности”, “Об охране труда на заводе № 12”, “Об организации медико-санитарной части ПГУ” (14 июня 1946 года), “Об организации дозиметрической лаборатории” (25 сентября 1946 г.), “О подготовке врачебного состава для предприятий” (протокол С5-13 от 3 октября 1946 г.), “О плане подготовки врачей-специалистов в области радиологии — для медсанчастей предприятий ПГУ”.

На заседании секции № 5 рассматривается и изучается монография Цымлера и Кача “Теоретические основы защиты от излучений” (протокол С5-33 от 2 июля 1947 года), утверждаются “Временные правила по охране труда лиц, работающих с радиоактивными веществами”— докладчик профессор М. Н. Лебединский (протокол С5-34), обсуждается “Справочник по дозиметрии для инженерно-технических работников” (7 мая 1947 г.).

Биофизический отдел Института гигиены труда и профзаболеваний (проф. А. А. Летавет) обследовал в 1947 году 17 объектов ПГУ. Отмечено, что в производственных подразделениях санитария и гигиена соблюдались лучше, чем в научно-исследовательских организациях.

8 января 1948 года руководством ПГУ был проработан вопрос: “Масштабное изучение действия урана и других веществ на организм человека, сердечно-сосудистую систему, нервную систему, желудок, почки, изменения состава крови” (протокол С5-47), вслед за этим 19 января 1948 года рассмотрен вопрос: “Широкий диапазон изучения биологического действия излучений” (протокол С5-48).

Институт гигиены труда и профзаболеваний в 1948 году провел обследование объекта “Б” (радиохимическое производство) Комбината № 817 и отметил, что проектами не предусмотрена необходимая вентиляция, в результате чего концентрация вредных веществ в воздухе помещений в 100 раз превышает санитарные нормы (протокол С5-48 от 19 января 1948г.)

11 марта 1948 года на заседании секции рассмотрены “Справочник по дозиметрии” и “Аварийные нормы облучения в 25 рентген за срок, не менее 15 мин с последующим переводом на работы, не связанные с излучениями, на срок 3 месяца” (протокол С5-54).

О ходе работ по проектированию заводов № 813 и № 817 на заседании секции № 5 докладывал главный санитарный врач профессор А. А. Летавет (протокол С5-48 от 15 января 1948 г.). Рассмотрены образцы специальной одежды для объекта № 817 (протокол С5-58 от 8 апреля 1948 г.).

Санитарная инспекция указала на необходимость работы с использованием вытяжных шкафов, боксов, дистанционного инструмента. Запрещалось проводить опасные операции с растворами, содержащими даже слабые концентрации радиоактивных веществ (протокол С5-56 от 26 марта 1948 г.).

20 мая 1948 г. на секции рассмотрены временные нормы предельно-допустимых уровней загрязнения поверхностей тела, обуви и одежды радиоактивными веществами, по существу, первый вариант “Норм радиационной безопасности” — “НРБ-48” (протокол С5-63), и “Временные нормы безопасных уровней облучения”, которые были утверждены 26 августа 1948 года (протокол С5-72).

Установлены “Общие санитарные нормы и правила по охране труда на объекте “Б” Комбината № 817 — предельно-допустимая доза определена равной 0,1 бэр в день (протокол С5-56 от 26 марта 1948 г.).

Результаты работы биофизической лаборатории Тимирязевской сельскохозяйственной академии рассмотрены 10 февраля 1948 года (протокол С5-51).

Секция № 5 уделяет большое внимание производству и оснащению дозиметрической аппаратурой. На секции отмечено, что в 1948 году дозиметрические приборы изготавливали уже 2 завода (протокол С5-49 от 5 февраля 1948 г.). На разработку дозиметрических приборов устанавливался исключительно короткий срок 1–2 месяца (протокол С5-55 от 18. 03. 48). В Академии медицинских наук были организованы сектор дозиметрии для разработки дозиметрических приборов и радиационная лаборатория (протокол С5-1949 г. от 5 февраля 1948 г.).

На секции № 5 рассмотрено “Состояние и перспективы выпуска дозиметрической аппаратуры в 1949–1950 годах” (протокол С5-93 от 16 июня 1949 года). По докладу профессора Н. Г. Гусева утверждены “Предельно допустимые уровни и нормы облучения и концентрации радиоактивных веществ в воздухе и воде” (протокол С5-163 от 22 апреля 1952 г.).

Систематически рассматриваются появившиеся случаи лучевой болезни. Первые случаи хронической лучевой болезни (ХЛБ) были зафиксированы в 1949 году, а случаи острой лучевой болезни (ОЛБ) — в августе 1950 года на Комбинате № 817 в Челябинске-40.

На секции рассмотрена: “Временная инструкция по лечению острой лучевой болезни” (протокол С5-119 от 30 июня 1950), “О клинике лучевой болезни” (протокол С5-120 от 5 июля 1950 года), “О состоянии здоровья работающих на объектах ПГУ и АН” (протокол С5-123 от 31 августа 1950 г.), “Разработка методов профилактики лучевой болезни” — (протокол С5-168 от 1 апреля 1952 года). Секция № 5 внимательно следит за учащением случаев лучевой болезни. Вопрос “Разработка методов профилактики лучевой болезни” вновь был рассмотрен 1 июля 1952 г. Вопрос “Санитарные нормы проектирования радиохимических предприятий

и лабораторий” с докладом проф. А. А. Летавета, рассмотрен 3 июня 1953 года (протокол Н-7).

Институт биофизики впервые упоминается в протоколе С5-103 от 28 окт. 1949 года. До этого изучением воздействия излучений на живые организмы занималась биофизическая лаборатория (лаборатория Б) при Институте охраны труда и профзаболеваний.

Знания и опыт безопасного использования атомной энергии приобретались в результате совместной работы атомной промышленности и учреждений здравоохранения. Обстановка с техникой безопасности на заводах, перерабатывавших ядерное топливо, в первые годы была сложной. Недостаток экспериментальных данных, недостаток исследований по хроническому радиационному облучению, затрудняли проведение профилактических работ.

С годами методы дозиметрии совершенствовались и радиационная обстановка начала улучшаться. С 1960 года промышленность была полностью перестроена и практически уже были исключены новые случаи ХЛБ, однако с 1963 года появились случаи облучения и ХЛБ при внедрении “мирного атома”.

Для атомной индустрии России, кроме радиационного и ядерного травматизма, было характерно и появление новых вредных факторов на производстве. В 1960–1962 гг. обнаружилось превышение санитарных нормативов в промышленности производства бериллия — наиболее токсичного металла. В результате проведенных работ по реконструкции промышленных предприятий удалось снизить содержание бериллия в воздухе производственных помещений и добиться соблюдения санитарных норм.

В период становления атомной промышленности (1946–1947 гг.) учреждения здравоохранения отрасли состояли всего из 8 медсанчастей с 140 больничными койками. В дальнейшем в ПГУ было создано 11 поликлиник, 12 врачебных и фельдшерских пунктов. В 1955 году число медсанчастей увеличилось уже до 45, в 1966 г. до 57 с количеством мест в стационарах около 12 тыс. В 1966 г. насчитывалось 86 поликлиник, 220 здравпунктов, 33 профилактория. Члены семей работающих также пользовались медицинским обслуживанием наравне с работающими. Для военнослужащих военно-строительных отрядов было создано 7 госпиталей на 775 мест. Общее количество врачей, обслуживавших отрасль составляло в 1980 году 48,9 на 10 тыс. жителей. Многие медсанчасти отвечали оснащенностью высоким требованиям того времени.

В 80-е годы количество медсанчастей в отрасли возросло до 87. В Москве были открыты современная клиническая больница № 83, Центральная больница оздоровительного лечения (комплекс “Голубое”). За 50 лет было построено 146 зданий стационаров.

Профессиональная заболеваемость по годам неуклонно снижалась (в 1990 г. 2,2 случая на 10 тыс. работающих и 1,4 случая в 1994 г.)

Особое внимание медики уделяли условиям работы шахтеров на урановых рудниках. Неблагоприятное влияние на организм работающих в подземных рудниках вызвано облучением органов дыхания продуктами распада радона, которое со временем приводит к повышению заболеваемости и смертности от рака легких.

Анализ общей и профессиональной заболеваемости работающих в отрасли показывает, что заболеваемость органов дыхания стоит на первом месте, на втором месте сердечно — сосудистые заболевания и на третьем месте — адиационные воздействия ионизирующих излучений. В последние годы продолжают наблюдаться случаи хронической лучевой болезни, например, во ВНИИ экспериментальной физики в г. Саров и Сибирском химкомбинате (г. Томск-7)

Однако за почти 40 лет, прошедших после первого случая диагностирования ХЛБ на комбинате “Маяк”, большинство пострадавших живы, за ними ведется постоянное медицинское наблюдение, их последующие заболевания не связаны напрямую с облучением.

За весь период деятельности комбината “Маяк” в Челябинске-40 скончалось 260 человек с диагнозом ХЛБ. Профилактическая медицинская помощь в ряде случаев позволила помочь сохранить жизнь облученным пациентам с дозами 580 и даже 1300 бэр.

В период освоения нового производства на Комбинате “Маяк” в Челябинске-40 возникли практически все известные клинические формы радиационной патологии.

На заводах группы А (атомные реакторы) зарегистрировано 278 случаев лучевых заболеваний, из них 183 ХЛБ, 17 ОЛБ, 75 случаев лучевых ожогов и 3 случая лучевой катаракты.

На заводах группы Б (радиохимическое производство) зарегистрировано 1314 случаев лучевых заболеваний из них 1172 — ХЛБ, 12 — ОЛБ, 107 — ожоги.

На заводах группы В (плутониевое производство) произошел 481 случай лучевых поражений, из них большую часть составляют случаи ХЛБ, ОЛБ — 12 случаев, ожоги — 24 случая. Анализ показывает, что от момента контакта больных с излучением до начала патологических изменений проходит 8—10 лет.

На комбинате “Маяк” был 41 случай ОЛБ, на производстве “А”, причиной которых была ликвидация аварий из-за зависания твэлов в каналах и рассыпание их по полу при верхней разгрузке реактора. Наиболее опасно для здоровья работающих возникновение самоподдерживающейся цепной реакции, которых на “Маяке” было 4 случая. Все они произошли в результате грубого нарушения правил ТБ.

В первые годы медицинские осмотры работающих на основном производстве Минатома проводились 1 раз в 2 месяца. Такая система объяснялась отсутствием в медицинской литературе и практике здравоохранения опыта ранней диагностики лучевых заболеваний. Новое производст-

во требовало развития экспериментальных и клинических научных исследований.

Научными медико-гигиеническими исследованиями работ Минатома занимались 12 научно-исследовательских учреждений Минздрава России, в составе которых в 1994 году было 25 академиков и членов-корреспондентов РАН, 176 докторов наук, 700 кандидатов наук. Направления работ отвечали отраслевым задачам и были согласованы с Минатомом России. Прежде всего это изучение условий труда и состояния здоровья работников предприятий отрасли, создание нормативных документов. Минатом обслуживали такие учреждения Минздрава как Институт биофизики и его филиалы на объектах, НИИ гигиены труда и профзаболеваний и др.

Знаменитая в стране Клиническая больница № 6 в Москве была создана 9 августа 1948 года. В нее направлялись больные, подвергшиеся облучению радиацией, со всей территории страны, она стала головным медицинским учреждением отрасли. Ежегодно она обслуживает до 5 тыс. больных.

Поликлиника № 3 в Москве была организована приказом Минздрава 9 мая 1949 года. В 1974 году она была реорганизована, у нее появился стационар на 200 мест для обслуживания работников московских институтов и учреждений Минатома и оказания скорой и неотложной медицинской помощи.

В 1953 году появились первые публикации по теме: “Лучевая болезнь” нескольких авторов во главе с доктором Ангилиной Константиновной Гуськовой. В монографии впервые в научной практике были обобщены результаты лечения 2073 случаев лучевых заболеваний.

В результате участвовавших случаев облучения вследствие несанкционированной самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР) в 1957 году по инициативе министра Ефима Павловича Славского в Физико-энергетическом институте (г. Обнинск) была организована лаборатория ядерной безопасности, преобразованная в дальнейшем в отдел ядерной безопасности, существующий и поныне. В лаборатории были разработаны алгоритмы критических параметров систем с делящимися веществами, проведены экспериментальные и технологические исследования условий образования СЦР, разработаны рекомендации для обеспечения ядерной безопасности на производствах. Расчетно-теоретическое исследование было выполнено математическим отделом, который возглавлял Гурий Иванович Марчук — впоследствии президент Академии наук нашей страны.

До настоящего времени 50 тыс. человек работников Минатома находится под контролем по радиационной безопасности, у 195 из них отмечено повышенное содержание плутония в организме.

Численность врачей, обслуживающих Минатом и его предприятия, возросла за период с 1950 года до 1994 год с 895 человек, до 11978 чел., а количество медицинских специальностей возросло с 17 до 75.

Ухудшение демографической обстановки в России проявилось в последние годы и в районах расположения предприятий Минатома, где отмечается рост общей смертности и снижение рождаемости. За 10 последних лет рождаемость в закрытых городах снизилась вдвое, наблюдается отток населения в другие районы страны. Среди ветеранов предприятий имеет место более высокий (на 10–15%) общий уровень заболеваемости, чем в среднем по России. Это можно объяснить более регулярными углубленными медицинскими обследованиями. Отмечается устойчивая тенденция роста заболеваний нервной системы. За последние годы число больных алкоголизмом в закрытых городах Минатома увеличилось более чем в 2 раза, число наркоманов увеличилось в 10 раз, число больных венерическими заболеваниями увеличилось в 100 раз. Эти цифры тревожат потому, что в предыдущие годы случаи наркомании и венерических заболеваний были единичными.

Проводимые Минздравом России аналитические работы по заболеваемости персонала Минатома в течение многих лет были сигналом к принятию мер предупредительного характера.

О высоком уровне квалификации представителей Минздрава свидетельствует факт, случившийся в первый день Чернобыльской аварии. Уже в 16 часов 26 апреля 1986 года Минздрав потребовал от Правительственной Комиссии остановить действующие энергоблоки ЧАЭС и вывести из зоны облучения максимальное количество обслуживающего персонала. В прессе информация об этом факте не упоминалась.

С 1992 года в структуре Минатома произошли существенные изменения. Появилась необходимость усиления работы по ядерной безопасности. Производство ядерного оружия получило принципиально новое направление. Возросли проблемы безопасности хранения ядерных материалов. Большинство предприятий Минатома стало испытывать трудности экономического характера. Возникла необходимость замены оборудования для физической защиты ядерных материалов. Новые нормативные документы требуют от разработчиков новых регламентов в отношении учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных веществ и отходов, по совершенствованию системы измерений и контроля, по выявлению потерь, хищений и несанкционированного использования ядерных материалов и отходов. Возникли требования к дублированию системы учета и контроля. Все это вызывает необходимость проведения дополнительных затрат.

Обеспечение безопасности ядерного оружия, ядерных и радиоактивных изотопов является общегосударственной задачей.

Для решения технических проблем физической защиты ядерных и радиоактивных материалов в Минатоме создан специализированный институт “Элерон”. Разработку и поставку приборов и аппаратуры для радиационных измерений и для ядерного контроля осуществляет Институт приборостроения (СНИИП).

В последние годы в Минатоме образовался комплекс предприятий по созданию технических средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности, обеспечению сохранности и физической защиты-разработчики, изготовители, предприятия по внедрению устройств и установок. Около 4,5 тысяч предприятий были оборудованы комплексными средствами охраны, в том числе объекты Минобороны. Конструкторское бюро автотракторного оборудования (КБАТО г. Мытищи) разработало на шасси уже имеющихся транспортных средств специализированные вагоны, автомобили, тягачи, контейнеры. В результате выпущено 100 автомобилей типа НГ-9Т-1, защищенных от пуль, осколков, пожаров и опрокидываний, создан парк железнодорожных вагонов для перевозки специзделий в количестве нескольких сот единиц.

США, Франция, Германия и Англия оказывают помощь России по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, переоборудованию вагонов для перевозки ядерных боеприпасов, ликвидации аварий, поставляют вычислительную технику для учета и контроля за сохранностью специальных изделий.

Концепция ядерной и радиационной безопасности, физической защиты ядерных и радиационных материалов в последние годы изменилась, поэтому изменились требования к организации работ и даже к приборам контроля. Это приводит к тому, что в современных условиях приборы приходится переделывать или заменять другими.

В Минатоме была выработана система, при которой обязанности по созданию средств контроля и физической защиты ядерных материалов были распределены между несколькими организациями — ЦНИИАтоминформ (осуществляет нормативные и информационные функции), ВНИИ автоматики (осуществляет обеспечение системы учета и контроля ядерных материалов), ВНИИ Органических материалов (осуществляет методическое обеспечение идентификации ядерных и радиационных материалов), фирма “Элерон” создает аппаратурное обеспечение, заводы поставляют аппаратуру.

В прошлом принципами обеспечения сохранности ядерных материалов в России являлись режим секретности, установление норм потерь, посменная регистрация продукции и осуществление военизированной охраны. Существовала концепция наличия лишь внешней угрозы ядерным материалам. Система физической защиты строилась по принципу централизации. Закрытость государственной границы, стабильность внутриполитической обстановки, контроль за населением и персоналом атомных объектов, первоочередное финансирование ядерного комплекса, высокая благонадежность, более высокие заработки и престижность работы делали физическую защиту символической. С 1992 года эти концепции существенно изменились.

Аварии в атомной промышленности

Различные радиационные и ядерные аварии в атомной индустрии происходили во всех сферах деятельности: в научных исследованиях, в промышленном производстве, при ядерных испытаниях, в атомной энергетике. Большинство аварий носило локальный характер и были устранимыми.

Первый несчастный случай со смертельным исходом, связанный с ядерной аварией, произошел в Арзамасе-16 в 1949 году. По официальным данным в атомной промышленности произошло за 50 лет 23 случая неуправляемой самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР), в которых пострадали люди, из них 12 случаев в промышленности и 11 случаев в научных исследованиях.

Наиболее крупными ядерными и радиационными авариями в России являются аварии 1957 года на Комбинате “Маяк” — на промышленном предприятии Минатома, которую относят к радиационной аварии, и в 1986 году на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), которую относят к ядерной аварии. Чернобыльская АЭС в это время подчинялась Минэнерго Украины.

29 сентября 1957 года на Комбинате “Маяк” взорвалась емкость № 14 хранилища жидких радиоактивных отходов. Причиной взрыва явилось полное осушение емкости и превращение сухого осадка этой емкости (отходы целлюлозы) в химическое взрывчатое вещество. Этот взрыв не был неожиданностью. Мощность взрыва соответствовала 50 тоннам тротила. Суммарная радиоактивность выброса составляла 20 миллионов Кюри, преимущественно изотопа стронция-90. Плотность загрязнения на площади 1,5 кв. километра превышала 50 тысяч Кюри на кв. километр. Доза на поверхности почвы составляла 1500 рентген в час. Большая часть активности осела на промплощадке (18 миллионов Кюри). Около 2-х миллионов Кюри радиоактивности выпало за пределами территории предприятия. В результате возник “Восточно-Уральский радиоактивный след” площадью около 1000 квадратных километров (длина 105 км, ширина 8–9 км). При взрыве крышка емкости из бетона, толщиной 3 метра, была расколота и отброшена от места взрыва на несколько десятков метров. Непосредственно от взрыва и радиации в момент аварии никто не пострадал. На площадке хранения радиоактивных отходов осталось еще 59 таких же емкостей и опасались новых взрывов.

Вследствие загрязнения радиоактивностью полей, лесов, поселков и жилья сельского населения на пути радиоактивного следа администрация Челябинской области была вынуждена совместно с Комбинатом “Маяк” ликвидировать 23 населенных пункта с отселением 10180 жителей. Государство потратило более 20 миллионов рублей на строительство новых поселков, покупку скота и другие расходы. Дезактивировать всю загрязненную территорию оказалось невозможным. Территорию следа изолировали, обнесли колючей проволокой и установили знаки опасности. В марте 1958 года

в районе радиоактивного следа создали специальную научно-исследовательскую станцию для наблюдения за окружающей средой и контроля за загрязненной зоной, в которой запрещались сбор грибов и ягод, заготовка дров и сена, ловля рыбы и охота. В 1968 году на территории следа был создан заповедник.

Вследствие радиационной аварии 29 сентября 1957 года на ПО “Маяк” загрязнение земель лесного фонда наблюдаются на площади 647 тыс. га, в том числе в Челябинской области 424, Свердловской — 183, Курганской — 39 тыс. га.

Запретная зона действует до настоящего времени. Уровень радиоактивности за эти годы снизился в 100–1000 раз, однако в ряде мест продолжает превышать допустимые нормы для населения. На территории “следа” в зоне отчуждения строится Южно-Уральская атомная электростанция.

Ликвидация загрязнения от радиоактивности, выброшенной из емкости на территорию Комбината “Маяк” в количестве около 18 миллионов Кюри, представляла собой подвиг, совершенный коллективом этого комбината и привлеченными организациями. Опыт, приобретенный в результате ликвидации аварии на Комбинате “Маяк” впоследствии был использован на Чернобыльской АЭС.

Более чем 40-летняя деятельность Комбината “Маяк” привела к накоплению больших количеств радиоактивных отходов и значительному загрязнению региона площадью около 270 квадратных километров. В течение почти 40 лет радиоактивные отходы радиохимического производства сбрасывались в наземный водоем озера Карачай, из которого радионуклиды проникли в подземные горизонты и распространились на 2,5–3 км от озера, достигнув реки Мишеляк, в настоящее время проходит под руслом реки на глубине всего 15 метров. Озеро Карачай содержит радиоактивность около 120 тысяч Кюри.

В 1949–1951 годах сброс отходов радиохимического производства ПО “Маяк” производился в открытую систему Обского бассейна через реку Теча в расчете на то, что при разбавлении водой радиоактивность будет вынесена. Однако этот расчет не оправдался. Радиоактивность накапливалась вблизи места сброса до такой степени, что стала влиять на окружающую природу. Чтобы уменьшить влияние радиоактивных сбросов, было принято решение создать систему плотин с каскадом водоемов. Общая активность долгоживущих нуклидов в этих водоемах составляет около 200 тыс. Кюри.

Вследствие аварийных ситуаций и радиационных инцидентов за первое десятилетие работы Комбината “Маяк” у 20% персонала диагностирована профпатология лучевой болезни. В последующие годы в связи с совершенствованием технологических процессов и улучшением санитар-

но-гигиенических мероприятий радиационные воздействия на персонал снизились.

26 апреля 1986 года в 1 час 24 минуты Московского времени произошел взрыв реактора типа РБМК на Чернобыльской атомной станции, приведенного оперативным персоналом Минэнерго Украины в неуправляемое состояние. Сила взрыва реактора составляла около 500 кг в тротиловом эквиваленте (в 10 раз меньше, чем при аварии на Комбинате “Маяк”). По проекту атомный реактор не имел защитной оболочки, но если бы оболочка и была, она бы не выдержала взрыва такой силы.

Из реактора при взрыве было выброшено по некоторым расчетам более 5% топлива (загрузка 180 тонн), свыше 50 миллионов Кюри радиоактивных веществ, а вследствие начавшегося пожара выделение летучих радиоактивных изотопов из топлива активно продолжалось в течение десяти дней.

В результате аварии, пожара и вследствие изменения направления ветра были загрязнены радиоактивностью, преимущественно, изотопами плутония-239, цезия-137 и стронция-90 большие территории Украины (9,4 тысячи квадратных километров), Белоруссии (16,6 тысячи квадратных километров) и России (2 тысячи квадратных километров), а также ряда стран Европы. Лишь к 1995 году все эти территории, кроме непосредственно примыкающих к Чернобыльской АЭС, стали пригодны для проживания людей и сельскохозяйственной деятельности.

В результате аварии в больницы были помещены 237 человек получивших повышенные дозы радиации, из них 134 имели острую лучевую болезнь. Во время взрыва погибло 2 человека и затем в течение примерно одного месяца от лучевого поражения умерло 28 человек и в последующем еще 10 человек умерло от различных осложнений.

Отдаленные последствия Чернобыльской аварии состоят в снижении иммунитета у лиц, занимавшихся ликвидацией последствий аварии на ЧАЭС, увеличении заболеваний раком щитовидной железы у детей — около 400 случаев в Белоруссии, 220 случаев на Украине и 60 случаев в России, загрязнении радиацией значительных территорий.

На территориях, загрязненных в результате Чернобыльской аварии радиоэкологическая обстановка остается неизменной в течение ряда лет. Уровни загрязнения от 15 до 40 и более Кюри на квадратный километр имеются только в Брянской области, от 5 до 15 в 4-х областях в Брянской, Калужской, Орловской и Тульской, от 1 до 5 Кюри на квадратный километр — в 19 областях и субъектах Российской Федерации-Брянской, Белгородской, Воронежской, Калужской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Нижегородской, Орловской, Пензенской, Рязанской, Саратовской, Смоленской, Тульской, Тамбовской, Ульяновской областях, в Мордовии, Татарстане и Чувашии. Общая площадь загрязненных земель — 57 тыс. кв. км.

На территориях, пострадавших в результате Чернобыльской аварии проведен комплекс агротехнических и агрохимических мероприятий для получения чистой сельскохозяйственной продукции. Ликвидация последствий аварии на Чернобыльской АЭС стала подвигом народов всей нашей страны и была завершена созданием в ноябре 1986 г. специального объекта “Укрытие” над разрушенным блоком. Основную работу по созданию этого сооружения выполнили рабочие и инженеры Минатома РФ. В ликвидации аварии участвовало 21 тыс. рабочих и ИТР и лишь 0,6% из них получили дозу облучения более 25 бэр.

Авария в Чернобыле в 1986 году, на американской станции Три Майл Айленд в 1979 году, в Англии в 1957 году на атомной станции показали, что величина фактической вероятности крупной аварии на действующих атомных станциях мира превышает расчетную величину приблизительно в 1000 раз. Чернобыльская авария показала, что так, как во всем мире и в России строили атомные станции, больше строить нельзя. Даже современные атомные станции отличаются от станций первого поколения наличием защитной оболочки, не защищены от аварии и ее последствий. Сила взрыва в Чернобыле была столь мощной, что и защитная оболочка, если бы она была, от разрушения здания и реактора не спасла бы.

Каждый атом в реакторе атомной станции выделяет энергию в несколько миллионов раз больше, чем выделяется энергии от каждого атома, сожженного при химической реакции в паровых котлах тепловой энергетики. За это преимущество в энергии надо платить усилением безопасности, усилением защиты АЭС.

Академик Андрей Дмитриевич Сахаров не был энергетиком, он был Великим физиком нашего времени. Он чувствовал опасность и коварство атома и предлагал строить атомные электростанции под землей. “Отец американской водородной бомбы” Эдвард Теллер солидарен с этим мнением и также считает правильным, что реакторы атомных станций необходимо строить под землей.

Еще одна крупная авария произошла в апреле 1967 года, когда с поверхности обмелевшего озера Карачай было сдуто ветром около 600 Кюри радиоактивных аэрозолей, что потребовало проведения мер по дезактивации. С 1986 года ведутся работы по засыпке озера Карачай грунтом и бетонными блоками. К 1995 году площадь поверхности озера сократилась на 80 процентов и составляла 15 га.

Весной 1993 г. на Комбинате № 816 в Томске-7 произошел взрыв емкости с радиоактивными веществами. В результате взрыва была незначительно загрязнена территория за пределами санитарной зоны комбината.

В процессе испытаний ядерного оружия и при проведении ядерных взрывов в мирных целях также возникали нештатные ситуации, приводившие к радиоактивному загрязнению местности и переобучению испытате-

лей и населения. Так, 14 октября 1969 года на Северном полигоне Новой Земли произошла нештатная ситуация, выразившаяся в том, что через 60 минут после взрыва произошел неожиданный прорыв парогазовой смеси по тектонической трещине. На площадке испытаний, где уже находились люди, мощность дозы достигла нескольких сотен рентген в час. Люди были срочно эвакуированы. Радиоактивное облако стало распространяться и было обнаружено в 500 километрах от места испытаний в северо-западном районе Баренцова моря.

Еще одна нештатная ситуация произошла при групповом ядерном взрыве 25 октября 1984 года в штольне "В" на Северном полигоне, когда радиоактивные инертные газы просочились в районе эпицентра взрыва, создав мощность дозы до 500 рентген в час. Через несколько часов эти газы распространились на акваторию Карского моря и далее до района г. Сургут. Радиоактивные осадки отсутствовали. Нештатная ситуация возникла и во время испытаний 2 августа 1987 года в штольне "В" Северного полигона. Через 1,5 минуты после взрыва произошел прорыв парогазовой смеси по трещине естественного разлома подтаившего ледника по оси штольни. Мощность дозы достигала 500 рентген в час.

При проведении атомных взрывов в интересах промышленности также имели место аварийные ситуации. Так, 2 и 8 сентября 1969 года на Осинском нефтяном месторождении в Пермской области в 20 км от г. Оса после взрывов наблюдался выход на поверхность пластовых вод и загрязнение приустьевых площадок. С тех пор там ведется контроль Госсанэпиднадзором и ВНИИ протехнологии.

На Астраханском газоконденсатном месторождении в 1980–1984 годах было произведено 15 ядерных взрывов мощностью до 10 килотонн на глубине 850–1100 метров. На некоторых участках приустьевых площадок возникли загрязнения с мощностью дозы до 40 мкр в час.

На территории Оренбургской области в 1971–1973 годах были проведены 2 подземных ядерных взрыва с целью создания емкостей на глубине 1140 м. В результате нештатной ситуации 25 тыс. кубометров загрязненного грунта было захоронено.

Атомный век наступил в 1945 году, когда от атомных взрывов в Хиросиме и Нагасаки погибло 241 тысяча мирных жителей этих городов. Все работы в России, США и других странах, владеющих ядерным оружием или работающих с ядерными и радиационными материалами, сопровождались ядерными и радиационными авариями и катастрофами. По мере совершенствования техники и технологии их становилось все меньше и последствия ослабевали.

По данным Минздрава России за 50 лет в атомной индустрии получили инвалидность вследствие аварий и профессиональных заболеваний 4769 человек, в том числе в период 1949–1950 гг.— 2292 человека, а в период 1991–1995 гг.— 108 человек.

Вместе с тем, установлено многочисленными научными исследованиями и является неоспоримым фактом, что не наблюдается вредных последствий в состоянии здоровья людей, длительное время выполняющих работы и получающих дозы облучения в пределах, установленных санитарными нормами при надлежащем контроле. Напротив, небольшие дозы облучения приводят к повышению жизненной активности и снижению заболеваемости работающих.

Несмотря на сравнительно невысокий общий уровень травматизма Минатом совместно с Минздравом, Госсанэпиднадзором, профсоюзами и другими организациями России систематически занимался проблемами снижения аварийности и производственного травматизма на своих предприятиях.

Нормы облучения производственного персонала уменьшались. Так, в 1925 г. они составляли 156 бэр в год, в 1930 — 30 бэр в год, в 1948 — 30 бэр в год, 1954 — 15, 1960 — 5, 1987 — 2 бэра в год (для вновь сооружаемых объектов). Для населения норма облучения сократилась в 15 раз.

В период 1961–1962 гг. уровни радиоактивных выпадений в северных регионах России возросли в 200–300 раз по сравнению с 1960 годом, однако они быстро снижались и величины реального облучения в последующие годы находились в пределах доз от естественного уровня радиации для населения страны (10–25 мкр/час). Однако это кратковременное воздействие следует отнести к аварийным.

Многолетние исследования северных народностей нашей страны и данные медицинской статистики свидетельствуют о том, что признаки онкопатологии на щитовидную железу могут быть объяснены лишь воздействием радионуклидов йода.

Имеют место и другие последствия радиационных и ядерных аварий и катастроф. Так в ряде районов страны население страдает расстройством здоровья, не связанным с непосредственным воздействием радиации, а обусловленным психологическими напряжениями и стрессами. В связи с этим возникают различные болезни, которые не пропорциональны полученным дозам. С таким населением необходимо работать врачам-психотерапевтам.



Часть II
Минатом
через 50 лет

ГЛАВА 1 ИСПОВЕДИ АТОМНОГО ВЕКА

Интервью с первым заместителем министра Виктором Никитовичем Михайловым

Михайлов всегда был “оружейщиком”. Он не менял свои взгляды, он всегда оставался самим собой, даже в те минуты, когда ему было это крайне невыгодно... Что греха таить, члены правительства не пользовались авторитетом в среде ученых — новая власть, к сожалению, поставила отечественную науку в крайне тяжелое положение. Как министр, Михайлов поддерживал ученых. Однако в Академии наук все-таки сначала он был министром, а потом уже ученым, что, кстати сказать, по отношению именно к Михайлову неверно — он всегда сначала был ученым... Академия — организация инерционная, и под это “колесо” Виктор Никитович “попал” трижды — его заслуги как ученого признавали, но аллергия к чиновникам все-таки побеждала, и Михайлов не набирал нужного количества голосов. И вдруг на очередном Общем собрании РАН я узнаю, что Михайлов сразу выдвигается в академики, минуя стадию члена-корреспондента”. Да, в истории Академии такие случаи были, кстати, в том же Арзамасе-16, где работал А.Д. Сахаров, но то были все же исключения, а не правила. И, все-таки, Михайлов стал “исключением”. Уверенность в своих силах, в том, что уже сделано, — и академики проголосовали “за”! Этот факт говорит о многом: как о самом кандидате, так и об Академии — талант должен быть оценен по достоинству, и если такое случается, то свидетельствует о коллективной мудрости Академии... Кстати, Михайлов оказался единст-

венным, кто был избран из государственных чиновников — в Академию мечтали попасть многие из высших руководителей страны. И это еще один штрих нашей действительности, в которой Виктору Никитовичу Михайлову отведена особая роль.

— Вы смелый человек, Виктор Никитович?

— Пожалуй...

— Я задал этот вопрос не случайно. В судьбе Михайлова не однажды приходилось в полной мере доказывать, что быть настоящим мужчиной — значит уметь действовать решительно в самых сложных ситуациях. Причем не только в тех случаях, когда жизни угрожает опасность (и такое случалось), но и тогда, когда от твоего решения зависит судьба Родины. Может быть, журналисту “выгоднее” рассказать, как однажды под Семипалатинском Михайлов с коллегами попал в пургу, как занесло снегом “газик”, как кончилось горючее и все начали замерзать. И только мужество и решительность помогли избежать гибели... Или при аварии после ядерного взрыва, когда опасное облако газов вырвалось из штольни, а у устья стояла измерительная аппаратура, и вместо того, чтобы бежать, как сделали другие, Михайлов со своими сотрудниками бросился к штольне, чтобы забрать пленки и данные измерений, а потом уже улетели на последнем вертолете... А может быть, о событиях в военные годы? Тогда он с мамой и сестренками уходил от немцев — и были холод и голод, но все-таки выдержали...

Для журналиста и писателя каждый такой случай — пример мужества и храбрости, настоящих мужских поступков, а потому ими легко иллюстрировать рассказ о человеке, о котором пишешь. Но для меня “символом смелости” Михайлова, если можно так выразиться, стал совсем иной случай. Это было в Арзамасе-16, когда туда прилетел Президент России Борис Ельцин.

То было в феврале 1992 года. Шла великая ломка всего, что было. И в первую очередь — военно-промышленного комплекса. Новое руководство России опасалось этой силы, а потому смена вывесок и обладателей министерских портфелей стало повседневностью. Средмаш всегда был оплотом страны, на нем держалась ядерная мощь государства. Переименовать министерства особого труда не требовало, а вот кто его должен возглавить? На пост министра не могли быть назначены те, которые руководили Средмашем. Так кто же?

Сам Ельцин принять решения не мог — это ведь особая отрасль, тут тех, кто выступает на митингах и поддерживает его, не назначишь...

В Арзамасе-16 Ельцин познакомился с образцами ядерного оружия. Там, на предприятии в окружении ученых и конструкторов он и спросил, кого они, создатели оружия, хотели бы видеть министром? Естественно, арзамасцы предложили своего “земляка” — Виктора Никитовича Михайлова. Он в то время был заместителем министра по оружейному комплексу. Такое предложение было необычным: всегда Средмаш возглавляли “промышленники” — ведь

создание оружия занимает небольшую, хотя и существенную часть атомной промышленности страны... Михайлов все-таки согласился занять это кресло. “Я знал, что надо спасать нашу атомную индустрию”, — сказал мне однажды Виктор Никитович, и я знаю, что он не лукавил. Он умеет брать ответственность на себя — и именно в этом заключается истинная смелость человека.

Оглядываясь на события прошлого, могу теперь с уверенностью сказать, что это было верное решение, принятое Президентом страны. Ни разу ему не пришлось краснеть за атомного министра России. Министры в правительстве, и оно само менялись регулярно, а Михайлов “был на своем месте” около шести лет — вот, что значит роль профессионала и истинного патриота в современной жизни!

С Виктором Никитовичем мы были знакомы давно. Однажды для моих друзей — журналистов Франции и Японии — он помог устроить встречу с главными конструкторами оружия. Такое случилось впервые в истории, и мир наконец-то узнал о них! Вел встречу руководитель оружейного комплекса министерства Виктор Никитович Михайлов. Разговор получился интересным и важным, впервые была высказана объективная картина разоружения, реальные проблемы и сложности. Рассказ об этой встрече появился и наших газетах и, естественно, во Франции и Японии. А затем в одной из центральных газет было напечатано письмо группы ученых и общественных деятелей, где и ядерщики и я объявлялись “ястребами”. К сожалению, как обычно бывает, авторы коллективного письма совсем не представляли ничего о ядерном оружии, но тем не менее стремились заработать на нем политический капитал. Не буду скрывать, но было обидно читать о себе как об “ястребе”...

— Напрасно обижаешься, — рассмеялся Михайлов, — ястреб — прекрасная птица. По-моему, она даже в “Красной книге”, а значит, все должны ее беречь...

И каково же было мое удивление, когда Виктор Никитович подарил свою книгу, на обложке которой значилось: “Я — ястреб!”. Книга честная. Она еще раз свидетельствует о характере автора, который умеет реально оценивать происходящее, находить оптимальные выходы из самых трудных ситуаций, и никогда не изменять самому себе, своим взглядам и убеждениям. Вот почему свой первый вопрос академику Михайлову я сформулировал так:

— Вы смелый человек, Виктор Никитович?

— Пожалуй...

— Я имею в виду, что вы единственный человек, который произнес во всеуслышанье: “Я — ястреб!”

— Не могут же все в стране быть “голубями”! Природа так устроена: будут одни голуби, тут же вырождаются, станут уродами, калеками. В природе нужен баланс. И в обществе тоже... Я так откровенно высказываюсь, потому что хочу поддержать тех, кто свой талант, призвание, труд

отдал на защиту наших рубежей. Я считаю, что это “вечная” профессия и с молоком матери должна передаваться мужчинам из поколения в поколение. Вспомните картину “Три богатыря”. Разве народ не славил всегда защитников Родины!? Так что, дело не во мне, просто я хотел поддержать в это трудное и сложное время тех, кто работает на оборону страны.

— *Часто говорят, мол, мы живем в атомном веке. Что это означает для вас как для человека, как для ученого, как для руководителя?*

— За полвека человечество освоило новый источник энергии. Это тот самый источник, который “топит” звезды. Вокруг нас весь космический мир основан на ядерной и термоядерной энергии. Не имеет особой разницы, как назвать — то ли ядерный распад, то ли ядерный синтез...

— *И это человек почувствовал, когда взорвал атомную бомбу?*

— Да. Мы тогда прикоснулись к звездам.... То первые были шаги “атомного века”, а сегодня каждая шестая лампочка горит от энергии, произведенной на атомных станциях, от энергии деления ядер... Я думаю, что пройдет время — десятки лет или сотня, но все в нашем мире — транспорт, авиация — будут основаны на атомной энергии. В ней огромные возможности, и надо научиться ее использовать. Именно к этому мы сегодня стремимся... В ядерном реакторе сегодня мы получаем только тепло, это тепло преобразуем с помощью турбогенератора в электричество. Атомная бомба — это демонстрация мощи атомной энергии. Так сказать, символ “атомного века”. Могучий, необычный, подчас страшный символ...

— *Как Вы попали в физики-ядерщики?*

— Учился я на “отлично”, и на третьем курсе меня отобрали в теоретики. Нас было несколько человек. Дипломную работу я уже делал в Арзамасе-16. Приехал в институт Зельдович, и взял меня к себе. В Арзамас-16 я поехал с удовольствием: на третьем курсе я женился, потом родился сын, и мы втроем жили на шести квадратных метрах. На “Объекте” же мне сразу предоставили комнату в двухкомнатной квартире. Она была целых 16 метров... Да и зарплата была 140 рублей, нет — в тех деньгах тысяча четыреста...

— *Почему Зельдович приехал в институт?*

— Он часто бывал в МИФИ. Со всеми выпускниками-теоретиками знакомился. Двух-трех человек обязательно забирал к себе. Правда, из моего выпуска взял только меня. Так я попал в сектор Зельдовича на “Объекте”.

— *И чем занимались?*

— Диплом я уже писал о сжатии сверхмалых масс. Проще говоря: исследовались малые массы урана, плутония с целью перевода их в критическое состояние, т.е. шел поиск принципиально новых методов создания ядерных зарядов... Это были 57-й и 58-й годы.

— *Было впечатление, что вы держите в руках нечто очень могучее?*

— Такое ощущение впервые появилось, когда я увидел воздушное ядерное испытание. А потом и подземные взрывы, к которым имел прямое отношение. И естественно, каждая удача коллектива, в котором я работал, возвышала, придавала уверенность, ведь мы вырывали очередную частичку тайны у Природы. Были, конечно, и неудачи, но возвышал именно успех. Это торжество человеческого разума, который одерживает победу! Каждый взрыв был сам по себе уникален — не только в постановке задачи, по диагностике, но и по физической схеме, которая применялось в этом ядерном боеприпасе. Для разных целей делались такие “изделия”, в том числе и для мирного использования, но все эти боеприпасы не повторяли друг друга. Сами по себе эти “изделия” очень тонкие произведения техники, они реагируют на малейшие изменения, которые появляются в технологии или материалах, а потому требовалась полная концентрация сил... Ну, а когда все получается, совсем иное чувство. А мы уже узнавали об успехе “по ногам”, т.е. по характеру движения тверди. Такое впечатление, будто с берега в лодку прыгаешь... Так что мощность мы сразу определяли: оправдались наши надежды или нет. Да, вот говорят нужны суперЭВМ, новые машины и так далее. Конечно, они нужны и полезны, но все, что заложишь в ЭВМ, то и получишь. Просто машина позволяет определять что-то более точно и быстро, но принципиально нового на ней не получишь. Тут уж и “ноги” нужны да и “голова”, и, естественно, нестандартность мышления. Так что, когда услышите, что все в оружии можно рассчитать на ЭВМ, не верьте!..

— *У вашего учителя вообще их не было! Я имею в виду Якова Борисовича Зельдовича. Кстати, каким он был?*

— Замечательный! Это был очень общительный человек, с нами на “ты”, как с коллегами. Никакого начальственного тона... Более того, многие, и я в том числе, занимали у него деньги... Правда, он следил, чтобы возвращали вовремя... Он был великолепным ученым, хотя многое в нем меня поражало. В МИФИ всегда была фундаментальная подготовка. Я сдавал экзамены, к примеру, академику Ландау. Приезжал к нему на Воробьевы горы, где он жил в Институте физпроблем. Он давал задание и уходил. В кабинете — множество книг, не только специальных, но и художественных. Я запомнил два тома “Угрюм-реки” — они выделялись обложками... Так вот, этот факт говорит о том, как готовили тогда специалистов в физических институтах. Иногда прибежал в сектор Я.Б. Зельдович и воодушевленно говорил, как можно решить ту или иную задачу. Но вскоре оказывалось, что этот метод уже хорошо известен — мы с ним познакомились в институте, а для Зельдовича он казался внове... И меня удивляло: как это член-корр. Зельдович (академиком он станет позже) не знает в общем-то простых вещей. И двойственное чувство возникало к Якову Борисовичу — с одной стороны, он великий ученый, а с другой — не постиг таких простых уравнений, которые знакомы ка-

ждому выпускнику МИФИ... Но кругозор в физике у него был широчайший, и это позволяло ему на любую проблему взглянуть комплексно и глубже других.

— *А Харитон?*

— Экспериментальная физика. Здесь он был великолепен, и это позволяло получить великолепные результаты. Он умел глядеть шире, чем другие, и чувствовал главные направления в работе... Кстати, Зельдович — чуть не забыл сказать! — всегда был окружен молодежью. Он любил рассказывать и слушать. А вот Андрей Дмитриевич Сахаров был замкнут, с молодежью общался мало.

— *Как вы взаимодействовали — ведь, как известно, был “сектор Зельдовича” и “сектор Сахарова”?* Казалось бы, конкуренты...

— Мы работали на одном этаже. Разделение мы только чувствовали во время выдачи зарплаты — просто разные ведомости были, а фактически работали вместе. Впрочем, негласно разделение все-таки существовало: сектор Зельдовича занимался “первичным узлом”, т.е. ядерным зарядом, а Андрей Дмитриевич — водородными зарядами... Но потом и тут возник “перехлест”. В частности, группа молодых теоретиков — нас было четверо — сумели создать новый тип оружия с очень высокими удельными характеристиками, т.е. мы тогда догнали американцев. До этого было около тридцати воздушных испытаний под руководством Зельдовича и Сахарова, но ничего не получалось.

— *Почему?*

— Я считаю так: всему свое время! Молодые впитывают опыт и знания старшего поколения и выходят на новый уровень. Только в этом случае появляется шанс... Та атмосфера, обстановка на “Объекте” позволяла быстро расти молодым. И не только на работе было общение, но и вечерами, и на волейбольной площадке, и за шахматной доской.

— *От того времени именно такое осталось впечатление?*

— Самое прекрасное! Могу сказать, что я прикоснулся тогда к фундаментальным работам, к большой физике, к настоящей науке. Казалось бы, речь шла только о создании атомного и водородного оружия, но это не совсем так. Здесь на “Объекте” я понял самое важное: как абстрактная наука превращается в реальность, как возникает мостик между фундаментальными исследованиями и жизнью. Это необычайно интересно.

— *Итак, как ученый вы сформировались в то время и, именно в Арзамасе-16?*

— Безусловно. Арзамас-16 и Челябинск-70 — это бесценный научный потенциал России. Будь я где-то в другом месте, вероятнее всего, я не смог бы работать в науке на таком уровне. “Планку” физики в этих научных центрах держали очень высоко.

— *Это все-таки заслуга научного руководителя “Объекта”?*

— Всех, кто работал в те годы в Арзамасе-16. Юлий Борисович Харитон был все-таки отдален от нас. Он больше общался с Сахаровым, Зельдо-

вичем, другими физиками старшего поколения. Он внимательно прислушивался к мнению теоретиков, в том числе и молодых. Конечно, на совещаниях у него я бывал очень много раз. Особенно, когда начались “наши” проекты. Создавался коллектив математиков, физиков-экспериментаторов в области газовой динамики. Ну, а во главе стоял теоретик, чью идею эта группа осуществляла. Естественно, он и отвечал за успех работы, но особенно строго за неудачу.

— *У вас их было много?*

— Были, конечно... Две или три наиболее трудные, потому что не удалось найти их причину и объяснить случившееся. И всегда неудача сильно отбрасывала теоретика или все направление назад.

— *А успехи?*

— В 66-м году, когда совместно с теоретиками Г.Гончаровым, В.Пи-наевым и И.Куриловым сделали современное оружие — это, конечно, был колоссальный успех! Так сказать, по удельным характеристикам мы сделали оружие на мировом уровне, как ни парадоксально это звучит! А раньше мы отставали от американцев в два-три раза. Если к тому же учитывать, что мы отставали по электронной части, то, сами понимаете, какое это имело значение для страны... Тогда было соревнование с американцами, и мы не позволили им выиграть у нас. Хотя, конечно, для нас, теоретиков, важнее было другое: возможность проявить свои способности, знания, талант. Для каждого человека, а в особенности для ученого, это очень важно. Успех и признание стимулируют более эффективную работу.

— *Сегодня вы научный руководитель Арзамаса-16. Почему там нет такой же атмосферы в работе, как в те годы?*

— Время, конечно, накладывает свой отпечаток. Впрочем определенный раскол начался еще при Зельдовиче и Сахарове, но усилился после их отъезда. Люди выросли, они нуждаются в своем коллективе, в возможности самим решать те или иные проблемы... Это, в принципе, очень хорошая черта. Возникла классическая проблема “отцов” и “детей”, она типична для любого коллектива. А тут началась грандиозная перестройка в стране, переход к рынку, конверсия. Для каждого ученого встала острая необходимость найти свое место в этой сложной обстановке... Я не могу уделять много времени Арзамасу-16, хотя и являюсь научным руководителем. Они меня просили занять этот пост. Надо было как-то погасить ту борьбу, которая возникла там между двумя коллективами. И, пожалуй, это был единственный выход... Почему возникла такая ситуация? Наверное, лучше всего на это мог бы ответить сам Харитон. То ли он постарел, то ли слишком многие “оперились”...

— *Полвека руководить ядерным центром — это подвиг! Кстати, многие считали, что будь Харитон в годы перестройки помоложе лет на двадцать, то острой ситуации вокруг Арзамаса-16 не сложилось бы...*

— Дело не в Харитоне... Время изменилось. Одна из самых больших стратегических ошибок руководства Арзамаса-16 в том, что они вовремя не заметили изменения ситуации. Лос-Аламос всегда имел 30–40 процентов гражданской тематики. И сегодня им очень сложно, хотя требуется всего 50–60 процентов таких работ — и они говорят о кризисе!... А мы ведь все время занимались лишь военной тематикой. Количество типов ядерных боеприпасов настолько велико, что стало неразумным!.. Когда я стал министром, то увидел это весьма ясно. В 70-х годах в угоду отдельным личностям пошли на расширение типов “изделий”. Количество их и столь широкий типаж не нужен для обеспечения обороны страны, но тем не менее они делались... Надо было организовать исследования по фундаментальным проблемам для гражданского направления, а не “штамповать” боеголовки. Применений специалистам Арзамаса-16 множество: от космологии до электроники... Кстати, Зельдович интересовался этими направлениями, подталкивал к ним, но он уехал. К сожалению, те, кто хотел заниматься сугубо мирными областями науки, вынуждены были уехать с “Объекта” — здесь они не находили должной поддержки.

— *Все-таки, на мой взгляд, это была стратегическая ошибка не ученых, а политического руководства страны?*

— Конечно. Но тем не менее руководители Арзамаса-16 могли добиться расширения тематики, возможности работать в широком секторе науки — у них был большой авторитет “на самом верху”, и к их мнению прислушались руководители государства.

— *Может быть, “звездная болезнь” затягивала?*

— Не думаю, что количество звезд прельщало... У меня было много знакомых в Арзамасе-16 среди рабочих, инженеров, специалистов вредных производств. Среди них было много больных людей, в том числе — профессионально больных, которые получили большие дозы. Для них и одна Звезда Героя имела бы принципиально важное значение — я имею в виду разные социальные условия, но они, естественно, ничего не получали. А руководство получило уже по третьей Звезде. Понятно, что это вызывало недовольство в коллективе. Почему-то получалось, что успех дела зависит от двух-трех человек — принцип награждения о том свидетельствует, а это неверно... Так что традиции в Арзамасе-16 есть не только хорошие... Однако маховик крутится, он очень инерционен, а потому при рассказе о работе Федерального ядерного центра вы должны учитывать и светлые и темные стороны.

— *Вернемся в прошлое... Итак, вы начали работать в секторе Зельдовича, а дальше?*

— Сначала младший научный сотрудник. Затем прошел все ступеньки служебной лестницы — до начальника теоретического отдела. Это была очень высокая должность. В 69-м году жена не захотела больше жить в закрытом городе, и чтобы сохранить семью, мне пришлось летать на

субботу и воскресенье в Москву. Тогда директором был прекрасный человек Борис Глебович Музруков, он разрешил бесплатно летать... Но так выдержать я смог только около года: все-таки жизнь не очень нормальная, да и сын начал двойки приносить из школы... А жена так и не могла вернуться в закрытый город. Для некоторых людей — это естественно и понятно! — жизнь в таких условиях неприемлема, и это уже особенности психологии. Хотя сам я никогда не испытывал дискомфорта, ну, видно, уж такой характер. Первый год после переезда в Москву было очень тяжело: всеми своими помыслами я оставался в Арзамасе-16, но помогало то, что я начал заниматься очень интересной работой — это диагностика быстротекущих процессов при ядерном взрыве. Т.е. я начал работать в той области, которая у нас тогда весьма отставала. Объем информации по эксперименту у нас был все-таки скудный, да и погрешностей хватало. Очень много пришлось работать на полигонах, в Москве бывал только половину времени, а остальное — в Семипалатинске и на Новой Земле. Естественно, мы встретились с теми же людьми, теоретиками (кстати, среди них много моих учеников). У нас было полное взаимопонимание, и это, безусловно, помогло создать отличную диагностическую аппаратуру. Более того, она даже превосходила американскую — мы смогли сравнить ее во время совместного эксперимента на Семипалатинском полигоне и в штате Невада в 1988 году.

— *Американцы были удивлены, что у нас есть такая аппаратура?*

— Они были поражены многим. К примеру, то, что делает у нас один специалист, у них пять-шесть человек: слишком узкая специализация, а нам на полигоне приходилось всем заниматься. Да и потери информации у них были большие... В Неваде около 30 процентов каналов у них не сработали. Коечто они учили, и уже в Семипалатинске эта цифра у них снизилась до 10. А у нас — один-два процента... Если бы мы потеряли 30 процентов информации при взрыве — это было бы чрезвычайное происшествие!

— *Когда вы впервые попали на испытания? Какие у вас были ощущения?*

— Это было в Семипалатинске в 1959-м году. Туда я приехал как теоретик “со своим изделием”. Теоретик не только должен присутствовать при сборке — а это деликатная операция! — но и проверить диагностические методы, которые используются. Процесс-то протекает одну миллионную или одну стомиллионную долю секунды, а потому важно правильно выбрать соответствующие пусковые устройства, которые должны открыть регистрирующие устройства — тут не может быть мелочей! Необходимо определить количество дублирующих систем, а они ограничены... В общем, у теоретика много забот на полигоне. Поэтому я оказался на испытаниях... В то время испытания проводились на большой высоте — когда ножка гриба не соединяется с огненным шаром, чтобы избежать попадания радиоактивных осадков на землю... Мы находились на расстоянии

десяти километров. Был ясный, солнечный день. Бело-розовая вспышка, от которой стал удаляться нежно-голубой ореол с ярко выраженным свечением фронта ударной волны в воздухе — это правильной формы сплошной круг с четко выделенной на границе окружностью. Когда фронт ореола дошел до поверхности земли, вверх стали подниматься столбы пыли. Огненное облако поднималось вверх... Потом в лицо ударило тепло: когда фронт волны дошел до нас, будто мгновенно открылась дверца печурки, где пылало жаркое пламя от поленьев. А взрыв-то по мощности был совсем небольшой...

— *Страшно было?*

— Я волновался: будет ли сам взрыв или нет?.. А потом ощущение, будто вырываете частичку тайны у природы. Оно для мужчины, для ученого всегда волнующе... Страшит во время эксперимента лишь одно — не ошибся ли? И все ли проверено?...

— *А сколько ядерных “изделий” на “вашей совести”?*

— Около десятка типов на вооружении.

— *Это много или мало?*

— Наша группа была очень “плодовита”. И многие люди выросли. К примеру, Радий Иванович Илькаев, который сегодня является руководителем Ядерного центра. Он начинал рядовым инженером в моем отделе. Да и многие другие... Заряды до сих пор стоят на вооружении, а некоторые идеи продолжают успешно развиваться.

— *Сейчас много говорят о том, что ядерное оружие можно создать в любой стране и без испытаний. Так ли это?*

— Какое-то примитивное устройство, конечно, можно. Но сработает оно или нет — тут шансы пятьдесят на пятьдесят... Я уже не говорю о том, что вы никогда не сделаете заряд большой мощности. И естественно, в этом случае о какой точности поражения цели может идти речь, да и доставить его до цели практически невозможно. Плюс к этому оно “рассыплется” при любом “антиводействии”— имеется в виду противоракетная оборона. Ну, и габариты и вес будут, конечно, “ужасные”... Вы видели первые образцы ядерного оружия в Арзамасе и Челябинске. Они в десять раз менее мощные и в десятки раз более тяжелые, чем современные. Это свидетельствует о развитии автоматики, электроники, о более совершенных боевых блоках.

— *Сейчас нас пытаются убедить, что с ядерным оружием все решено, мол, принципиально нового ничего не получишь?*

— Я думаю, что такого в технике и науке не существует и не может быть!.. Даже в наше время, когда решено прекратить испытания, оружие совершенствуется. Эксперименты можно проводить по-разному, в том числе и лабораторные. Физика — наука экспериментальная, а потому “заморозить” ее невозможно. Есть гидродинамические эксперименты, есть гидроядерные, которые чуть-чуть “захватывают” ядерную энергию... Гидродинамические — вообще без энергии деления... Речь

идет об эффективности того или иного эксперимента, а она очень высока, когда накоплен большой опыт. Россия и США провели многие сотни испытаний: Америка более тысячи, мы — поменьше. Однако тем не менее масштабы их велики, а следовательно, опыт огромный. И сегодня можно продвигаться вперед по совершенствованию в части надежности и безопасности оружия, не проводя испытаний. Многие с этим не соглашались, но я считаю это пока возможным... Я за то, чтобы ядерное оружие было запрещено, но при одном условии: это должно произойти во всех странах, без исключений. Конечно, дорога ко всеобщему безъядерному миру непростая и долгая. И ядерное оружие России еще долго будет оставаться по существу единственным гарантом безопасности.

— *А судьба оружия?*

— В реальности — новое поколение оружия. Можно делить на более “мелкие” этапы, но я возьму по крупному... Первое поколение — ядерное оружие, второе — водородное. Следующий этап — оружие направленного действия. У него есть специфические особенности, в том числе и формирование “оружия скальпеля”, которое не нарушает природного баланса (по радиации, например), а разрушает отдельные, локальные цели. К этому стремимся и мы, и американцы. Речь идет о сверхточном оружии. Это направление американцы развивают очень активно. Нам труднее из-за тяжелых экономических проблем в стране.

— *Такое оружие очень дорогое?*

— Очень!.. Сегодня не нужны десятки мегатонн, которые взрывались раньше. В том числе и супербомба, испытанная на Новой Земле, за которую Андрей Дмитриевич Сахаров получил третью Звезду Героя. Такие мегатонны, повторяю, не нужны. Думаю, мощность нужна на уровне десятков, сотен тонн тротилового эквивалента. А что такое сотни тонн? Это огромная мощность, огромные разрушения... Так как ядерная энергия в миллионы раз эффективнее химической, то сотня тонн тротила требует всего несколько килограммов ядерной взрывчатки...

— *В Музее ядерного оружия в Арзамасе-16 один из академиков показал мне место, где в будущем появится еще один экспонат: образец “изделия”, созданного вами...*

— Это произойдет нескоро. Идея заряда появилась где-то в 60-х годах, но до поставки на вооружение новой боеголовки проходит обычно 10–15 лет, так что наше оружие пока находится в строю, и до превращения его в музейный образец еще много-много лет...

— *Вы гордитесь, что ваше “изделие”, созданное вместе с группой ваших сотрудников, стоит на вооружении?*

— Я всегда говорю: горжусь, потому что мы его делали для того, чтобы ни в одной горячей голове не возникло соблазна повторить трагедию Хиросимы и Нагасаки. Это защита будущего России.

— *Вы защитили и своих внуков.... Сколько их у вас?*

— Трое. И я убежден, что они тоже будут гордиться своим дедом, потому что он защищал и их. Они поймут, что их дедушка в мирное время работал в окопах, за колючей проволокой на ядерных полигонах, где условия жизни и труда очень сложные, близкие к боевым. Молодость практически всех разработчиков ядерных боеприпасов прошла в очень сложных условиях, будь то на Семипалатинском полигоне, или в Арктике на Новой Земле. Признание пришло ко всем основателям нашей отрасли позже, потом. И к Игорю Васильевичу Курчатову, и к Юлию Борисовичу Харитону, и к Якову Борисовичу Зельдовичу, и к Анатолию Петровичу Александрову и ко всем, кто стоял у истоков. Они взяли на себя гигантскую ответственность, и с честью выдержали это испытание. Сначала был невероятно тяжелый и самоотверженный труд, а потом уже признание его.

— *Ваши человеческие чувства понятны, а как ученый, чем вы гордитесь — ведь не только одним или серией “изделий”? Да и академиком не избирают лишь за одно достижение, не так ли?*

— Горжусь прежде всего своими учениками. Их около двадцати человек. Они работают в Арзамасе-16 и в Институте импульсной техники... В нашей работе всегда главной была наука. Даже в министерстве изначально шла фундаментальная наука, а затем уже развивалось все остальное. Конструкторы, технологи и производственники шли за физиками-теоретиками. То была Большая наука, необычайно сложная. Быстротекущие процессы, распад и синтез ядер, многомиллионные температуры, сверхвысокие давления...— все это непознанный мир. Непонятный, а потому загадочный...

— *За последние годы в Арзамасе-16 и Челябинске-70 у меня появилось много друзей. Скажите, как вы оцениваете эти центры? Уже как бы “сверху”, а не “изнутри”...*

— Это крупнейшие научно-технические центры. В мире, не только в нашей стране. Это и физики-теоретики, и физики-экспериментаторы. Здесь работают прекрасные технологи и конструкторы. Там же находятся самые передовые сложнейшие производства. Они были созданы полвека назад, на заре атомной эры, но их значение не падает, а напротив — повышается. Страна была способна сконцентрировать, сфокусировать на отдельных направлениях колоссальные мощности — и материальные, и интеллектуальные.

— *Почему у Средмаша получилось, а в других областях нет?*

— У нас была конкретная задача, вполне определенная цель. А если проблема “расплывается”, то и центры постепенно вырождаются...К примеру, есть такая же глобальная проблема — термояд. Она гораздо больше, чем ядерная, и по масштабу и уже по затратам. США, Россия, Европа и Япония договорились, чтобы вместе решать эту проблему, я уверен, что эта энергетика появится в будущем, но только в XXII веке...

— *Откуда такая уверенность? К сожалению, в этой области всегда больше обещаний, чем реальных достижений?*

— Мы понимаем и знаем процессы, которые идут в водородной бомбе. Ими нужно научиться управлять. Конечно, удержать плазму сложно, но это возможно.

— *Полвека нас убеждают, что успех близок!*

— Мы научились управлять реакцией слияния ядер, синтеза их, и казалось, что успех близок... Но иллюзии быстро развеялись, проблема оказалась многократно сложнее, чем казалось на первом этапе.

— *Вы всю жизнь были связаны с оружейным комплексом. Однако став министром, вы должны были познакомиться со всей атомной промышленностью. Много ли было неожиданностей при таком знакомстве с отраслью?*

— И не только предприятия, но и детские сады и школы, больницы и дома отдыха... Меня поразило, насколько продуманно и грамотно все было сделано. И прежде всего, комплексно. И на каждом предприятии, на каждом комбинате были разработаны самые современные технологии. Использовались самые высокие научные достижения. К работе на отрасль были привлечены ведущие ученые страны и это дало свои результаты. И конечно же, поразили масштабы отрасли. Они не были нужны в таких размерах, но это понимание пришло позже. Почему конверсия у нас идет трудно? Да по очень простой причине: она затрагивает сотни тысяч людей, у которых сложился определенный образ жизни и убеждения, что от их работы зависит безопасность страны. Это так и есть, и люди понимают ситуацию, но сломать, изменить их психологию необычайно сложно. Конверсию сравнительно легко провести, если речь идет о двух сотнях или двух тысячах работников, но если появляется цифра в сотни тысяч, если возникают целые закрытые города, то простых рецептов быть не может. Тут уж не интересы и задачи ведомства, а стратегия страны, ее перспективы играют основную роль. Теперь о моих знаниях отрасли до назначения министром. Как физик-теоретик, а потом как директор института я достаточно хорошо знал ситуацию в министерстве. Вся наука, вся передовая технология сконцентрировались в ядерном оружии. Конечно же, у атомной станции есть свои особенности... Мне интересно было побывать и на атомных станциях, и на заводах, где получают изотопы. Очень полезно было посещение радиохимических производств, где я увидел высокий уровень технической дисциплины, четкую организацию работ, очень много высококвалифицированных специалистов. Все это не может не поражать, даже если ты имеешь общее представление о таких производствах!.. Но самое главное, что меня поразило и удивило — это масштабы производств, масштабы всей отрасли. Было такое впечатление, что Россия собралась воевать со всем миром. Конечно же, это не могло не вызвать удивления и протеста. Поэтому сейчас у нас глубина конверсии очень большая. К сожалению, не все понимают ее масштабность и уникальность.

— *Радиохимию вы увидели в Челябинске-40? Неужели до 1992 года вы не были на плутониевом комбинате?*

— Не был. Было не положено...Порядок у нас в отрасли всегда строго соблюдался: на такие производства с других объектов допускались только те люди, которым это необходимо по работе. Как теоретики и разработчики, мы могли изменить геометрию компонентов, и нам не казалось это очень сложным. Но когда я увидел, как производят плутониевые и урановые компоненты, то понял, насколько это сложный и необычный процесс.

— *Что же вас так поразило?*

— Технология получения плутония, его обработка. Это очень токсичный материал. Все делается в закрытых камерах. Недопустимо даже малейшее отклонение от технологии... Знаете, теоретика иногда “мешает” то там миллиметр, то в другом месте, и он легко изменяет геометрию заряда, а оказывается там, на заводе, это вызывает огромные трудности, большие затраты...Ну а на заводах по обогащению урана меня поразила чистота и порядок, и тишина! Никакого шума! А ведь в цехах стоят сотни тысяч центрифуг, и все они работают. Первое впечатление, что цех не действует. Но стоит положить руку на центрифугу, и ты чувствуешь ее биение — работает! Центрифуга делает более тысячи оборотов в секунду, она будто живой организм. Это очень эффективный инструмент. Ну, а на заводах их миллионы штук! Разве это не поражает!?

— *Как и все закрытые города?*

— Именно!.. Это города XXI столетия. Своей чистотой и порядком, продуманностью в строительстве они лучшие, они украшают Россию. А по своему потенциалу, по тем людям, которые там живут и работают, они поистине бесценны...К примеру, в том же Челябинске-40 производятся изотопы, которые нужны в медицине, в промышленности, в сельском хозяйстве. Эти изотопы идут во многие страны мира. Так что Озерск гордится не только своими первыми предприятиями, где создавалось ядерное оружие, но и мощными комплексами, производящими сугубо мирную продукцию. Я убежден, что ядерные технологии постоянно будут развиваться, совершенствоваться, проникать в разные области нашей жизни. А кто ими будет заниматься? В первую очередь те специалисты, что работают сегодня в закрытых городах Минатома России. Убежден, это города будущего. Сейчас многие этого не понимают, но в истории всегда не понимали тех, кто шел на шаг впереди остальных.

— *Важно сделать этот шаг?*

— Конечно. Очень важен один принцип: что-то можно провозгласить, мол, можно полететь на Марс. Об этом говорили многие люди. Но совсем иное — превратить идею в реальность...

— *Продолжим тогда эту аналогию: как вы считаете — сравнимо ли по масштабам создание ядерного оружия и экспедиция на Марс?*

— Берите поближе: экспедиция на Луну... Но если говорить в целом об атомной энергетике, об управлении делением ядер и термоядерном синтезе, т.е. взять все достижения физики XX века в комплексе, куда входит и ядерное и термоядерное оружие, то сравнение с экспедицией на Марс правомочно. По затратам интеллектуальной и материальной энергии эти две проблемы сравнимы. Это бесспорно!... К сожалению, находятся инквизиторы XX века, которые пытаются уничтожить научный потенциал России, и, в первую очередь, достижения ядерной физики.

— *Виктор Никитович, вы оптимист?*

— Безусловно. Даже в самые трудные минуты жизни нельзя опускать руки и смиренно ждать чего-то, нужно бороться и не сдаваться. Только тогда придет победа.

— *На каком-то этапе нашей жизни вы говорили: “Главное — выжить!” Теперь это уже позади...*

— Вы правы - мы отсталяли отрасль!

— *И я даже немного горжусь, что был свидетелем этого и регулярно рассказывал о той борьбе, которая шла вокруг министерства и Вас. Но это все в прошлом, и теперь можно немного пофантазировать: что будет дальше?*

— Я много думал об этом... То же министерство, которое аккумулирует все лучшее, что есть в отрасли,— какова его роль в будущем? Ведь ясно, что любое дело проще развивать, если есть какой-то общий “котел”, общий “багаж”, а у одного предприятия и возможности ограничены, да и представления о перспективе узки. Я исхожу из того, что XXI век будет веком бурного использования ядерной энергии. И термоядерной, наверное, тоже... Это не только электричество, тепло, но и наработка новых материалов, это медицина, техника, сельское хозяйство.

— *А безопасность?*

— Это трудные проблемы, но они решаемые. Сегодня мы понимаем, как и что нужно делать для этого. Наилучшие решения будут найдены!

— *Значит, XXI век можно смело называть...*

—...“Атомным”!

— *И главное, что он нам даст?*

— Возможность сохранить природную среду. Я приведу такой пример: Кольская АЭС. Рядом с ней Мончегорский комбинат. Там все превратилось в пустыню. А вокруг Кольской АЭС природа живет и благоухает. Я люблю там бывать... Кстати, я уверен, что в космосе атомная энергия даст очень много — солнечные станции уступят место ядерным энергетическим установкам. Но главное использование этого источника энергии — на Земле! Убежден, что и другие страны создадут такие министерства как Минатом, потому что поймут, что облик и лицо XXI столетия определит ядерная физика.

— *И это под силу только государствам, а не частному бизнесу?*

— Да, только государство способно определять перспективы и стратегию развития.

— *В таком случае, попробуем “разобрать” дорогу в будущее по отдельным “тропкам” — фрагментам. Одно из главных направлений в XX веке — ядерное и термоядерное оружие. Его судьба в XXI веке?*

— Думаю, как оружие массового поражения оно исчезнет. Но это может быть, по моим оценкам, в середине будущего столетия. Сегодня многие районы “накалены” — идет становление наций, есть конфликты на религиозной основе — причин много. Процессы идут динамично, и подчас напоминают “пороховую бочку”... Ядерное оружие является гарантом того, что крупной вооруженной катастрофы на планете не произойдет. Да, мы объявили: “мы все партнеры”. Но интересы не всегда совпадают. События могут возникать по многим причинам, и ядерное оружие является сдерживающим фактором.

— *Ядерное оружие сохранится приблизительно в том виде, в каком оно есть сегодня?*

— Думаю, что это так. Будут лишь минимальные изменения и дополнения, но принципиальные вопросы, я считаю, уже решены.

— *Но как использовать разумно энергию, сосредоточенную в боеголовках?*

— Материалы мы уже используем...

— *А сам взрыв?*

— И у американцев и у нас были программы мирного использования ядерных взрывов. Они провели около 25-ти взрывов, мы — около 120-ти. Считается, что эффект положительный. Будут ли аналогичные проекты в будущем? Трудно сказать... Все-таки взрывные процессы несут остаточную радиацию. Проблема “чистых” взрывов — не простая, как иногда казалась некоторым физикам.

— *А если бы сегодня горел такой фонтан, как в Уртабулаке?*

— Отдельные эксперименты возможны, когда они абсолютно необходимы. Но я имею в виду широкую программу использования ядерных взрывов в мирных целях — здесь много сомнений.

— *Ну, а защита Земли от астероидов и других космических тел?*

— В таких проектах есть рациональное зерно. Если мы хотим уберечь Землю от крупномасштабной катастрофы, то более мощных источников энергии, чем термоядерный взрыв, в нашем распоряжении пока нет... Столкновение Земли с астероидом маловероятное событие, но последствия его слишком тяжелы и катастрофичны, чтобы о них не размышлять.

— *Все-таки что в этой области реально для ближайшего будущего?*

— Мы думаем глубоко под Землей проводить взрывы, преобразовывать энергию, к примеру, в лазерную и выводить затем на поверхность...

— *Это же фантастика!?*

— Мы ею постоянно занимаемся...

— *Вопрос из другой области: есть ли сегодня доверие между нами и американцами?*

— Полного доверия между такими странами быть не может, потому что у США и у России есть свои национальные интересы. Это касается и политики, и экономики, сфер влияния. Зачастую мы выступаем как конкуренты, особенно на мировом рынке.

— А по поводу вооруженного конфликта?

— Вот здесь я убежден, что на ближайшую перспективу он невозможен.

Интервью с первым заместителем министра Л.Д. Рябевым

Судьба человека отражает то время, в котором он живет. Льву Дмитриевичу Рябеву пришлось в полной мере испытать превратности нашего времени, но всегда он оставался самим собой

Не люблю разговаривать в служебных кабинетах! Довлеют на тебя и твоего собеседника стены, телефоны, кресла, и практически никогда не удастся избежать “официоза” — и именно в таком стиле хочется спрашивать, ну, а отвечать тем более... Да и телефонные звонки (хотя секретарь и предупреждена, что соединять не надо!) обязательно прорываются, потому что они “сверхсрочные”, или трещит “кремлевка”, и некоторым посетителям удается прорваться сквозь приемную, потому что у них есть право проходить всегда и везде (такие люди есть в любом ведомстве, вне зависимости от их положения и должности), — в общем, не припомню, чтобы в служебном кабинете разговор получился откровенным и обстоятельным.

И еще “жучки”! Чем солидней кабинет, тем больше у меня уверенность, что оборудован он всевозможными подслушивающими устройствами. И это не “наваждение”, не “психоз”, — просто однажды я был страшно удивлен, когда узнал, что во многих кабинетах “Правды” и в ЦК КПСС стоят “жучки”. Неужели надо подслушивать “самых верных” и “самых преданных”!? Оказалось, что надо... Многие из “несгибаемых коммунистов” и “истинных ленинцев” стали столь же “несгибаемыми” и “истинными” демократами, теперь проповедуя прямо противоположное тому, что утверждали ранее. И число их — легион. Исключений немного. А потому не могут не вызывать уважения те, кто остался верен себе и кто всегда служил Отчизне, народу, а не власти. Среди таких людей — Лев Дмитриевич Рябев. И на мой взгляд, он пользуется великим уважением среди коллег и в отрасли как раз потому, что был и остается профессионалом. И в далеком прошлом, и сейчас.

Когда я произношу фамилию Рябев светлое и доброе чувство рождается в душе. Так случилось, что первое наше знакомство состоялось по телефону. Группа японских научных журналистов хотела посетить Комбинат “Маяк”, зону аварии 1957 года на Южном Урале. Я взялся им помочь, но сразу же “застрял” во всевозможных согласованиях в разных “инстанциях” — ЦК. Средмаше, Совмине, Министерстве иностранных дел и в КГБ. Никто

из чиновников, даже очень высокого ранга, не брали на себя ответственность, и я не мог получить “добро”. Первым, кто сразу же принял решение, был зам. пред. Совета Министров Лев Дмитриевич Рябев. Он коротко сказал: “Я согласен”, и многие двери сразу же открылись... Потом мы встречались довольно часто, но поговорить вольно, просто “по душам” как-то не складывалось. А Рябев постепенно возвращался к тому положению, которое он вправе занимать в отрасли — из советников при министре он становится первым заместителем. Профессионалы столь высокого класса нужны России.

В общем, наконец-то вольная наша беседа с Львом Дмитриевичем Рябевым случилась. И произошло это в Праге, куда мы вместе прилетели на Всемирную Ассамблею Организаций, эксплуатирующих Атомные Электростанции (ВАО АЭС). Встреча директоров АЭС и руководителей энергетических компаний мира проходила в “Хилтоне”. Делегация России размещалась в этом отеле. Мы приехали чуть раньше, номера еще не были готовы и нас попросили подождать часик-полтора... Я воспользовался моментом, увлек Льва Дмитриевича в бар. Тут и прошла наша беседа. Такая атмосфера мне нравится, это ведь не служебный кабинет. Впрочем, поначалу я шел “проторенными путями”, а потому первый вопрос был банален: “Почему вы приехали на эту встречу?”

— На таких встречах происходит обмен достижениями атомной энергетики. Анализируется опыт эксплуатации станции, ошибки и успехи. Намечаются перспективы. На Ассамблеи ВАО АЭС приезжают директора, ведущие специалисты из многих стран мира. А мне необходимо быть в курсе дел не только атомной энергетики России, но и мира. Мы должны знать, какие появились новации, что нас ожидает...

— И если судить по этим встречам, что же ожидает атомную энергетику в мире?

— В XXI веке перспективы у атомной энергетики есть, и вне всякого сомнения есть решение тех технических проблем и трудностей, которые сегодня еще существуют у нее. И с другой стороны: не так уж велик выбор энергоисточников. Мы внимательно отслеживаем их развитие, и не только в атомной энергетике, но и в смежных сферах. Я имею в виду угольную промышленность, газ, солнечную энергетику и другие. Кстати, мы в Минатоме занимаемся особо чистыми материалами, а это микроэлектроника, солнечная энергетика, КПД в тех новых системах, которые могут родиться. Но учитывая, что Россия лежит в северных регионах, то сказать о большом будущем солнечной энергетики у нас было бы слишком смело... С особо чистыми материалами мы предполагаем выходить на внешний рынок — это Индия, Индонезия, Испания, к примеру, — а следовательно, этой областью энергетики надо заниматься.

— Таким образом, из всех вариантов в числе наиболее выгодных является атомная энергетика?

— Одна из ведущих... Но “за место под солнцем” нужно бороться, прежде всего, с помощью науки. Мы частенько “рвем на себе рубашку”, кричим, что мир без нас не обойдется! Но это путь не плодотворный, необходимо постоянно сопоставлять разные виды получения энергии, доказывать, что мы можем получать электроэнергию эффективней, безопасней, сохраняя природную среду. А перспективы были определены еще несколько десятилетий назад, когда было доказано, что ядерный энергоисточник в миллионы раз мощнее органического... Как в любом деле, решая положительно одни проблемы, тут же получаешь иные, уже неблагоприятные. Появляется отрицательная составляющая, ее нужно нейтрализовать... Пока все экспертные оценки свидетельствуют, что в XXI веке и дальше человечество будет использовать атомную энергетику.

— *И в России?*

— Как ни странно, но и в России!

— *Почему “странно”?*

— 35 процентов мировых запасов газа, около 30 процентов мировых запасов угля, крупные запасы нефти, а доля населения всего 2,5 процента, — зачем же России атомная энергетика? Это вполне разумный вопрос, на который нужно давать убедительный ответ. Наш анализ показывает следующее: к сожалению, все эти богатства органического топлива расположены в очень удаленных и тяжелых регионах, в частности, на севере Тюменской области, в других регионах вблизи Заполярного круга. Добывать там органическое топливо очень тяжело, и не исключено, что когда мы пойдем на полуостров Ямал, то издержки добычи возрастут раза в два с половиной, а возможно и больше. Плюс к этому протяженные транспортные магистрали, что требует огромных затрат. Задумываясь о будущем России, мы должны учитывать, что имея большие запасы топлива, издержки на добычу его и транспортировку могут быть настолько значительными, что экономике они будут не под силу... С такой необычной ситуацией мы можем столкнуться. Это одна сторона проблемы. При этом я еще не затрагиваю экологию. А другая — в существовании инфраструктуры, которая является базой для атомной энергетики. В первую очередь эта промышленность создавалась для военных целей, однако “военный атом” плавно может переходить в “мирный”. Конечно, если бы мы вообще не занимались атомной промышленностью, не бросили на это материальные и интеллектуальные ресурсы, то мы могли бы сейчас искать иные пути развития энергетики. Но инфраструктура существует, а следовательно, ее надо рационально использовать.

— *Что вы имеете в виду “под другими путями”?*

— В любом случае, рано или поздно мы пришли бы к атомной энергетике... В стране на душу населения органического топлива на порядок больше, чем в мире, используем мы то, что добываем, очень нерационально,

менее эффективно, чем на Западе. Резервы для развития были, возможно, на несколько десятилетий. Однако “атомный источник энергии” в любом случае не остался бы вне поля зрения науки и специалистов. Но история распорядилась иначе...

— *Вы стояли у истоков рождения атомной промышленности, с вашей точки зрения — были сделаны какие-то крупные ошибки в ее становлении?*

— Вы имеете в виду и военные цели?

— Да.

— К сожалению, наряду с крупными достижениями и открытиями были и неверные шаги. В частности, были не очень правильные решения при получении плутония для первой бомбы. Что-то давило на руководство — сроки, обстоятельства, ситуация в мире, но организовать сброс в реку радиоактивных отходов — это огромная ошибка! Я пытался понять, чем вызван такой шаг? Во главе проекта стояли крупные ученые, они прекрасно понимали всю опасность такого сброса отходов... Но такой шаг был все-таки сделан!

— *Надеялись, что произойдет разбавление и осаждаются активность не будет...*

— Наука и существует для того, чтобы грамотно оценивать последствия любых решений!.. Или еще одна крупная ошибка, та, что привела к Чернобылю...

— *Все-таки закончим с Челябинском-40...*

— Понять до конца не могу: почему такое решение было принято... Мысленно ставлю себя на их место, но понять трудно...

Что-то сильно давило... В любом случае — это крупная ошибка, и она будет ощущаться еще в течение многих десятилетий... Заодно скажу, что и в Америке не избежали такой же ошибки. Мы изучаем сейчас разные источники — постепенно материалы рассекречиваются, и у них не обошлось без крупного загрязнения природной среды. Но от этого нам не легче... Так что некоторое пренебрежение опасностью на первом этапе атомного проекта было. Как-то разбирал отчеты в Арзамасе-16 и наткнулся на один документ, где значилось, что проводились и там эксперименты с плутонием. Причем открытый взрывной эксперимент. Правда, плутония было немного... Но тем не менее подобное недопустимо! Хорошо, что во-время спохватились, соответствующие измерения провели и других экспериментов такого рода уже не было. Однако факт остается фактом...

— *А Чернобыль?*

— Существует один момент с Чернобылем, который мне непонятен... В выходные дни просматривал литературу о Чернобыле, и там встретил вашу книгу “Зарево над Припятью”, которая вышла сразу же после аварии. В ней есть интервью с академиком Доллежалем, главным конструктором реактора. Естественно, мне часто приходилось с ним беседовать до Чернобыля, во время Чернобыля, после Чернобыля. При всем

моем преклонении перед Николаем Антоновичем, так я не смог добиться ответа на вопрос: что же произошло с реактором? Мне кажется, он и сам это не до конца понял... Много на эту тему мне пришлось говорить и с Анатолием Петровичем Александровым... И он тоже не смог до конца прояснить причины трагических просчетов науки и конструкторов. Да и сейчас есть неясности... Недавно я получил отчет из института с анализом всех работ, проведенных после аварии, и опять некоторый крен делается на ошибки персонала. Да, это все верно... Но мне вспоминается беседа с Зайковым — был такой секретарь ЦК. Он был далек от атомных дел, но сказал тогда абсолютно правильную фразу: “Но все-таки реактор не должен был взрываться!” Это — основа... Было много комиссий разного уровня, и все они пришли к выводу, что у реактора недостатки, однако конструкторы не смогли “перешагнуть” через собственные представления, и это в “чернобыльской истории” существует, такое надо учитывать... Работа на реакторе базировалась на строгой дисциплине, на ответственности, на инструкциях. Это был опыт Средмаша. Реактор был передан в другое ведомство, а там он не был воспринят в полной мере...

— *Один из ваших друзей и соратников сказал так: мы делали атомные бомбы с единственным условием — они должны были обязательно взрываться, а те, кто перешел на конструирование атомных реакторов, не поняли, что их нужно делать такими, чтобы они никогда не взрывались! Атомщики вышли из одного гнезда, и для них главным всегда оставалось “изделие”, а все остальное проще, безопасней... Разве не так?*

— Может быть и это... Но возвращаясь к Доллежалю и его заместителям, не покидает ощущение, что после создания серии промышленных военных реакторов, установок для подводного флота, появился элемент некоторого превосходства, самонадеянности...

Когда делаешь такое опасное дело — будь это оружие или атомная станция, все время должен быть на самого себя взгляд со стороны. Это очень важно — критическая оценка самого себя, каждого своего шага. Причем это должно быть непрерывно, на протяжении всей жизни. Обязательно должен быть “Второе Я”, который тебя оценивает критически... Нет четкой грани, когда уверенность превращается в самоуверенность, и вот здесь надо быть предельно осторожным...

— *Вы стали директором Арзамаса-16, когда появился мощный конкурент на Урале — второй ядерный центр Челябинск-70. Такое соперничество помогло или вредило делу?*

— Конкуренция приносила пользу — это очевидно. Что мне не нравилось: она не до конца была открытой. И прямо могу сказать, что со стороны руководства министерства нередко была прямая поддержка Челябинска-70. Могу привести конкретный пример. Мы в свое время делали аналог американскому “Трайденду” — морские комплексы, но это была задача Челябинска-70. И там надо было решить проблему мощности при

определенных габаритах, весовых и других характеристиках. В течение длительного времени уральцы получали мощность в несколько раз меньше — всего 25–30 килотонн... Молодые ребята-теоретики нашего института пришли с идеей, как увеличить плотность материалов в заряде, что даст возможность выйти по мощности на необходимые цифры. Рассмотрели мы это предложение и начали “двигать”, т.е. пошли расчеты, газодинамические и прочие испытания. Но скептики убеждали, что ничего не получится, мол, все равно зарядом будет заниматься Челябинск. Тем не менее работа шла, и более того — вышли на полигонные испытания, во время которых мы получили нужные параметры. Тут начался “бум”... У наших изделий был индекс “А”, у челябинцев — “Р”. Тогда-то нам и предложили объединить усилия, и изделие начало называться “РА”. Но я-то понимал, что нашу букву скоро выкинут... Так через некоторое время и произошло... Но нужно подниматься над мелкими обидами: было сделано главное, благодаря конкуренции удалось создать весьма эффективное “изделие”.

— Челябинцы не скрывают того, что им была оказана такая помощь. Более того, они считают, что “перехват морской тематики” не состоялся, и они по-прежнему эффективно работали с фирмой Макеева...

— Таких историй вам в каждом центре расскажут множество... А работа была по-настоящему интересна, она захватывала полностью!

— А как становятся в Арзамасе-16 директорами? Обязательно нужно иметь “свой” ядерный заряд?

— Желательно... Исполняющим обязанности директора меня назначили в конце 72-го года, а с 74-го был официально утвержден.

— Вы были молоды. А рядом мэтры — академики, лауреаты. Вам было трудно?

— Как-то складывались сразу нормальные отношения с людьми. И с научным руководителем Юлием Борисовичем Харитоном, и с главным конструктором Евгением Аркадьевичем Негиным, и с главным конструктором Самвелом Григорьевичем Кочарянцем... Для них и для меня главным было — Дело. А в этом случае проблем нет. Недавно меня один академик пытал, мол, были ли у меня какие-то стычки или разногласия с Харитоном? Я думал, думал, но ничего надумать не мог... Шла обычная нормальная работа. Надо — и я еду к Харитону. Надо — и он приезжает ко мне. Сообща решали многие проблемы, а все остальное уже второстепенное...

— Хочу привести одно высказывание философа еще прошлого века. Он сказал: “Карьеры, пробитые собственной головою, всегда прочнее и шире карьер, проложенных низкими поклонами или заступничеством важного дядюшки. Благодаря двум последним средствам можно попасть в губернские или столичные тузы, но по милости этих средств никому с тех пор, как мир стоит, не удалось сделаться ни Вашингтоном, ни Гарибальди, ни Коперником, ни Гейне”. Как вы считаете, можно сегодня сделать карьеру, не

“пробивая ее собственной головой”? Я имею в виду, конечно, оружейный комплекс...

— Нет. Там сразу же становится все видно, в том числе и ценность человека, его моральные принципы. Работа в Арзамасе-16 “просвечивает” всех. И ошибок практически не бывает.

— *Вы встречались и работали с выдающимися учеными и специалистами. Кто из них особо повлиял на вас?*

— Их имена прекрасно известны и вам, и всем. Начну с таких имен как Андрей Дмитриевич Сахаров, Яков Борисович Зельдович, Александр Иванович Павловский...

— *Извините, что перебиваю, но Сахаров и Зельдович были известны, а о Павловском знали немногие... Вы считаете, это были люди одного масштаба?*

— Их трудно, да и невозможно сравнивать! Каждый из них решал определенные задачи... Зельдович и Сахаров были теоретиками, а Александр Иванович — экспериментатор. Эти три выдающихся ученых дополняли друг друга.

— *Ваше личное мнение о Сахарове?*

— Я читал и книги о нем, и воспоминания, и его работы... Конечно же, это была незаурядная личность во всех отношениях. Я говорю не только в научном плане, но и о нравственности. Пожалуй, его первым бы я назвал демократом без кавычек. Можно разделять или не разделять его позиции и взгляды, это уже вторично, но нельзя не уважать его за нравственные поступки. Поэтому я не помню ни одного случая, чтобы у нас в Арзамасе-16 были какие-то критические замечания по отношению к Сахарову во время тех печально знаменитых кампаний против него...

— *Но вы и не поддерживали его публично!?*

— Это уже второй вопрос. Кстати, мы не очень-то знали в то время в полной мере его взгляды, потому что здесь он их не пропагандировал. Он не раздавал материалы, не просил отзывы на свои работы... Вспоминаю лишь телеграмму, которую он направил, по-моему, в 1964 году в Верховный Совет, призывая депутатов голосовать против поправки, которая (по его словам) противоречит статье 195 Конституции (свобода митингов и т.д.)... Помню также отголоски борьбы с лысенковщиной... У меня не раз возникло желание поехать к нему, поговорить, но с другой стороны — что я ему скажу? У него свои взгляды, свое мнение, своя позиция... И было уже ясно, что работать по нашей тематике он не будет. С чем ехать? Ну а по научной его работе мы всегда давали ему положительные отзывы. С меня требовали характеристики на Сахарова, начиная с 72-го года и до того момента, когда я работал министром. В ЦК меня приглашали, обсуждали деятельность Сахарова. Мы давали ему характеристики, и в них вы не найдете ни слова, которые порочили бы Андрея Дмитриевича, или осуждали его. Мы всегда подчеркивали его выдающийся вклад в нашу область. Но так получилось, что он выбрал свою дорогу, а у нас была

своя...Кстати, с точки зрения демократических традиций, то на "Объекте" было гораздо лучше, чем в других местах. Общая нравственная атмосфера, я считаю, была нормальной.

— *Вы были директором ВНИИЭФ шесть лет. Это лучшие годы вашей жизни?*

— Одни из лучших. Это был "боевой" период — время, когда надо было разрабатывать новые системы вооружений, оснащать ракеты разделяющимися боеголовками, причем наши системы не должны были уступать тем, что были в США. Работа была очень интересная, напряженная, и что греха таить, приносящая удовлетворение, потому что мы добились неплохих результатов. Тот паритет, что сложился к нашему времени, в значительной мере был заложен именно в те годы. И если вы посмотрите на число испытаний (а данные эти теперь опубликованы), то пики их пришлись как раз на эти годы. Мы делали все, чтобы идеи наших ученых были реализованы...

— *Первый пик испытаний был в начале шестидесятых годов...*

— То были воздушные испытания, а мы проводили подземные. Они отличаются прежде всего по трудоемкости, трудозатратам, да и по другим параметрам... По трудоемкости один эксперимент под землей равен нескольким воздушным экспериментам.

— *Вы были на воздушных взрывах?*

— Судьба меня от них увела. В начале 58-го года Хрущев сделал ряд политических заявлений и объявил мораторий. Так на воздушные взрывы я не попал...А потом я переключился совсем на другие дела, и необходимости участвовать в испытаниях не было.

— *Вы родились и выросли в Средмаше, прошли по многим ступенькам вверх, наконец, стали министром. Заняв эту должность, что-то принципиально новое стало вам известно?*

— В крупном плане — нет. С конца 78-го года и до 84-го был заведующим сектором среднего машиностроения Оборонного отдела ЦК. А руководил им Иван Дмитриевич Сербин, который работал в аппарате ЦК еще с 42-го года. Стиль работы у него был жестким, очень требовательным. У него было несколько принципов. Первый: когда бы он ни позвонил, ты должен быть на месте. Второй: с каким бы вопросом он не обратился, ты должен дать немедленный ответ. Я обязан был знать все проблемы, которые касаются деятельности Средмаша. Мне и самому было интересно досконально изучить министерство, ну а Сербин стал дополнительным стимулом... Все годы в ЦК шла детальная проработка проблем с утра до вечера: мы вызывали людей, и запрашивали отчеты, изучали все виды деятельности Средмаша. Материалы накапливались, изучались — ведь Оборонный отдел ЦК был крупным аналитическим центром, здесь прорабатывалась стратегия развития не только по созданию новых ядерных боеприпасов, конструкций и технологий, но развитие всего комплекса науки — от строительства ускорителей до термо-

ядерных исследований. Все принципиальные вопросы обсуждались в Оборонном отделе, материалы проходили через наш сектор и приходилось отстаивать, защищать многое, в том числе и атомную энергетику. Практически все крупные исследовательские установки проходили через Отдел оборонной промышленности, хотя они предназначались сугубо для фундаментальных исследований, но их строительство и оснащение требовало участия оборонных предприятий, в первую очередь средмашевских... Характер у Сербина был тяжелый и жесткий, наверное, что-то он взял от Сталина. Нельзя сказать, что Сербин и Славский были друзьями, но Сербин с большим уважением относился к Ефиму Павловичу. Это также помогало делу. Конечно, авторитет Славского в этих кругах был очень высоким.

— *Как вы оцениваете состояние ядерного комплекса России сегодня? Вы оптимист?*

— Я всегда оптимист, потому что в любой ситуации мы просто обязаны находить выход! В целом я считаю, что Минатом в состоянии полностью решить те задачи, которые стоят перед обороной нашей страны. Это вне всякого сомнения! Несмотря на сложности, нам удастся сохранить ядерный потенциал, который не будет уступать потенциалу США.

— *И как долго? Ведь без вливания свежих сил и материальных ресурсов рано или поздно мы начнем отставать, не так ли?*

— Даже при нынешнем уровне финансирования многие проблемы можно решить, а мы рассчитываем на некоторое увеличение средств... Но для этого нужно кардинально менять подход к оружейному комплексу. Сегодня в нем работают десятки тысяч людей. Естественно, для решения оборонных задач, для создания ядерного оружия требуется меньше специалистов. Значит, нужно провести реконструкцию комплекса. Конечно, это затронет многих людей, но в любом случае другого выхода нет.

— *Но нужны средства...*

— Не только, но и психологическая перестройка, иной настрой. Я побывал на Уральском электромеханическом заводе. Когда-то на нем работало более 11 тысяч человек, сейчас чуть более шести тысяч... Для решения оборонных задач достаточно полторы-две тысячи человек. На заводе идет необходимая работа: концентрируются в определенных местах оборудование и люди, проходит изменение структуры, а остальное производство перенацеливается на сугубо мирную продукцию... Такая работа должна быть проведена на всех наших предприятиях.

— *Вы занимали руководящие посты не только в министерстве, но и Совете Министров. И тогда вы говорили людям: нужно как можно больше ядерного оружия, а потому создавались закрытые города, расширялись предприятия, а сегодня им же, тем же самым людям говорите: вы не нужны, и то, что вы делаете, тоже не нужно, потому что теперь разоружение...Как же верить руководству страны после этого!?*

— Вопрос неприятный, но попробую ответить... Каждый период развития имеет свои особенности, и очень важно определять главное. Сегодняшний период кардинально отличается от того времени. Я вспоминаю свои годы работы в Арзамас-16. Тогда шла гонка ядерных вооружений, и над нами висела сверхзадача: не отстать! Мы должны были находить технические решения, чтобы как минимум сделать то, что есть у американцев, и поставить соответствующую конструкцию на вооружение. Это была главная задача того периода. Надо было создать паритет с Америкой и сохранить его. Если бы этого паритета не существовало, то не было бы и сегодняшнего ядерного разоружения... В гонке ядерных вооружений мы должны были дойти до какого-то предела, когда всем станет ясно, что на этом направлении преимуществ не будет, так как страна выдерживает это соревнование. И понятно, что дальше вооружаться бессмысленно... Это понимание проникло и сферы нашего и американского руководства. Наступал этап ядерного разоружения... Кстати, в 1987 году я приехал в Арзамас-16. Мне начали рассказывать о новых конструкциях, о результатах последних испытаний... Все это было известно, а меня интересовали структурные изменения, готовность к переходу на новые условия работы. Тогда я понял, что люди еще не созрели для такого разговора...

— *Но мне кажется, что в Средмаше всегда думали о "новой эре"?*

— Реструктуризация отрасли началась еще при Ефиме Павловиче Славском. Он увлечен был, конечно, развитием уранодобывающей промышленности... Я уже говорил вам, что в ЦК у нас уже были все балансы: по тритию, по плутонию, по оружейному урану и прочее. И анализ этих материалов показывал, куда надо двигаться. Довольно четко представлялась и картина будущего. А начали движение к нему, когда ставили задачи и автоматизации процессов, и производства особо чистых материалов, и комплексной переработки руд... Конечно, очень трудно было убеждать, что нужно сокращать количество боеприпасов, мол, не нужно их столько!.. Это тоже была тяжелая психологическая перестройка. Она продолжается и сегодня.

— *Особенно это заметно по дискуссии о необходимости ядерных испытаний, не так ли?*

— Пожалуй. Я принимал участие на переговорах в Женеве. Общий настрой всех стран был на прекращение ядерных испытаний, чтобы остановить гонку качественного совершенствования ядерного оружия. Естественно, мы не могли не учитывать эту ситуацию. Оппоненты утверждают, что испытания необходимы для поддержания надежности боеприпасов, для их модернизации. Эта точка зрения горячо отстаивается в ядерных центрах. Конечно, с испытаниями чувствуешь себя увереннее, но я убежден, что и без испытаний мы сможем поддерживать наш ядерный боезапас, но необходимы определенные новые технические решения и соответствующая база. Так что это опять-таки психология, кото-

рая базируется на жизненных интересах, опыте, квалификации, накопец, привычках...

— *То, что происходит, это, на ваш взгляд, логика развития общества или тупиковый путь?*

— С точки зрения ядерной проблемы, на мой взгляд, все логично. И я поддерживаю те шаги, что уже сделаны. Более того, я считаю, что надо выходить для США и России на полторы—две тысячи стратегических боеприпасов, и сейчас близкие цифры называются официально. Видно, что именно в этом направлении идет движение. Но надо быть очень внимательным, потому что по подписанным последним документам президентами России и США “открывается дверца” к противоракетной обороне. Пока идет речь о “тактическом щите”, но тут недалеко и до создания системы глобальной противоракетной обороны...

— *Это опасно для нас?*

— Нужны новые оценки, тщательный анализ ситуации, которая складывается в мире, и этим мы сейчас занимаемся, имея в виду, конечно, ядерную безопасность. Но это лишний раз подтверждает, что в наших шагах по ядерному разоружению мы должны быть очень внимательными, и четко просчитывать намного вперед — на два—три хода, а гораздо дальше... Это глобальные проблемы...

— *И все связано с финансами?*

— Как известно, денег всегда не хватает. Но если не заниматься развитием экономики, то их будет еще меньше. Даже если сегодня полностью ликвидировать ядерное оружие, то средств на выплату пенсий и зарплаты все равно не хватит. Повторяю, проблема сегодня не в ядерном оружии, а в снижении эффективности экономики, но это уже отдельный разговор.

Интервью с заместителем министра Н. Н. Егоровым

Наша беседа с Николаем Николаевичем состоялась в канун его командировки в Новосибирск. Я спросил его:

— *Что там будет происходить?*

— Состоится техническая приемка хранилища водородсодержащих литиевых материалов, которые высвобождаются при демонтаже ядерного оружия. Хранилище это построено в соответствии с межправительственным российско-французским соглашением. Т.е. Франция таким образом участвует в утилизации ядерного оружия...

— *Проще говоря, французы помогают нам построить хранилище. Почему?*

— В рамках общей программы разоружения ряд стран — Франция, Германия, Англия, Италия — помогают России в утилизации ядерного оружия. Участвуют в этом в силу своих возможностей...

— *И все-таки — почему?*

— Программа разоружения требует больших затрат, и учитывая сегодняшнюю экономическое состояние России, ряд стран оказывают нам содействие.

— *Можно спросить напрямую: они боятся наших арсеналов? Как вы считаете?*

— С одной стороны — да. Они опасаются, что процесс ликвидации оружия в силу экономических причин может принять какой-то неупорядоченный характер, и часть материалов из того большого количества, которое высвобождается, может оказаться под слабым контролем или храниться в плохих условиях, которые могут привести к всевозможным радиационным инцидентам.

— *Когда-то мы вместе с вами были на “Маяке” и видели хранилище для плутония и урана, которое строится с помощью американцев. Теперь французы, и хранилище для лития, т.е. по сути для термоядерных зарядов. Не странно ли: великая ядерная держава, которая сама должна помогать Франции и даже той же Америке строить хранилища — ведь интеллектуальный потенциал огромен! А тут мы сами получаем помощь, и радуемся этому...*

— В плане моральном, наверное, есть какая-то ущемленность, но, к сожалению, мы оказались сегодня в таких условиях, когда не можем решить проблему утилизации значительного количества ядерного оружия собственными силами. Это реальность! Однако мы должны понимать, что отсутствие такого рода международного сотрудничества в прошлом нанесло большой ущерб. И атомной энергетике, и атомной промышленности. Но я хотел бы обязательно заметить, что проекты хранилищ разработаны силами специалистов России, нашими учеными. Я не хотел бы принижать роль наших партнеров, но основные идеи, ноу-хау все-таки принадлежат ученым России. А строить такие хранилища надо обязательно...

— *Это плата за то, что мы решили очень быстро ликвидировать излишки оружия?*

— Безусловно! Это плата именно за это...

Хранилище в Новосибирске размером приблизительно сто метров на сорок, два этажа. Стоимость его около 20 миллионов долларов. А хранилище на “Маяке” — стоит уже 300–350 миллионов долларов. Оно значительно больше, а потому и дороже. Так что эти сооружения весьма впечатляющие и мощные.

— *И сколько в Новосибирске будет храниться элементов термоядерных “изделий”?*

— Около шестидесяти тонн материалов...

— *Если это “перевести” на заряды и боеприпасы?*

— Это пока закрытые данные...

— *История получения лития — это грандиозная эпопея в истории нашей Родины...*

— И героическая! А началась она в Забайкалье, где добывалась литиевая руда. Потом Красноярск и Новосибирск, где делались блоки, которые за-

грузались в реакторы, а потом они вновь направлялись на переработку... Это отдельное направление, точнее — подотрасль атомной индустрии, связанная с военными программами.

— *И сейчас выяснилось, что эта подотрасль не нужна? Ведь литий в основном используется только в оружии?*

— Конечно, в больших объемах, как в прошлом, сегодня тот же литий-6 не нужен, но некоторое его количество необходимо для поддержания боезапаса. И сейчас уже есть ряд контрактов по продаже лития для использования в микробатареях, производство которых растет. И по программе конверсии мы ищем применение лития в гражданских областях, прежде всего — это источники питания.

— *Бериллий у нас практически исчез, а он широко использовался в военной технике. Не такая же судьба у лития и материалов на его основе?*

— Бериллий также высвобождается при разоружении наравне с литием, плутонием. Сегодня с тем же бериллием есть проблемы, так как база по его производству осталась в Казахстане, в России практически бериллия нет. Это материал особый, помимо военной области его можно использовать в различных сплавах, но количества бериллия для этого, конечно же, несопоставимо мало с тем количеством, которое шло в ядерное оружие...

— *Мы одно хранилище построили в Новосибирске для термоядерного оружия, на “Маяке” возводится другое для плутония и урана... Но мы ведь можем в любое время достать оттуда материалы и вновь делать ядерные и термоядерные боеприпасы?*

— Неизбежный первый этап любого разоружения — это складирование тех материалов, которые образуются в процессе разборки “изделий”. Но особенность этого процесса в том, что все делается в рамках соглашений между странами, которые участвуют в этом процессе. К примеру, французы строят хранилище, в соответствии с соглашением устанавливается двухсторонний контроль, т.е. французы имеют право в течение оговоренных сроков приехать и проконтролировать: здесь ли находятся те материалы, которые закладывались на хранение. А если мы хотим что-то использовать со “склада”, то мы должны им объяснить — почему мы намерены это сделать... То же самое и для хранилища, которое сооружается на “Маяке”. Здесь тоже двухсторонний контроль на первом этапе, а в перспективе и трехсторонний с участием МАГАТЭ. Конечно, потенциальная возможность возврата каких-то материалов существует, но вероятность этого невысока... Ядерное оружие — это высокоточная сборка, а потому операции типа “сборка—разборка и вновь сборка”, честно говоря, не только нежелательна, но подчас и невозможна... И с другой стороны, наличие контроля с двух сторон не позволяют свободно распоряжаться хранимыми материалами.

— *Ваши личные впечатления от контактов с американцами и французами в этой области?*

— Французы участвуют не только в создании хранилища. Есть еще ряд совместных проектов. К примеру, проект суперконтейнеров, которые обеспечивают безопасную перевозку ядерных боеприпасов — с одной стороны, на базы Министерства обороны России, а с другой — на предприятия Минатома для разборки. Французы принимают участие также в создании системы мониторинга, поставляют ряд приборов для контроля. Контакты с французами были хорошие, и в целом у нас осталось очень хорошее впечатление от совместной работы.

— *А с американцами?*

— В начальный период было определенное недопонимание... Две суперядерные державы всегда настороженно относились друг к другу. Франция немного в стороне стояла, а потому нам было проще. А между США и Россией многие десятилетия шла конкуренция, гонка вооружений, а потому первое время было некоторое недоверие. Сегодня элементы недоверия еще остались, и это естественно, но тем не менее, работа идет конструктивно и плодотворно. Американцы, как всегда, максималисты, они пытаются сразу узнать и увидеть многое. Наша задача строго держаться в определенных рамках, и это удастся... Помощь американцев не решает всех задач по разоружению, стоящих перед оружейным комплексом России, но какие-то первоочередные проблемы все-таки решаем, хранилище — большое и важное дело.

— *Скажите откровенно, они могут какие-то секреты у нас узнать? Вольно или невольно мы выдаем им наши тайны?*

— Никаких секретов ни та, ни другая сторона не выдает. Это касается тех секретов, которые связаны с безопасностью и обороноспособностью наших стран. Работа строится на паритетных началах: если мы у них посещаем какой-то остановленный военный реактор, то аналогичный аппарат они посещают у нас, причем программа составляется таким образом, чтобы обмен информацией был адекватным...

— *Это уже традиция с американцами работать именно так. Еще во время полета “Союз—Аполлон” взаимные поездки были “зеркальными”. Доходило даже до курьезов: на Оби была организована рыбалка на шестой день поездки у нас, и на шестой день пребывания в США мы рыбачили на озере Тахо. Вот только рыба была разная: у нас — судаки, а там — форель...*

— А здесь мы стараемся, чтобы “рыба” была абсолютно равнозначна!.. Если они показывают систему подачи воды на реактор, то и мы тоже... Наше сотрудничество развивается на новом этапе. Не все, конечно, идет гладко, есть проблемы, которые требуют долгого и тщательного обсуждения... В столь чувствительной области контакты не просты, требуется осмотрительность.

— *Доверие победит?*

— В перспективе... А пока должен быть беспощадный контроль — ведь речь идет о грозном и страшном оружии.

— *Итак, вы “главный человек” в Минатоме по разоружению...*

— Это не так, я занимаюсь только утилизацией материалов...

— *Как вы пришли к этому?*

— Всю основную часть жизни я проработал в Красноярске-26, на предприятии, где проходило выделение оружейного плутония. Этим делом я занимался 22 года.

— *Когда вы попали в Красноярск?*

— В 1965 году. Я закончил Ленинградский технологический институт, и по распределению приехал туда инженером. Работал в смене несколько лет на заводе по выделению плутония. Вырос до начальника технического отдела предприятия, а потом был переведен в главк, который занимался производством ядерных материалов для оружия. И понятно, что судьбой тех материалов, высвобождающихся в процессе разоружения, должны заниматься те люди, которые знают их особенности, свойства, поведение в различных условиях.

— *Завод плутония в Красноярске отличался от того, что был первым построен на “Маяке”?*

— Предполагалось, что он будет крупным, но, когда началось “потепление”, строительство было прекращено — осталась только наработка диоксида плутония. Дальнейшего развития не было — ни металлургии, ни сборочного производства, хотя под землей для этих производств уже были подготовлены условия...

— *Что будет дальше? Я имею в виду судьбу ядерного оружия, тех материалов, что теперь находятся в хранилищах? Допустим на 50 лет!*

— Это очень большой промежуток времени, и строить прогнозы на такой срок очень трудно. Ясно одно, что процесс разоружения принимает необратимый характер, и, по-видимому, можно предположить, что через пятьдесят лет количество ядерных боеприпасов резко уменьшится...

— *А как же всеобщее разоружение!?*

— На мой взгляд, говорить о нем несколько преждевременно... Но разум, нынешнее понимание “ядерной проблемы” горят о том, что ядерное оружие останется лишь как “фактор сдерживания” в том минимальном количестве, которое требуется для решения этой задачи... Когда мы создавали и развивали это направление, почему-то считалось, что чем больше, тем лучше. Но действительность оказалась иной. Прошло всего тридцать—сорок лет, и было понято, что ошибались... Ну а будущее — это прогнозировать сложно. Возможно, появится какое-то новое оружие, совсем не на ядерной основе, и оно будет играть доминирующую роль... Разве такого не может быть!?

— *Как вы думаете: это было заблуждение нас и американцев, когда накапливались горы ядерного оружия и там и здесь?*

— Это был новый вид энергии, новый вид оружия, и потому параллельно шло его создание и изучение. Относительно спонтанно оно появилось, американцы взорвали бомбы над Японией, и мы начали очень быстро создавать аналогичное оружие, гонка вооружений есть гонка, в которой каж-

дый старается быть впереди, не успевая задумываться об оптимальных количествах “изделий”. Когда “машина запущена” — промышленность работает... Даже в Красноярске-26 планировалось построить не два—три реактора, а гораздо больше, но, во-время остановились...

— *Николай Николаевич, а вам не обидно: вы 22 года производили то, что сейчас уничтожаете?*

— Нет. У меня была прекрасная и интересная работа, на острие самой современной и передовой науки... Это всегда было новое, отрасль быстро развивалась, и самое главное — она находила поддержку у государства и у общества. Люди, которые работали здесь, считали, что трудятся на благо Отчизны.

— *Но сегодня такую же роль играет процесс разоружения, не так ли?*

— Пожалуй. Но и сегодня в нашей отрасли очень много нового, необычного. Появились несколько иные оттенки — безопасность, длительное хранение и так далее, но тем не менее это важно и интересно. Те годы, конечно, были более насыщенными, а потому запоминающимися. Да и молодыми мы были...

— *Я хотел бы узнать о судьбе тех материалов, что будут в хранилищах?*

— Те ядерные материалы — литий, уран и плутоний — это богатство, это народное достояние, так как страна затратила огромные усилия на их получение. Задача не только в том, чтобы их складировать и тратить деньги на их хранение, но и на поиск путей их использования в гражданской сфере. Для урана проблема решается достаточно просто — его можно использовать в топливе для атомных электростанций. Ясно, как работать с литийсодержащими материалами — надо выделять чистый литий и тяжелую воду, которая находит применение опять-таки в реакторах. Более сложно использовать плутоний, но тем не менее есть идеи. В частности, уже сейчас некоторые реакторы в Европе загружаются плутонием. Это уже “свет в конце туннеля”. Уже сейчас проводятся научно-исследовательские и технологические работы по использованию оружейного плутония. У нас есть небольшой опыт в этом направлении: десять сборок было загружено в реактор БН-350 в шестидесятые годы, проводятся эксперименты на БН-600... Заключены соглашения с США, Германией, Францией и другими странами по созданию опытно-промышленного производства смешанного уран-плутониевого топлива. Мы считаем, что материал из оружия, который сегодня складировается, обязательно найдет применение в атомной энергетике.

— *Часто говорят, что свои проблемы “мы оставляем внукам”?*

— В данном случае не так. Материалы, высвобождаемые при разборке ядерного и термоядерного оружия,— это богатство, которым, уверен, наши потомки воспользуются разумно и эффективно.

— *А радиоактивные отходы?*

— Это иное дело. Проблема с ними решается, дело только во времени...

— *Что вы имеете в виду?*

— Необходимо тщательное изучение гидрогеологических условий мест, где предполагается захоранивать эти отходы. Все, что связано с геологией, требует длительных исследований, подчас на них уходят десятки лет. Некоторые виды отходов позволяют их делать компактными, и хранить на поверхности Земли...

— *Вы с оптимизмом смотрите в будущее?*

— Конечно. Весь опыт развития цивилизации свидетельствует, что страхи всегда оказываются сильно преувеличенными, и они исчезают, если не опустить руки, а работать...

Интервью с руководителем департамента разработки и испытаний ядерных боеприпасов Н.П. Волошиным и бывшим руководителем департамента Г.А. Цирковым

Наш разговор с начальником Департамента проектирования и испытания ядерных боеприпасов Николаем Павловичем Волошиным начался с вопроса:

— *Зачем нужны критические сборки?*

— Можно сказать так... Это так называемые “критмассовые измерения”, и они начались еще до создания первого атомного заряда. Они проводятся давно и регулярно. Но несколько лет назад по программе совместных работ с ядерными лабораториями США возникла идея уточнить “нейтронные константы”. Когда-то они были измерены, опубликованы — есть даже специальный сборник, но все же некоторые уточнения нужны. Испытаний оружия нет, но о надежности его беспокоится следует. Это и забота о безопасности атомных реакторов.

— *Это чисто теоретический интерес?*

— Нет. Эти измерения нужны для исследований безопасности оружия и АЭС. Но есть в такой работе и конверсионное направление.

— *А когда вы начали работать в отрасли?*

— В 62-м году, и сразу же попал на испытания. Это была последняя воздушная “Сессия”, тогда на Новой Земле испытывали самые мощные заряды. Я приехал туда в октябре. Потом я уже перешел “под землю”... Так что есть возможность сравнивать. В те времена мы полагались на человека, на его сознательность, но теперь это проблематично, а потому начинаем внедрять всевозможные автоматические системы контроля. Кстати, в Лос-Аламосе и Ливерморе, где мне довелось побывать, это существует давно, с самого начала: там такие понятия, как “совесть”, “сознательность” не очень-то учитывались. Да, я понимаю — все верят в Бога, но тем не менее системы контроля очень жесткие, проверки и перепроверки и так далее. Я так бы сказал: “Полное недоверие к человеку!” При входе покажи, что ничего на объект не занесишь, идешь назад — ничего не выносишь, металла нет, активности тоже, — и все записывается в компьютер. Даже если охранник чего-то не заметит, компьютер запишет, и

если что-то произойдет, вам обязательно напомнят об этом нарушении, мол, охранника мы уволим за невнимательность, но и вы обязаны понести наказание...

— *Такое впечатление, что вы осуждаете подобную систему?*

— Мы привыкли к иному, но перестраиваться надо... Наши сотрудники ездили к американцам, посмотрели на их систему “полного недоверия к человеку” и поняли, что ее нужно перенимать. И теперь в научно-исследовательских работах появилась и такая строка: “мера борьбы с внутренним врагом”. А это и забывчивость, и халатность, и сговор. И прямой подкуп,— в общем все, что может привести к утечке секретной информации и материалов.

— *Как все-таки вы попали на Новую Землю? И почему сразу после приема на работу — ведь такое случается редко?!*

— Я закончил радиотехнический факультет Уральского политехнического института... Мой старший брат еще из Арзамаса-16 был переведен в Челябинск-70, мы с ним списались, и он прислал мне анкету. Взяли, и сразу же подключили к работе — делался спецрадиодальномер. Во время взрыва надо было измерить расстояние от бомбы до самолета. Работа кипела, не считались ни со временем, ни со своими личными заботами — всего себя отдавали делу. Тем более холостым был... И уже в октябре поехал с макетом на полигон, где участвовал в испытаниях. В 63-м году воздушные испытания были прекращены, но работы по дальномеру продолжались... На полигоне под Керчью однажды я пробыл девять месяцев. А ведь только что женился, но такая уж судьба у испытателей — полигоны, командировки и снова полигоны... А в 65-м году переключился на работы, связанные с измерениями при подземных ядерных взрывах. И с тех пор — тридцать лет! — на испытаниях. В том числе и на полигоне в Неваде. Был там три раза, дважды — во время испытаний. Это был совместный эксперимент в 88-м году, а потом контроль за предельной мощностью — это 91—92-е годы.

— *Что-нибудь поразило при воздушном взрыве тогда на Новой Земле?*

— Я был довольно далеко, а потому увидел гигантское зарево. Чем-то оно напоминало северное сияние... При нем обычно бегут полосы по небу, будто занавес Большого театра закрывается... Но при ядерном взрыве все небо высветилось, и яркие облака на нем... А потом уже подземные взрывы — физически чувствуешь огромную мощь... Кстати, на полигоне в Неваде совсем иные ощущения. Их командный пункт очень далеко от места взрыва, порода мягкая, а потому ощущения землетрясения после взрыва нет. Кнопку нажали, по телевизору увидели, как поднялась земля, и все! Ощущений сейсмичности нет... А через месяц приехали в Семипалатинск. Были очень близко от эпицентра. Даже я, проработав 30 лет, так близко никогда не был... А тут земля поднялась куполом, ударил звук,— все это рядом с тобой... Тут уж не только разумом понимаешь, но и физически чувствуешь какая энергия выделилась!

— Вы только боевыми “изделиями” занимались?

— Не только!... Начиная с 68-го года, и мирными ядерными взрывами. Мы с вами впервые встретились как раз на Памуке во время гашения нефтяного фонтана. Просто вы об этом не помните...

— Мне было запрещено общаться с “издельщиками”, уж очень вы секретными были тогда людьми!

— Это верно... Да, жарко там было, все плавилось. Помню, суп даже готовили там, где “фонтанчики” газа из земли выходили... И очень тяжело было проводить измерения, и тут же пленку обрабатывать.

— А еще что помнится?

— Запомнился эксперимент — он для нашего института был первый и удачный! — на Кольском полуострове по дроблению апатитовой руды. В 72-м году и в 84-м... Дробили куб — 60 x 60 x 60 метров — ядерным взрывом, а затем снизу по технологической штольне породу вынимали, на фабрике перерабатывали и этим удобрением специальные поля удобряли, выращивали на них пшеницу, убирали и делали муку. И всю цепочку тщательно проверяли, чтобы ответить на главный вопрос: “чисто или нет?” Первый опыт дал положительные результаты, а потому спустя двенадцать лет провели новый эксперимент уже с двумя взрывами. Это не только увеличение объема, но и более мелкое дробление, так как взрывы шли почти одновременно... Но потом программу эту свернули, а чуть позже — в 89-м году — ее полностью закрыли. Был я и на мирных взрывах сейсмозондирования. Это очень интересная и нужная для страны программа — по сути перспективная разведка полезных ископаемых... Принимал участие в гашении фонтана на Печоре в 82-м году. За участие в этой работе я получил Государственную премию. Ну а сотрудники из нашего отдела, конечно же, были на всех экспериментах, которые осуществлял наш институт, будь то военные или мирные взрывы.

— Как вы оцениваете программу мирных ядерных взрывов и согласны ли вы с тем, что ее закрыли?

— Там, где связано в работами на выброс — озера, каналы, плотины и так далее — на мой взгляд, правильно, что закрыли. Мы, конечно, старались делать “чистые заряды”, но все равно “грязь” есть, да и разворочена земля — зрелище малоприятное. А если камуфлетные взрывы, то тут ситуация особая. Я считаю, что если есть остекловывание стенок, т.е. идет по сути геологическое захоронение, то использовать такие подземные взрывы полезно и нужно. Это гораздо лучше, чем просто закапывать отходы, а потому никакого вреда от таких взрывов нет... Сейчас мы продолжаем вести очень важную работу: проводим тщательный анализ достоинств и недостатков всех ядерных взрывов, которые были осуществлены. Это будет оценка по всем направлениям — от экономики до экологии. Думаю, что некоторые эксперименты все же будут продолжаться, международное сообщество поймет их целесообразность... К примеру, захоронение отходов химических комбинатов. Мы сделали одну полость, и туда сливаем уже

много лет отходы содового комбината. К сожалению, емкость скоро заполнится полностью, и будет запечатана... А что дальше? Неужели создавать рядом с Камой искусственные водоемы, заполненные содовыми отходами!? Убежден, что первыми нас должны поддерживать именно “зеленые”, они должны требовать, чтобы мы сделали новую полость для отходов именно с помощью ядерного взрыва... Поверьте, как ни странно это звучит, хочется верить, что так и будет!.. Кстати, эта работа выдвигалась на премию Правительства России.

Есть такое представление: зачем доставлять куда-то к врагу большой заряд и подвергать воздействию там большую территорию, если можно с точностью до одного метра попасть прямо в бункер? Заряд малой мощности, вплоть до простой взрывчатки... Попадешь в командный пункт, в какой-то спецзавод, в ту же атомную электростанцию, если она под землей, и обычной ракетой наделаешь больше беды, чем ядерным зарядом большой мощности... За рубежом уже начали создавать такое оружие.

— *Но ведь это очень дорогое удовольствие!?*

— Конечно! Это суперкомпьютер, установленный внутри ракеты. И не только он, но и сложнейшие датчиковые системы... Это оружие слишком дорогое. Есть ученые, которые этим хотят заниматься, но это возможно лишь при богатой экономике. Но если государство не обладает такими возможностями, то как этим заниматься?

— *А наше ядерное оружие. Что с ним?*

— Наделали его много. Даже для “нанесения непоправимого ущерба противнику” столько его не нужно. Понятно, что необходимо сокращение. И этой дорогой мы идем. Но никто не предлагает сегодня запретить оружие.

Процесс разоружения нельзя рассматривать как “экономия денег” — это неверное представление. Гонка вооружений, и гонка разоружений — это весьма дорогое удовольствие, но иного пути нет.

— *И в этой области мы сотрудничаем с американцами?*

— Идеология очень проста: “мы делаем ядерный боеприпас для того, чтобы он был, но не применялся”. В этом смысл ядерного сдерживания... Значит, боеприпас должен быть безопасен, работоспособен и надежен. В части безопасности и сохранности лаборатории США готовы с нами сотрудничать. И мы обмениваемся информацией, на несекретном уровне. В Договоре о прекращении ядерных испытаний сказано, что они могут быть возооблены при необходимости, а следовательно, российский полигон на Новой Земле нужно поддерживать, но там сейчас обстановка очень сложная.

— *Представим на секунду, что мы закрываем всю атомную промышленность разом. Но у нас остается какое-то количество ядерного оружия. Может быть, нам хватит его лет на тридцать?*

— Нет, не получится. Есть срок годности у оружия. Ядерный боеприпас — это не винтовка Мосина, которую смазал и храни десятки лет.

Ядерное оружие — “живое”... Приведу такой пример. В США закрыли завод по производству трития, который используется в термоядерном оружии. Пока используют ранее наработанный тритий. Но сейчас уже планируют строительство нового завода, иначе они не смогут поддерживать на должном уровне свой ядерный потенциал. Этим я хочу сказать, что по отношению к ядерному оружию стереотипные и привычные решения не всегда подходят, потому что в нашей области очень многое весьма специфично. Период полураспада плутония 24 тысячи лет, но он постоянно “живет”— может переходить из одной фазы в другую, взрывчатка и другие материалы стареют, влияет газовая среда и так далее. Я перечисляю эти процессы для напоминания: когда принимается политическое решение, нельзя забывать о законах физики — они ведь на лозунги и призывы не реагируют...

* * *

Название “Департамент проектирования и испытания ядерных боеприпасов” появилось недавно. А раньше — просто “главк Цыrkова”, по имени его знаменитого руководителя — Георгия Александровича Цыrkова. Работал он здесь много-много лет, да и сейчас частенько заглядывает в свой бывший кабинет к своему преемнику и ученику Н.Г. Волошину, так как после ухода на пенсию Георгий Александрович по просьбе министра остался советником — ведь у него поистине бесценный опыт, огромные связи и непререкаемый авторитет.

Мне повезло взять первое и пока единственное интервью у Георгия Александровича Цыrkова.

В канун гашения газового фонтана в Уртабулаке министр Средмаша Ефим Павлович Славский разрешил мне, тогда корреспонденту “Комсомольской правды”, участвовать в этом эксперименте. “А сейчас я познакомлю тебя, — сказал он, — с нашим главным “издельщиком”, присмотришь к нему — для журналиста это кладезь! Он все знает об оружии, но что-либо говорить о нем не будет... Имей в виду, что разрешаю все, кроме “изделия” — к нему ты подходить и близко не имеешь права... Впрочем, не беспокойся: тебя и не подпустят...” — Ефим Павлович рассмеялся, видимо, весьма довольный своей шуткой.

Через несколько минут мы познакомились с Георгием Александровичем Цыrkовым, начальником самого “секретного” главка министерства. Так уж случилось, у нас сложились добрые отношения. Честно говоря, несколько раз я пытался завязать разговор об оружии, но Георгий Александрович всегда говорил “нет”, и его можно было понять, так как его оценки тех или иных ученых и конструкторов, событий, успехов и неудач не могли быть “сузубо личными” — слишком высокую должность он занимал в той “атомной пирамиде”, которая сложилась не только в нашей стране, но и в мире. Нести ответственность за программу ядерного вооружения — это слишком тяжелая нагрузка, и ему всегда следует быть осмотрительным: все-таки люди есть люди, а слово начальника главка слишком уж весомо...

Однако взять заветное интервью мне все-таки удалось. Для этого был хороший повод: приближался юбилей Юлия Борисовича Харитона,— и я этим воспользовался. Георгий Александрович не мог не сказать добрых слов о Харитоне, а потом беседа потекла шире, хотя опять-таки Цырков не говорит с той степенью откровенности, которая до конца раскрыла бы многие страницы истории ядерного оружия. И пожалуй, в этом он вновь был прав — еще не пришло время, когда обо всех секретах и тайнах можно сообщать общественности. Как и в прошлом, так и сегодня разработка, производство и испытания ядерного и термоядерного оружия остаются одной из самых больших тайн любого государства, где они есть. Да и международные договоры предусматривают нераспространение ядерных технологий — мир слишком хрупок и не так безопасен, как это кажется некоторым..

Итак, наш разговор с Цырковым начался с рассказа о Юлии Борисовиче Харитоне. Я спросил Георгия Александровича: “Когда вы впервые встретились?”

— Это было в 1948 году, когда шла интенсивная работа по созданию первого образца нашего ядерного оружия. Видел я его в настоящем деле, и был он энергичным, придирчивым. Он следил буквально за каждым измерением, тщательно анализировал все направления работы. В общем, Харитон был тогда “езде”! По крайней мере, такое складывалось впечатление, и оно было близким к реальности.

— Где это было?

— В Арзамасе-16. Я как раз приехал туда, и попал на тот участок, где шла интенсивная разработка заряда, а потому сразу же с Юлием Борисовичем наладился деловой контакт.

— Чем именно вы занимались?

— Отработкой конструкции первого заряда, причем в натуральных размерах. Многие делали какие-то лабораторные модели и так далее, а я попал в группу, которую возглавлял Захаренков, и там мы занимались так называемой “натурной отработкой”.

— В знаменитом “зеленом доме”?

— Тогда он был белым...

— Где охрана была особая, по-моему, низший чин — капитан?

— Верно.

— И Харитон там был все время?

— Конечно. Почти безвыездно.

— Ведь он был руководителем, теоретиком?

— Это неверно. Он всегда был очень талантливым экспериментатором, и его интересовала каждая деталь, каждый экспериментальный метод. А потому его советы всегда были полезны. У него были энциклопедические знания, а потому он мог подсказать, посоветовать любому специалисту и в ядерной физике, и по взрывчатым веществам, и в металлургии. Просто удивительно: насколько у него знания были обширны и во всех областях науки! Это не для красного словца говорю, не потому, что у Харитона юбилей — это действительно так!

— Но ведь сейчас много пишут и на Западе и у нас, что первая атомная бомба — это не наше достижение. Мол, все данные добыли разведчики, в частности, подробную информацию о бомбе передал Фукс?

— Да, так говорят, но с этим я согласиться не могу... На своем личном опыте я убедился, что нам приходилось отрабатывать буквально каждую деталь “изделия”, причем очень тщательно. Я, естественно, тогда не знал — как и большинство! — что были какие-то материалы от Фукса. Ничего мы не читали, а все делали заново — от “а” до “я”. Наверное, Харитон и Щелкин что-то читали... Если Фукс и передал, то голую схему, а ведь вся технология, детали — невероятно сложные. Методы проверок, физические параметры, технология сложнейших измерений и так далее — ничего этого Фукс не передал, да и не мог передать... Иное дело голая схема устройства первой американской атомной бомбы. Значение этих данных, конечно, важное, особенно для того времени, но для того, чтобы сделать первый наш образец, потребовалось развить целый комплекс наук и производств, нужно было оснаститься аппаратурой и многим-многом другим... В то время мы, непосредственные исполнители, считали, что все делаем с самого начала. У нас не было никаких подсказок...

— Как случилось, что вы попали в эту особую группу Захаренкова?

— Я работал в Инженерной академии сухопутных войск, где заведовал кафедрой и лабораторией профессор Покровский. Это был очень талантливый исследователь в области газодинамики и взрывных дел...

—... плюс к этому талантливый художник!

— Верно... И очень интеллигентный симпатичный человек, и я, к счастью, у него работал после окончания МВТУ. Занимался боеприпасами. Когда начали подбирать специалистов в Арзамас-16, то меня пригласили туда. Очевидно, определило то, что я уже был специалистом, а потому сразу попал в группу Захаренкова.

— Все происходящее казалось вам необычным, не так ли?

— Безусловно. Мы понимали, какая огромная задача стоит перед страной — ведь нужно было ликвидировать монополию на ядерное оружие американцев, а потому все работали с полной отдачей. Все — без исключений! Работали до двух, четырех часов утра, не считаясь с собственными интересами: было лишь одно желание — как можно быстрее сделать эту самую атомную бомбу... О которой, впрочем, никогда не упоминали, может быть, говорили только шепотом, хотя, конечно, все понимали, чем занимаемся... Необычность была в этом, в такой работе... Ну, и нам помогала вся страна. Если в лаборатории Покровского все-таки приходилось с трудом добывать аппаратуру, разные материалы, то здесь была “зеленая улица”. Работать было интересно и приятно...

— Вы один из немногих, кто был на испытании первой атомной бомбы. Что вы там делали?

— Я был назначен генералом Павлом Михайловичем Зерновым в оперативную группу, которая состояла из трех человек — Егоров, Маслов и я. Мы в соответствии с графиком обеспечивали подготовку к первому испытанию. На мне лежала ответственность за “научные аспекты подготовки”, т.е. физические измерения, аппаратура, подготовка “изделия”... Маслов занимался конструированием, Егоров — опытным производством... Павел Михайлович, очевидно, разглядел во мне неплохого организатора и в конце концов этот путь и привел меня в начальники Главка Средмаша и Минатома России, который занимается созданием ядерного оружия... Когда я приехал тогда на полигон, то так случилось, что я стал по сути помощником Игоря Васильевича Курчатова по всем делам, связанным с увязкой работы всех подразделений и так далее. Но кроме организаторской работы, я еще участвовал в группе Жучихина по подготовке линий подрыва “изделия” на башне. А нами руководил Кирилл Иванович Щелкин.

— *Хорошие были времена? Так вы о них вспоминаете?*

— Я считаю, что исключительно необычные были годы! Интересно, ответственно, приятно было работать. Мы сознавали, что делаем очень важное и нужное для страны дело.

— *Кто более всего запомнился вам? Знаю, что Зернова вы считаете своим учителем, а другие?*

— На испытаниях — Игорь Васильевич Курчатov. Он поражал своей энергией, знаниями, устремленностью... Смотришь в его глаза и чувствуешь, будто какое-то излучение из них идет. Он зажигающе воздействовал на людей... Пожалуй, от Игоря Васильевича в то время осталось самое сильное впечатление.

— *Вы встречались и работали с очень многими выдающимися людьми. Расскажите, к примеру, о Кирилле Ивановиче Щелкине. К сожалению, о нем известно мало...*

— Глубокий ученый. Он занимался не только теоретическими исследованиями по газовой динамике и ядерной физике, но и умел “перекинуть мостик” к практическим делам. Великолепный экспериментатор, организатор он был первым помощником Юлия Борисовича Харитона по разработке ядерного оружия. К сожалению, он заболел, отошел от наших дел и рано умер. Говорят “сгорел на работе”— это в полной мере относится к Кириллу Ивановичу Щелкину.

— *Что с вами было после первого испытания бомбы?*

— Я ушел из группы Захаренкова. Был приглашен в исследовательский отдел заместителем к Екатерине Алексеевне Феоктистовой. Это очень известный ученый, специалист по взрывным веществам. В те времена я занимался первыми исследованиями магнитной кумуляции, которую предложил Андрей Дмитриевич Сахаров. Это прямое преобразование энергии взрыва в магнитную... Проводим первый опыт, но никаких приборов не было, и как убедиться, что мы на верном пути? Действительно ли возможно преоб-

разовать энергию взрывчатки непосредственно в электричество? И тогда я предложил ставить неоновые лампочки... В апреле 1952-го года был проведен первый опыт, и он оказался очень удачным — лампочки зажглись. Идея Сахарова подтвердилась. Тогда это все было внове, а сейчас эта область развита, проводятся новые эксперименты, вот совсем недавно два ядерных центра — Арзамас-16 и Лос-Аламос — начали работать вместе.

— *А дальше?*

— Создавался новый “Объект”. На Урале...

— *Стоп! А разве к водородному оружию вы не имели отношения?*

— У вас информация хорошо поставлена... Действительно, я занимался и подготовкой первой водородной бомбы, участвовал в испытаниях.

— *Страшно было во время взрыва?*

— Нет. Я находился в каземате, откуда шло управление взрывом. Это в десяти километрах от эпицентра... Все эффекты известны, и мы их ощутили. Но все-таки главное впечатление — мы вышли после прохода ударной волны и увидели огромное красное облако. Оно висело над нами, страшное, необычное... Мы сели в машины и уехали, там нельзя было оставаться...

— *Вы принимали участие практически во всех испытаниях?*

— Я попытался как-то подсчитать, но так и не получилось...Сто или сто пятьдесят, а может быть и триста — не помню... Надо как-нибудь обратиться к “режиму”, там есть списки участников каждого эксперимента... Впрочем, зачем их загружать ненужной работой!?

— *Как вы попали на Урал в Челябинск-70?*

— Можно считать, случайно. Приезжаю в Москву, захожу в министерство — тут у нас свои дела были по новой аппаратуре, и встречаю Щелкина. Он и говорит сразу, мол, хочу предложить тебе должность первого заместителя... “Согласен?” — спрашивает. “С вами хоть на край света!” — отвечаю. Так и состоялся мой перевод на Урал.

— *А зачем потребовалось создание второго ядерного центра?*

— Тогда первым секретарем ЦК партии был Никита Сергеевич Хрущев. И он посчитал, что нужен Арзамасу-16 дублер. Тогда в мире не все было гладко. 55-й год... Разгар “холодной войны” и была реальная опасность, что она перейдет в “горячую”... В этом случае “Объект”, т.е. Арзамас-16, может быть уничтожен, и страна останется без создателей ядерного оружия, и некому будет его обслуживать, осуществлять авторский надзор и так далее. Мне кажется, именно потому и было принято решение о Челябинске-70. И второе: любая монополия вредна, без соревнования можно завести ту или иную отрасль в тупик. И научные разработки и конструкторские работы идут гораздо медленнее, чем при конкуренции или соревновании, как мы тогда говорили. И действительно, когда появилось два института, то началось творческое соревнование идей, способов решения тех или иных конструкций, методик... Я считаю, что появление центра на Урале принесло огромную пользу развитию ядерного оружейного комплекса.

— *Георгий Александрович, чем современное ядерное оружие отличается от того, что вы создавали в начале пятидесятых?*

— Разница огромная, прогресс очень большой. Я не буду вдаваться в какие-то конструктивные особенности, могу только сказать, что вес и объем при равной мощности отличаются в десятки раз...Автоматика, которая обеспечивает подрыв, резко, неузнаваемо изменилась...К примеру, блок автоматики, который обеспечивал выдачу сигналов на заряд, весил раньше триста килограммов, а теперь полтора...Вот такой прогресс! Ведь изменилась элементная база, и в развитие этой области науки и техники сделали огромный вклад наши ученые и конструкторы. Не только в ядерной технике, но и в целой отрасли... Так что отличие очень большое. Я уж не говорю о широком выборе “изделий”, выполняющих строго определенные функции...Прогресс виден не только на цифрах, достаточно побывать в музее ядерного оружия в Арзамасе-16 и Челябинске-70, и сравнить с теми блоками, которые иногда показывают по телевидению — тут уж не надо быть специалистом...

— *Логичен следующий вопрос: что такое, с вашей точки зрения, ядерное разоружение?*

— Если по-настоящему его проводить, то нужно не только разобрать ядерную боеголовку, но и перевести плутоний и уран в такое состояние, чтобы их нельзя было использовать в оружии вновь. Тогда можно говорить о полном разоружении. Но я считаю, что на это мы пока пойти не можем, так как обстановка в мире сложная и опасная. Есть много так называемых “пороговых стран”, которые могут выйти на испытания и создание ядерного оружия. Эти страны хорошо известны. Может быть, совершенные “изделия” они и не смогут сделать, но “примитивные” им вполне по силам... Я считаю, что ядерное оружие должно существовать. Впрочем, так оно и будет — система самозащиты государства требует сохранения определенного количества “изделий”.

— *Думали ли вы, что когда-то ядерное оружие может быть использовано?*

— Мы всегда считали, что оно у нас предназначено только для ответного удара. Никто из нас и не помышлял, что мы “агрессоры”, этикие “ядерные монстры”, которые способны нанести удар первыми. Ничего подобного! И работали так, и многого лишили себя в жизни только потому, что понимали — оборона страны, нашей Родины зависит от нас. Такая политика нам была понятна...

Интервью с президентом концерна “Росэнергоатом” Э.Н. Поздышевым и с Генеральным директором Е.И. Игнатенко

В субботу утром Поздышев становится трактористом. Выводит из гаража машину, заводит ее, цепляет прицеп и выезжает к деревенской бане, где его уже ждут соседи. И вместе они едут к храму.

У конька крыши его домика установлен громкоговоритель. Если его включить на полную мощность, то слышно будет по всей округе. В прошлом Эрик Николаевич пользовал его часто, напоминая субботним утром, что и нынче он ждет всех желающих у храма, мол, дело найдется каждому. Поначалу многие приходили просто из любопытства — поглазеть на тех, кто решил своими руками восстанавливать деревенский храм. Приходили тогда только атомщики, те, кто работал вместе с Поздышевым. Но постепенно втянулись и постоянные жители села, и дачники, и теперь уже напоминать о субботнике не нужно: все прекрасно знают, что до часу дня надо поработать на общее благо. По воскресеньям батюшка, приезжающий из Дмитрова, проводит службу... Постепенно даже старожилы начинают забывать, что в храме раньше были склады, а потом магазин...

Я хотел спросить у Эрика Николаевича: а не мода ли влечет его? Теперь ведь многие стараются показать свою набожность, религиозность, духовность, но в их искренность верится не всегда... И вопрос уже готов был сорваться с языка, но я его сразу же прикусил, когда увидел у входа в храм обелиск — в память о тех из этого села, кто отдал свою жизнь в годы Великой Отечественной... Если есть такой памятник, то почему должен погибнуть тот, что возведен нашими пращурами?!

Мой собеседник высказался предельно откровенно:

— Это не дань моде, а потребность души...

— У нас есть внуки, и однажды они обязательно зададут вопрос: “Дед, а что ты сделал главного в этой жизни?”... У вас есть внуки?

— Максим. Ему семь лет. Такой вопрос он еще не задавал.

— А если это случится, что ответите?

— Вопрос-то, на первый взгляд, простой, а отвечать на него очень трудно... Становление атомной энергетики в какой-то мере прошло через меня. Конечно, я не участвовал в строительстве самых-самых первых атомных станций, но потом, как бы на “второй волне”, был на самых сложных и пионерских объектах...

— Где?

— Это Красноярск-26...

— А как туда попали?

— После института. Я закончил физический факультет университета. Мне сказали, что на этом объекте есть и хорошая физика, и очень интересная работа. И это была вся информация, которую мне могли сообщить — ведь тогда секретность была страшная... Я попал туда, и сел за пульт управления атомной станции. Случилось это в 1960-м году.

— Это промышленный реактор по наработке плутония?

— В то время он был военным и энергетическим, т.е. одновременно шла наработка плутония, но и энергию получали.

— И что вас поразило в Красноярске-26?

— Там многое могло поражать, циклопические сооружения, которые были сделаны... Они не могли не поражать! Представьте себе: скала, и в ней

расположен целый город — заводы, электростанции, перерабатывающие предприятия. В глубь скалы заходит электричка, она привозит людей — смена отработывает целый день, а потом электричка вывозит людей назад. На меня, молодого специалиста, это произвело огромное впечатление. Туннели, переходы... Ты подходишь, цифра “15” — у дверей часовой. Он тщательно проверяет документы... и ты попадаешь в огромное помещение, ярко освещенное — кругом приборы... Поначалу все это ошеломило меня, произвело незабываемое впечатление, и в конце концов определило всю мою дальнейшую жизнь.

— *А не было такого ощущения, мол, не нужно это? Зачем уходить под землю? Понимаю, вдруг ядерная война, но разве потом нужно будет делать новое ядерное оружие?!*

— Такие вопросы и ответы на них появляются гораздо позже... В те времена мы не задумывались над такими проблемами. Было ясно, что государство нужно защищать, и мы обязаны это делать...

— *И долго были там?*

— На разных должностях я проработал в Красноярске-26 одиннадцать лет. Все было связано с управлением атомной станцией, семь лет проработал начальником смены.

— *Наверное, за это время “прошли” самые разные критические ситуации?*

— Нет, все шло гладко, никаких чрезвычайных происшествий! За все эти годы лишь однажды случился “козел”, т.е. один из каналов вышел из строя — причин тому множество: от ошибок персонала до распухания урана... Реактор остановили, и сразу же множество комиссий, так как реактор был военный. Почему? Что? Как? Ремонтные работы прошли нормально, топливо загрузили, и блок начал работать — он простоял всего несколько суток. В конце концов, все закончилось благополучно... Так что это самая “крупная неприятность” была у меня с реактором.

— *Вы гордились, что работаете на таком престижном предприятии?*

— Вся обстановка секретности, ответственности, сложности работы, — все это, безусловно, поднимало молодого специалиста. Сначала я работал в 4-м цехе, потом в 6-м, а рядом строился 8-й цех — следующий аппарат. И однажды мы пошли на экскурсию. В это время был готов лишь котлован. Представьте, внутри скалы вырублена полость, в которую поместили современную атомную станцию! Мы вошли на отметку где-то в середине этой полости. Настолько она была велика, что когда посмотрели вниз, то там увидели экскаватор, который по размеру был меньше спичечного коробка! А вверх — будто бездонное черное небо... Это было настолько величественное сооружение, что человек казался в нем муравьем... А ведь все это сделали люди!.. Да, гордились, что работаем на таком предприятии! С жильем было неплохо, зарплата хорошая, работа интересная — что еще молодому человеку надо!? В течение первых семи лет я был полностью удовлетворен такой жизнью... Но потом у меня появилось желание поехать на новое место.

— Почему?

— Ничего нового не было. Я хорошо знал свое дело, появился своеобразный автоматизм, а потому стал пропадать интерес к работе. Я начал проситься на новое дело. Рядом с нами было предприятие, где делали спутники...

— *Знаменитое КБ академика Решетнева...*

— Точно. Я как-то к ним пришел и говорю: “Мужики, возьмите меня к себе — я готов у вас работать даже бесплатно!” Но меня, к сожалению, не взяли туда... Привел этот реальный случай, чтобы показать, насколько велико было “стремление к перемене мест”, а по сути дела речь шла о черте характера — я не мог позволить себе “засиживаться”. И тут начала возводиться Ленинградская АЭС, и я одним из первых приехал на нее. Взял маленьких детей (женился в Красноярске, там и дети родились) и оказался на ЛАЭС. Я приехал туда в 71-м году, а пускали станцию в 73-м. Пять лет отработал я на Ленинградской атомной в должности руководителя реакторного цеха. Пустили мы два блока. Станция была для нас новая, опыта эксплуатации не было... Естественно, допускались какие-то ошибки, не всегда нам “солнышко светило и грело”, были сложнейшие проблемы, которые приходилось преодолевать, — в общем, была хорошая и жесткая школа.

— *Значение Ленинградской атомной станции для нашей энергетики большое?*

— Это был первый промышленный аппарат большой мощности. Он был прологом большой атомной энергетики, и уже этим определяется его роль. От пуска, от его работы зависела судьба всей энергетики в стране... Тогда уже стоял вопрос: а стоит ли заниматься атомной энергетикой, тем более, что у нас много газа и угля? Но потом были приняты правильные решения, и атомная энергетика в России начала развиваться. А атомная энергетика — это не просто техническая сторона дела, но и определенный контингент людей с определенным мышлением, с определенным интеллектом. Это технический потенциал государства. Такие люди способны решать практически любые задачи. Это своеобразный оазис высокой культуры. А потому АЭС — не просто атомная станция, но и город, где живут специалисты очень высокого уровня. Создать такой коллектив чрезвычайно сложно — это ведь школа! Я сужу по себе... Когда приехал на Ленинградскую станцию, за мной было 11 лет профессиональной работы. И такого же уровня приехали другие специалисты. Это был коллектив профессионалов, способных решать любую техническую задачу.

— *Первая реальная встреча с эксплуатацией очень большой станции?*

— По должности мне приходилось заниматься всем — от приема в эксплуатацию отдельных систем до подбора людей на те или иные рабочие места. Это было то самое “новое”, к которому я стремился в Красноярске.

— *А потом?*

— Мы поехали на Курскую станцию. Жизнь как школа, каждый год нужно переходить в следующий класс. Пять лет проработал на Ленинградской атомной — опыт, возраст, и вновь поиски нового подсказывали, что еще не предел: способен на большее... И появилась возможность стать заместителем главного инженера на Курской станции. А там при пуске первого блока именно такие люди и были нужны. В 76-м году приехал на Курскую, там как раз завершалось строительство первого блока. Заместитель главного инженера по эксплуатации — это все проблемы пуска, приема блока достались в какой-то мере мне.

— *Это была система: перебрасывать специалистов с одной АЭС на другую?*

— Привлекали желающих и тех, у кого есть определенный опыт. Важно было не начинать с нуля, не повторять те ошибки, которые были совершены при первых пусках. Так как у меня всегда было желание познать новое, то я и оказывался на новых объектах... Так и получилось, что я строил, пускал и эксплуатировал первый и второй блоки Курской АЭС. А в 79-м году переехал в Москву... Много лет я был на практической работе, и вполне естественно, появилось желание поучаствовать в управлении не только одним блоком, одной станцией, но и целой отраслью. Я стал начальником технического управления главка. Это конторская работа была нужна, чтобы понять, как создается и функционирует отрасль. Три года мне потребовалось, чтобы изучить и эту систему, а потом меня потянуло на практическую работу. Я поехал директором на Смоленскую станцию. Но к сожалению, там мне пришлось работать недолго — наступил 86-й год...

— *Для атомщиков это своеобразный рубеж?*

— Безусловно... Пришло сообщение, что случилась тяжелая авария на Чернобыльской станции. Ничего конкретного, о масштабах и подумать даже не могли... По своим каналам я узнал, что большие разрушения реактора, что произошел большой выброс радиоактивности. Нам не была понятна только причина случившегося. Казалось бы, причин могло быть множество, но та, что была сформулирована комиссией, была нам непонятна... Мы предполагали совсем иное, даже диверсию... События начали развиваться стремительно через двое суток, когда облако радиоактивного загрязнения прошло через Смоленскую область, через Калужскую и далее. Наши дозиметристы сообщили мне, что фон растет резко. Я сразу же позвонил в обком партии, рассказал о ситуации и сказал, какие меры надо принимать. Но мне ответили, мол, вы занимаетесь эксплуатацией станции и занимайтесь ею, и не лезьте куда не следует. Мы с коллегами посидели, посоветовались и решили на свой страх и риск принимать необходимые меры. Отдали соответствующие команды, посоветовали жителям нашего города быть поменьше на улице, закрыть окна... Поставили вокруг дозиметрические посты, начали делать посты дезактивации, готовили помещения для беженцев из района Чернобыля — мы прекрасно понимали, что их будет много, позаботились о

спецодежде, питании и так далее. В общем, начали делать то, что положено в таких случаях. Я обзвонил председателей соседних колхозов и спросил, где находится скот. Узнал, что на пастбищах, посоветовал загнать в помещения... А мне в ответ: "Кормить нечем...". Мы взяли молоко от коров на анализ, а там признаки радиоактивности. Мы перестали принимать это молоко в город, выливали его. А мне тут же из обкома замечание: "Почему панику поднимаю? Почему молоко не принимаю?" Объясняю — загрязнено.

— *У вас сразу же все заработало, что положено при аварийной ситуации?*

— Конечно. Мы приняли в первые же дни все необходимые меры. Только потом, значительно позже у нас начали интересоваться из того же обкома, что нужно сделать, чтобы смягчить надвигающуюся катастрофу... Они даже приехали нас проверять, и убедились, что у нас все необходимое сделано...

— *О вас в Чернобыле разносились легенды, вас постоянно ставили в пример, мол, и в Зоне нужно действовать так, как на Смоленской станции... Это я вам как очевидец говорю... Наверное, такая четкая работа и привела вас в Чернобыль? Как вы попали на аварийную станцию?*

— Очень просто. По-моему, 21 мая мне звонит начальник главка и говорит, что на Чернобыльскую АЭС нужен директор, в главке посоветовались и решили, что Поздышев подходит... Он интересуется моим мнением, а я отвечаю, мол, подумать надо: я ведь прекрасно понимаю, о чем идет речь... Начальник главка говорит: "Подумайте и завтра сообщите мне свое решение". Я звоню жене. Евдокия в слезы, дети в панике... Через час я позвонил начальнику главка и сказал, что согласен... "Прекрасно,— говорит он,— завтра утром вас ждут в Киевском обкоме". Сел в машину, поехал. В обкоме разговор короткий: поезжайте в Чернобыль, принимайте станцию. "У кого принимать?" — спрашиваю. "На месте разберетесь!" — отвечают. Конечно, не у кого было принимать эту станцию... До аварии на ней работало около семи тысяч человек, на момент, когда я приехал, было человек шестьсот... Все они располагались километрах в сорока от Чернобыля, в поселке. Приехал, спрашиваю, что происходит? Никто вразумительно ответить не может... Смотрю смена идет на работу — человек десять в белых одеждах, а сзади несут ящик. Заглянул, а там водка...

— *Считалось, что дежурство такое напряженное, что стресс надо снимать стаканом водки. Честно говоря, я тоже очень удивился: везде "сухой закон", а дежурным сменам выделяется водка!*

— Я ничего не сказал на этот раз... Весь персонал в столовой располагался. Ширма посередине: слева — мужчины, справа — женщины. Все — в белых одеждах. Я понял, что это те самые люди, которые остались на станции... Что мне делать? Взял листок бумаги, написал "Директор" и приклеил на дверь. Начали приходить люди. Спрашивал у них о прежней работе, и тут же назначал на новые должности. Так пошли первые приказы.

Я сказал бы так: у каждого в жизни должна быть своя война. Чернобыль — это был своеобразный фронт. Сложно, трудно, но чрезвычайно интересно. В моем распоряжении стояла целая армия — со штабом, со снабжением, с мощной техникой... И твоей задачей было стратегическое решение проблем, надо было думать и давать четкие задания, и тогда они реализовывались. Вечером дается задание на следующие сутки. Штаб все это преобразовывал в машины, в бетон, в людей. И когда ты в семь утра приезжал на работу, то уже видел в натуре то, о чем думал накануне. А вечером генералы докладывали о сделанном, причем, как и положено на войне, на картах, планшетах...

Сейчас на Западе, да и на Украине, распространено мнение, что кто-то сможет решить “проблему саркофага”— а она постепенно созревает. У меня по этому поводу глубокое сомнение. Повторить подобное строительство — не из жесткой необходимости, а ради какой-то идеи мне кажется в высшей степени несерьезно. Так могут рассуждать только дилетанты, весьма смутно представляющие реальности аварии такого масштаба. У тех, кто строил саркофаг, есть реальные проекты и к их мнению надо обязательно прислушаться! Повторяю, эти люди совершили невозможное — и я не перестаю восхищаться ими!

— *Много с того времени осталось друзей?*

— Сейчас встречаемся с теми, с кем работал тогда, и не могу не сказать, что мы не друзья, хотя подчас давно не виделись. Там рождалась истинная дружба, потому дело было общее. Все работали в опасных условиях. И у всех было одно желание — как можно быстрее ликвидировать эту аварию.

— *Но с некоторыми вы работаете и сегодня? Например, с Игнатенко...*

— С Евгением Ивановичем мы вместе уже почти двадцать лет. Идем “параллельными курсами”. Он одним из первых приехал в Чернобыль, одним из первых пролетел на аварийном реакторе, увидел масштабы катастрофы, и один из немногих, как мы говорим, “приехал лысым в Москву”... Его роль в ликвидации Чернобыльской аварии огромна. После первого этапа мы вышли с предложением о создании новой структуры управления в “Зоне”. А так как мы все из Средмаша, то и название дали соответствующее — “Комбинат”. Кто будет директором? Этот человек должен не только хорошо понимать случившееся, но и уметь принимать решения. Лучшей кандидатуры, чем Игнатенко и найти было невозможно. К сожалению, там мы поработали вместе недолго, так как в марте 87-го года я уехал из Чернобыля.

— *Нельзя было уже оставаться?*

— Нас всех списали по здоровью... Вдруг неожиданно на рабочем месте от инфаркта скончался заместитель начальника электроцеха. К сожалению, бывает... Но проходит несколько времени и еще один случай — человек погибает от сердечного приступа... Я понял, что это уже не случайность. Всех построил и, как говорится, “сам впереди на лихом

коне” на медосмотр. И всех нас сразу же и списали! Оказывается, у всех предынфарктное состояние... И мы уехали. Почти год на аварийной станции. Но то задание, которое было получено в самом начале, было выполнено.

— *Опыт Чернобыля сегодня как-то проявляется?*

— Все профессионалы о нем помнят и не забывают. Мы в энергетике делаем все, чтобы подобное не повторилось. И в техническом плане, и в подготовке персонала. Российская атомная энергетика достигла определенных, весьма неплохих результатов.

— *Казалось бы, экономика в разрухе, неплатежи, а вы работаете надежно!?*

— Мы не получаем “денежную составляющую”, что не позволяет нам вовремя платить зарплату, перечислять налоги и так далее, но все материальные и технические ресурсы мы получаем, и соответственно все планы по реконструкции и обеспечении надежности мы реализуем. Может быть, требуются большие усилия и напряжение, но такие работы проводятся в обязательном порядке, и это дает свои результаты. Все, что мы запланировали после 1986-го года, выполняется. И это еще один верный вывод из уроков Чернобыля.

— *Значит, вы с оптимизмом смотрите на будущее атомной энергетики у нас?*

— Этот вопрос очень сложный. Тут, к сожалению, здравый смысл не является приоритетом. Без атомной энергетики Россия немыслима... Как известно, вся энергетика России сидит на “газовой игле”. И это опасно. Если мы хотим иметь жизненный уровень, как у развитых европейских стран, нам нужны атомные станции.

Производство атомной энергии — это эффективная и стабильная энергопроизводящая система, которая к тому же не выбрасывает в окружающую среду углекислый газ и другие продукты горения. И нам атомным энергетикам, хотелось бы сделать процесс производства энергии не только эффективным, но и идеальным с точки зрения сохранения окружающей среды.

Мы видим отдельные негативные моменты, препятствующие развитию и использованию атомной энергии в отдельных регионах, но мы последовательно преодолеваем эти препятствия. Атомная энергетика — сложный технологический процесс, и ее развитие опирается на новые открытия науки.

— *Я помню вашу прекрасную фразу — она звучала приблизительно так: “Если восстановим храмы, то с атомной энергетикой все будет хорошо!”*

— Я уверен, что благое дело порождает только добро. А потому стараюсь следовать этому принципу. Восстановление и возрождение России охватывает все сферы жизни как нынешнего поколения, так и предыдущих. Нельзя прерывать связь времен, и это должно быть нашей главной заботой сегодня. Это касается и духовной жизни и атомной энергетики.

Евгений Иванович Игнатенко, генеральный директор концерна “Росэнергоатом”, не только поддерживает Поздышева, но и разделяет его взгляды как на современное состояние атомной энергетики, так и на ее будущее. И оба они делают все возможное, чтобы это будущее было светлым.

Евгения Ивановича Игнатенко хорошо знают атомщики на Кольском полуострове, на Чукотке, в Курске, на Волге, на Ленинградской АЭС, в Армении. Все, знающие Игнатенко, делятся на две части. Для одних он — символ надежности, четкости, преданности профессии, бескомпромиссности и честности. Для других — опасный и умный противник, с которым спорить невозможно: слишком информирован, да и к тому же очень жесткий человек, который бывает беспредельно резок, подчас даже оскорбительно прямолинеен. Вполне естественно, с таким человеком трудно иметь дела, обходить его лучше стороной — ведь в гневе он беспощаден.

Игнатенко прошел Чернобыль от “А” до “Я”.

На заседаниях Правительственной комиссии Игнатенко спорил резко, невзирая на высокие должности присутствующих. Евгений Иванович был назначен директором “Комбината” — в его распоряжении оказалась вся “зона” вокруг станции. Он давно перебрал все медицинские нормы, но тем не менее остался в Чернобыле.

— Евгений Иванович, что самым интересным кажется в жизни? Иногда ведь помнятся годы, иногда дни, а подчас даже мгновения...

— Я считаю, что у меня четыре жизни. Одна от нуля до 42-х годков, вторая — от 42-х до 46-ти, третья — от 46-ти до 48-ми, а вот четвертой живу сейчас... И в каждой из них было что-то самое важное и интересное.

— Тогда начнем с “первой”?

— Главная особенность ее — был молод. Ходил в “отличниках”. И наконец, получал массу знаний. Все было интересно, впитывал как губка. Сам я из Ростовской области. Нравилось учиться в школе. Потом коммунизм строил в Сибири, в Красноярске. Успел и в морях побывать — учился в Высшем военно-морском училище. Но его расформировали в 60-м году, когда Никита Сергеевич Хрущев “сокращал” армию, ну и наше училище попало в число “лишних”. Я перешел в Технологический институт, там было очень интересно! Оттуда попал в Академию наук, где успел открыть четыре изотопа... И за границу поехал работать — в ЦЕРН. Это в 70-м году было... В знаменитом Ленинградском физтехе был научным сотрудником, ускорителями занимался. И все это, поверьте, было интересно!

— Создается впечатление, что “летуном” вы были, Евгений Иванович!

— Девять лет в институте проработал — разве это “летун”? Это теперь называется “Институт ядерной физики”, а тогда филиалом физтеха был... Просто жизнь была стремительной, а потому старался не отстать от нее. Хотя честно говоря, меня всегда тянуло к практическим делам — поэтому я и попал в атомную энергетику. В 33 года я оставил Академию наук и прие-

хал на Кольскую атомную. Первый блок — пуск, второй блок — пуск... Потом первый блок Армянской АЭС. Это было очень интересно, потому что шел процесс познания. Реакторами занимался, информацию впитывал... А она преобразовывалась в какие-то решения, технические конечно, в изобретения, в книги, в диссертации. Мне удавалось обобщать полученные результаты, воплощать в какие-то мысли, отсеивать второстепенное. Это было одновременно и научная работа, которая захватывала меня полностью. На Кольской АЭС, к примеру. Я работал с семи утра и до полуночи. И вовсе не из-за какого-то энтузиазма, чьих-то призывов — нет, просто мне самому было интересно. Очевидно, в характере заложено: самое большое удовольствие в жизни получаешь от работы — таков уж стиль жизни, и он мне тогда нравился... И вот в 38 лет я был переведен в Москву, в “Союзатомэнерго”, где я стал начальником НИОКР, т.е. отделом, где рождается все новое.

— *Началась “вторая жизнь”?*

— Пока продолжалась первая... Процесс познания, накопления продолжался еще четыре года.

— *Столь точно отмерены даты?*

— Я падал в самолете... Мне как раз 42 исполнилось... Авария. Крики в салоне, паника... А я сидел и прикидывал, что успел сделать в жизни, что узнал... И вот тогда пришел к выводу, что прожил свои сорок два года не напрасно...

— *А где это было?*

— В самолете “Свердловск–Москва”. Я был замначальника ВПО “Атомэнерго”. Меня послали на Белоярскую АЭС вручить Красное знамя в честь победы в соцсоревновании... На торжественном заседании я сделал это, а затем состоялась “неофициальная часть”. Меня посадили в самолет Ту–154, а он как-то плохо стал летать. Во время паники я и “философствовал”, благо состояние после приема этому способствовало. Но волосы на загривке все-таки дыбом встали — это я хорошо помню... Почему я все-таки пришел к утешительному выводу о своей жизни? Кое-что удалось сделать. И по работе, и двое детей у меня уже было...

— *А “вторая жизнь”?*

— 83-й и 84-й годы ушли у меня на пуск первого блока Запорожской АЭС. Здесь я впервые столкнулся с управлением большими массами людей. Т.е. я уже занимался не просто решением каких-то научно-технических проблем, а работал с большим коллективом. Я был назначен председателем государственной комиссии по пуску Первого Запорожского — это головной блок серии. Это был очень тяжелый блок, он трудно шел... Прекрасные люди там! Мне было у кого учиться. Начальник строительства Рем Германович Хенох — великолепный организатор. Он весь Энергодар построил. Я на него смотрел и дивился его способностям. При нем я выполнял функции технического руководителя, а он все раскручивал... А ситуация очень сложная: и пожар до пуска был, и потери людские... В общем,

школа для меня там в Запорожье была мощная. И я уже чувствовал себя намного уверенней, когда пускал первый блок Балаковской АЭС. Там уже пришлось организаторскую работу взять на себя, раскручивать всю систему. И это тоже было интересно.

— *Пускать блоки — это профессия?*

— Наверное так нельзя говорить... Приятно чувствовать за собой большое дело. Впрочем, это чувство появилось еще в молодые годы, когда я работал в Красноярске монтажником. Приходишь в чистое поле, а потом там появляется вышка! Приятно чувствовать себя создателем... Посадить дерево или построить дом... Или атомный блок пустить... Приятно это... Конечно, открыть изотоп тоже приятно, но всегда производит впечатление большое сооружение — этакая махина, а изотоп все-таки очень маленький... Наверное, поэтому я и ушел из науки в энергетику.

— *После Балаковской?*

— Вернулся на Запорожскую. Там пускали второй блок... Так, что годы “второй жизни” были не только интересными, но и плодотворными. Я узнал как позитивные, так и негативные события — причем и тех и других было множество. И над моей головой по разным поводам мелькала “гильотина”, но проносило каждый раз... Ну, а затем, два года в Чернобыле.

— *Это уже “третья жизнь”?*

— Конечно.

— *Я понимаю, что о Чернобыле сказано многое, но обойти его в нашей беседе сегодня нельзя. Поэтому я задаю традиционный вопрос: Чернобыль, как и когда?*

— С первого дня. 26 апреля 1986 года приехал туда и вернулся в кресло этого кабинета 1 апреля 1988 года. Лишь небольшой перерыв был... Конечно же, там прошла целая жизнь. Во-первых, три блока были пущены. Во-вторых, я был председателем комиссии по приемке саркофага. Ну, и масса других дел, которые надо было осуществлять в самых необычных условиях, и они требовали быстрых решений и накладывали высочайшую ответственность... Ну, кроме известных случаев, множество и неизвестного. К примеру, два моста построили. Немцы их во время войны взорвали, там они и лежали в развалинах, и только во время Чернобыля их восстановили. 4 января 87-го года мы срубили первую сосну, а 22 декабря в Славутиче уже сдали две тысячи квартир, по сути, уже город построили. Конечно, это не пуск атомного блока, но сил, нервов и знаний требовалось немало...

— *Уроки Чернобыля, в чем они?*

— Их очень много. И положительных и отрицательных. Главное, с такими сложными и опасными системами, как атомные блоки, нельзя работать так, как у нас привыкли. Жесткость и твердость абсолютно необходимы! И на первом этапе развития атомной энергетики такие подходы существовали. Помню, на Кольской любое действие оператора и каж-

дого специалиста было расписано аккуратно, и оно осуществлялось точно по инструкции. А каждое отклонение — обязательно обсуждалось, изучалось, расследовалось, чтобы ничего подобного не допускать в будущем... А потом в атомной энергетике пошел “поток”, и отношение к работе изменилось... Каждый год 26 апреля я бываю на кладбище. Обычно меня просят сказать речь. Я выступаю коротко, но смысл всегда прост. Когда приходит беда, то герои идут вперед, чтобы остановить ее, и чаще всего погибают. А трусы забираются под кровать от страха, а потом, когда беда проходит, вылезают и начинают учить, как надо действовать в критической ситуации. И критикуют тех, кто пошел вперед, мол, ошиблись они. А свою позицию оправдывают тем, что они, мол, наблюдали, чтобы потом сделать правильные выводы... Есть, конечно, в такой трагедии и безвинные. Но все мы вместе — и герои, и трусы, и безвинные, а потому нам прежде всего нужно спокойствие, рассудочность и терпимость. Все-таки мы в одной лодке, в одной стране... В общем, оценок Чернобыля и его уроков очень много, и они требуют серьезного подхода — поверхностно же мне не хочется об этом говорить.

— *Согласен. Но об одном все-таки необходимо упомянуть. Сделали ли вы, атомщики, выводы из случившегося? Мне важно знать именно ваше мнение! И если отвечать, то честно, искренне — хорошо?*

— Многое, конечно, сделано. И организационно, и технически. Но к сожалению, должных выводов не сделало руководство страны. После Чернобыля шла бессмысленная перестройка нашей системы. Нас разъединяли, потом сделали министерство, потом вновь слили со Средмашем, сейчас сделали станции свободными, затем организовали концерн. Все эти реорганизации не приводят к стабильности системы управления... Я приведу такой пример. В “Союзатомэнерго” обязательно был человек, который досконально, до мелочей знал определенную проблему. После Чернобыля в Минатоме был создан главк. И первое, что я обнаружил, что тех специалистов уже нет, по крайней мере — половины из них. Документации, необходимой для управления, тоже нет. Вместо этого — огромное количество бумаг по молочному производству: оказывается, Минатому было поручено “поднимать” переработку сельскохозяйственной продукции. Более нелепой ситуации трудно придумать... А после очередного слияния со Средмашем вообще никаких документов по АЭС найти не удавалось. После Чернобыля системе управления атомной энергетикой, на мой взгляд, был нанесен огромный ущерб. К счастью, профессионалы все-таки есть... И по целому ряду показателей работы по сравнению с 86-м годом атомные станции резко улучшились. Приблизительно в пять раз! Изменились, конечно, и методы подхода к воспитанию кадров, обучению. Появились новые технические решения... Но потери есть. Мы потеряли многие заводы — они в так называемом “ближнем зарубежье”. Специалисты уезжают работать на Запад. Все это, в конечном счете, скажется на уровне атомной энергетики. Сейчас

из-за неплатежей за энергию, из-за отсутствия финансирования мы не можем на должном уровне поддерживать научно-исследовательские работы. Может быть, сегодня это еще не ощущается на работе АЭС, но завтра обязательно скажется...

— *Одна из причин аварии в Чернобыле, возможно, даже основная, и о которой чаще всего не упоминают — это отсутствие контроля правительства, государства, вернее — его резкое ослабление. Вы согласны с этим?*

— В правительстве было много ответственных людей. Причем по разным направлениям. От идеологических до технических. Подчас их ответственность базировалась даже на страхе, но, тем не менее, она существовала. Чуть позже жесткая ответственность начала теряться, началась эрозия качества управления, в частности, атомной проблемой, а в целом — всей страны.

— *Сегодня вы ощущаете присутствие руководства правительства в работе атомного комплекса?*

— Ощущаю, чтобы еще раз убедиться в его беспомощности. В Чернобыле, как бы ни было трудно, я знал, что за мной стоит великая страна, которая может решить любую проблему — и мы это постоянно чувствовали... А сейчас практически надежд нет, потому что законы не работают, постановления правительства не выполняются, финансовая система развалена... Все наши попытки повлиять на правительство, чтобы оно в условиях всеобщего развала хоть как-то нам помогло, одна за другой терпят неудачу. Нам хотят помочь, но не могут!

— *Когда тяжелее: сейчас или в Чернобыле?*

— Безусловно — сейчас!

— *И все-таки вы оптимист?*

— Я знаю одно: будущее атомной энергетики напрямую связано с будущим страны. Я верю в наш народ, он обязательно разберется, где истина и где ложь.

Интервью с президентом акционерного общества “ТВЭЛ” В.Ф. Коноваловым и с генеральным директором концерна “ТВЭЛ” Л.Д. Проскураковым

Атомная бомба и твэл (тепловыделяющий элемент) — родственники. В них используются одни и те же материалы. Разница — в степени обогащения урана, потому что “профессии” у родственников разные. Твэлу необходимо работать долго, постепенно отдавая в активной зоне реактора свою колоссальную энергию. Твэл еще называют “сердцем реактора”, и этот образ имеет право на существование, так как без твэлов атомная станция превращается в пирамиду — грандиозное, но бессмысленное сооружение.

В середине 60-х годов Ефим Павлович Славский разрешил мне побывать на заводе в Электростали и познакомиться с производством твэлов.

До обеда нам удалось посмотреть несколько цехов и фотокорреспондент “Комсомолки” сделал пару десятков кадров. Директор завода пригласил нас на обед. Через полчаса фотокорреспондент вспомнил, что не совсем удачно снял одного рабочего у станка, где шла электронная сварка — новшество в то время. Вместе с директором они направились в цех, но их туда не пустили. У входа стояли два автоматчика. Директор извинился, мол, даже он не имеет права пустить чужого в цех, так как там начались “иные работы”.

Почему я так настойчиво говорю о “родственниках”? Этот образ возник, когда я попал на седьмой этаж здания министерства на Большой Ордынке. Здесь находится концерн “ТВЭЛ”. А по соседству тот самый Главк (потом Департамент), который курирует проектирование и испытания ядерных боеприпасов. И еще: те беды, что присущи нынче Концерну, типичны для всей атомной промышленности. Когда организм заболевает, то температура поднимается во всем теле...

У Виталия Федоровича Коновалова и Леонида Дмитриевича Проскуракова много общего не только в судьбе, но и в характерах. В нашей беседе была случайно обронена фраза о “хранителях огня”, мол, это извечная и непреходящая ценность в истории цивилизации. На всех ее изгибах, при подъеме и падении, в бурных схватках и медленном течении времени, — всегда были люди, которые пытались сохранить все ценное, что было накоплено до этих событий. Они упорно стояли на своем, а потом выяснялось — именно они правы.

Волею судьбы Виталий Федорович Коновалов оказался в самом эпицентре событий. Он предлагал создавать финансово-промышленные группы — новые формы организации межреспубликанского сотрудничества, где главную роль играла бы экономика, а не политика. Президент концерна “ТВЭЛ” Виталий Федорович Коновалов продолжает упорно связывать порванную во времена перестройки атомную нить — он ведь “хранитель огня”...

Я спросил его:

— Вы счастливый человек, Виталий Федорович?

— Считаю, что “да”...

— А что такое счастье для вас?

— Удовлетворение от работы. А оно у меня есть, так как все-таки удалось воссоздать ядерно-топливный цикл. Это то дело, которым я занимался последние годы.

— Я помню то время, когда вы были в фантастически трудной ситуации... Страна разваливалась, ядерный комплекс тоже, и вы метались из одной республики в другую, пытаясь спасти хоть что-нибудь...

— Я добился согласия всех президентов на создание корпорации, которая обеспечивала бы АЭС топливом, сохранила бы предприятия. Это была правильная идея, так как ни одно предприятие, находящееся в какой-то республике, не пойдет в подчинение министерства чужого государства. А если создать коммерческие структуры, то это противоречие исчезает... К

сожалению, меня до конца не поддержали, и практически я проиграл, хотя на предприятиях и в министерстве меня все понимали. К сожалению, особую роль сыграл тогдашний госсекретарь Бурбулис — он был против такой кооперации...

— *Что вы хотели сделать?*

— Возьмем, к примеру, металлургические заводы. Не имеет значения в какой организационной структуре они находятся. Тот же “Норильский никель”. Банк купил его, а комбинат продолжает работать и выпускать продукцию — для него смена “хозяина” особого значения не имеет. Иное дело ядерный топливный цикл. Тут есть специфика. Существуют, например, монопредприятия. “Желтые Воды” на Украине — рудник, затем Степногорск в Казахстане, а в России — Покровск. Но это лишь начало цикла. Далее идет цепочка производства “окиси-закиси”, затем переработка тетрафторида — единственный завод! — далее обогащение урана... И каждое предприятие уникальное, подчас единственное. Вроде бы благодаря этому правительство в нем заинтересовано, но оно в отдельности существовать не может и особой ценности не представляет... Так вот, границы между республиками бывшего Союза разрубили все ядерные цепочки, которые создавались невероятными усилиями многих сотен тысяч людей и которые требовали огромных материальных затрат. Когда все были в одной “оболочке”, то проблем не было: строилась АЭС и сразу же подразумевалось, что она будет получать топливо от вполне конкретных предприятий. И у директора АЭС об этом голова не болела — за него решали в министерстве.

— *А теперь?*

— Ситуация коренным образом изменилась!.. Чтобы атомная станция работала стабильно, она должна получать топливо минимум от двух партнеров.

— *Почему?*

— Когда пускали очередной блок на Запорожской АЭС, шел у нас разговор с директором. А он и говорит, мол, получают они твэлы с Новосибирского завода. А если там забастовка? Или авария? Или другое чрезвычайное положение? В общем, всякое бывает... Если Новосибирский завод на два-три месяца остановится, то и Запорожской АЭС нужно останавливать все шесть блоков?.. По рекомендации МАГАТЭ атомная станция должна иметь минимум двух поставщиков топлива, причем один из них должен иметь техническую возможность полностью обеспечить АЭС... Западные предприниматели посчитали, что в Восточной Европе и на Украине образовался свободный рынок ядерного топлива. И они начали делать все возможное, чтобы захватить его или по крайней мере вторгнуться в него. США, Франция, Германия, Англия и наш концерн “ТВЭЛ” начали бороться “за свое место под солнцем”.

Пять крупнейших фирм, имеющих полный пакет услуг, делят весь атомный мир планеты. И каждая станция смотрит: с кем ей работать? Напри-

мер, свой выбор останавливают на “Вестингаузе”. Почему именно на нем? На “Вестингаузе” два завода выпускают твэлы. Это самостоятельные предприятия. Причем не имеет значения, где именно находятся заводы — в США или в Южной Корее, главное, чтобы они были... Но и этого мало! На станции смотрят: а какие заводы поставляют топливные таблетки и сколько их? Опять-таки необходимо минимум два предприятия... А как дела с цирконием? Оказывается, у “Вестингауза” и тут два завода. Следовательно, АЭС анализирует устойчивость всей системы производства ядерного топлива, способность к конкуренции, ценовую политику... Вот почему, когда идет разговор о снабжении топливом станции, появляется два-три конкурента, которые предлагают свои услуги. Так принято на Западе, и в такой системе я не вижу ничего плохого.

— Но у нас этого не было!?

— У нас были иные представления. Рассчитывали давать той же Запорожской АЭС топливо для всех шести ее блоков из Новосибирска, а потом введем в строй необходимые для этого мощности. И с таким положением никто не спорил. Однако на мировом рынке, куда мы вышли, все иначе. Во-первых, через пять-шесть лет на станцию может придти “чужой” поставщик топлива и, если его условия окажутся лучше, то предпочтут его, и, во-вторых, основным заказчиком (тот, кто платит деньги) становится сама станция, а не государство. Поэтому “заказчик всегда прав”... Чтобы выиграть тендер на поставку топлива для Запорожской АЭС, концерну “ТВЭЛ” нужно иметь два завода. Мощностей в Новосибирске хватает, но речь идет о стабильности, а потому в Электростали нужно осваивать новое производство. Не будь этого, тендер могут выиграть американцы... И ничего не поделаешь, так как на мировом рынке условия игры именно такие. Я побывал на всех предприятиях топливного цикла, которые есть в мире, а потому знаю суть дела...

— Ломать стереотипы трудно?

— Когда приводишь конкретные данные, реальные экономические расчеты, то убеждать легко. В случае с Запорожской АЭС мне было ясно, что мы лишимся минимум трех блоков, если не освоим новое производство на заводе в г. Электростали. К счастью, удалось убедить коллег... Аналогичный процесс идет и в Новосибирске — там будут выпускаться твэлы для реактора ВВЭР-440. Мы проанализировали перспективу, поняли, что работы нам хватит до 2025 года. Я имею в виду действующие реакторы...

— Твэлы — это первый шаг?

— Конечно. Начали разбираться с таблетками, с цирконием, с другими материалами. И теперь внутри концерна “ТВЭЛ” удалось создать вполне устойчивую систему, отвечающую мировым требованиям. А потому, к примеру, тендер на Украине мы выиграли, хотя перевес был небольшой...

— Какой?

— Три голоса экспертов. Восемь — “за”, пять — “против”. Эта победа еще одно свидетельство того, что концерн не только способен конкурировать с “Вестингаузом”, но и выигрывать у него... Мы будем поставлять топливо для АЭС Словакии. К сожалению, мы проиграли тендер в Чехии, там первенствовал “Вестингауз” — но тот горький опыт мы учли...

— *Такие победы и поражения “стоят” дорого?*

— Да, речь идет о миллиардах долларов...

— *Значит, удалось все-таки реализовать планы 90-го года?*

— Не совсем... По топливному циклу, пожалуй, да. Но ситуация теперь иная, она постоянно усложняется... Думаю, под эгидой Минатома должны существовать хозяйственные структуры, но действовать они обязаны самостоятельно... Фундаментальные проблемы питаются из бюджета, тут не до коммерции... Таким образом, в рамках Минатома России уже существуют разные структуры и это, на мой взгляд, отвечает потребностям нынешнего дня.

— *А как же рудники, обогатительные заводы, что находятся на Украине в Средней Азии, в Казахстане?*

— Интерес, безусловно, представляет Казахстан...

— *Шевченко?*

— Там нет урана... Раньше добывали четыреста тонн в год. Это отложения морского ракушечника, и они постепенно уходят все глубже и глубже... Этот район интересен не с точки зрения добычи урана. Считалось, что добывается уран и параллельно “редкие земли”. Но на самом деле все наоборот: там уникальная группа металлов, и все они нужны в Европе, в мире. Так что Шевченко ценен не ураном, а редкоземельными элементами... В Казахстане очень ценен и Степногорск. С помощью подземного выщелачивания можно резко “облегчить” добычу урана, т.е. избавиться от шахтного способа. И в Казахстане новый метод опробован — он доказал свою эффективность. Если сегодня цена урана 35–40 долларов за килограмм, то там сырье обходится в 12–15... А розничная цена в мире сегодня порядка 20 долларов за килограмм. Вот и размышляйте, где выгодно добывать уран...

— *Значит, всю жизнь вы занимались ядерным топливом?*

— Специализировался на ядерных материалах. После Челябинска-40 попал в Усть-Каменогорск, где работал по урану довольно долго. А потом через некоторое время был направлен начальником цеха по танталу и ниобию. Это металлы, которые шли в космос и на подводные лодки. Процесс получения тантала и ниобия очень сложен, и осваивая это производство, я по существу получил настоящую профессиональную подготовку. Разделение тантала и ниобия — мучительный и необычно тонкий процесс, не случайно ведь есть выражение “танталовые муки”... Это относилось к мифическим героям, но испытать их в полной мере выпало нам. Там, в Усть-Каменогорске я проработал 19 лет, пройдя от мастера-

дублера до начальника производства. А потом меня перевели директором самого большого нашего комбината в город Глазов. Пять лет я проработал там...

— *В конце 60-х я был в Глазове, тогда только создавалось циркониевое производство...*

— А при мне шла программа “Большой цирконий”! И другие направления тоже, т.е. все новые материалы для атомной промышленности — цирконий, кальций, обедненный уран и другие, в том числе и все, что связано с оружием... А потом меня перевели в Электросталь, директором завода. Оттуда — начальником главка, заместителем министра, чуть позже — министром, а затем — первым заместителем, потому что раньше эту должность я “перескочил”, а это в нашем ведомстве недопустимо.

— *В Средмаше было положено проходить все ступени, не так ли?*

— У нас всегда ценился профессионализм, да и руководить нельзя, не зная суть дела, т.е. наше производство. А оно, как известно, особенное...

— *Может создаться впечатление, что вы занимались сугубо “гражданской ветвью” в атомной индустрии, но ведь это не так?*

— В те времена на первом месте стояло оружие, и все комбинаты и заводы, на которых я работал, в первую очередь выполняли оборонные заказы. Конечно, столь интенсивная работа над оружием очень стимулировала развитие отрасли, однако весьма жаль, что выходов в мирную, гражданскую продукцию было немного. Этому тогда не уделялось особого внимания, его было явно недостаточно, и это одна из причин того, что с конверсией в оружейном комплексе мы испытываем большие трудности... К примеру, создание разделительных производств — это большое достижение науки и техники. До сегодняшнего дня ни США, ни Франция не имеют таких производств, уступают нам довольно значительно. Значит, интеллектуальные возможности были у нас огромные, и надо было работать шире, по многим направлениям — тогда бы нам было сегодня намного легче...

— *Не думали о конце “холодной войны”...*

— Не верилось, что это возможно...

— *Хочу спросить об очень важном для меня. Как известно, в США и России были созданы мощная атомная промышленность и суперсовременные оружейные центры. Уровень приблизительно одинаков — в чем-то они опережают нас, в чем-то мы их. Но почему затраты у нас в десятки раз меньше?*

— Дело не только в том, что мы платили меньше, чем американцы, ученым и специалистам, мы использовали труд заключенных... Эти факторы, конечно же, тоже необходимо учитывать. Но на первом месте я все-таки назвал бы иное: создание и использование новейших технологий. В России огромное количество очень талантливых и трудолюбивых людей. Они не гонятся за большой оплатой, а прежде всего получает ги-

гантское моральное удовлетворение от сделанного. Это важнейшее свойство русского характера. Высшее удовлетворение, счастье, наилучшая премия — это эффект от достижения конечной цели. Повторяю, не деньги, а моральное удовлетворение... Ну и конечно, дисциплина была. Плюс к этому — тень минувшей войны, в которую страна вступила неподготовленной, а потому новой ошибки допускать было нельзя — так что в атомном проекте патриотические черты русского человека не могли не сыграть главную роль.

— *А когда у вас был самый счастливый день? И где это случилось — в Челябинске-40, Усть-Каменогорске, Глазове или Электростали? Я не имею в виду личную жизнь...*

— Понятно... А таких дней было много! Но особо помню оценку нашей работы по танталу. Присуждение Государственной премии. Воспринималось это по-особому — ведь жили и работали мы “в глубинке”. Радость и счастье захлестнули нас... Но прежде всего вспоминается работа, работа и работа. Причем “застоя” в нашей отрасли не было. Сначала — оружие, потом атомная энергетика, освоение новых материалов, новейших технологий. Вспоминается мудрый Анатолий Петрович Александров. Однажды на какой-то конференции докладчик сказал, что “такой-то материал стоит очень дорого”. На это Анатолий Петрович ответил: “Когда-то алюминий стоил почти как золото. Но наши отцы все-таки выпускали его, работали над технологией. Неужели мы будем глупее наших предков!?” В общем-то простые слова сказал академик, но за ними весь смысл развития новой техники, в том числе и нашей отрасли промышленности.

— *Но ведь нынче говорят о “крахе” атомной энергетики?*

— Я не могу с этим согласиться! Да, Чернобыль нанес удар по атомной энергетике, но в то же время многому научил атомщиков. И сегодня наша отрасль находится на мировом уровне, специалисты в разных странах очень высоко оценивают и наши комплектующие, и наше ядерное топливо, и наши предприятия. Я не могу сказать, что наши заводы — самые лучшие в мире — в таком утверждении есть определенная погрешность, однако то, что они находятся на переднем рубеже — это бесспорно.

— *Можно ли говорить, что “его величество твэл” сегодня становится “звездой”, затмевая атомную бомбу?*

— Естественно, на первое место выходит атомная энергетика. Основные работы и исследования по созданию ядерного оружия осуществлены, однако нужно обязательно поддерживать этот научный и производственный потенциал. Необходимы мобильные центры и группы, которые совершенствовались бы ядерное оружие, делали его современным. Конечно же, такого масштаба материальные и интеллектуальные затраты, что были в прошлом, сегодня не нужны, но обеспечение оружейного комплекса всем необходимым — это прямая обязанность государства. А с другой стороны,

на базе фундаментальных разработок, осуществленных для нужд оружия, необходимо развивать мирные направления. К чести нашего министерства это всегда у нас делалось, а сейчас — не только тактическая, но и стратегическая линия.

— *Вы гордитесь прошлым?*

— Мне не стыдно за него ни перед детьми, ни перед внуками. Своими и чужими.

— *А ведь это “высшие судьи” нас, не так ли?*

— Безусловно. А все остальное — суета...

* * *

Леонид Дмитриевич Проскураков — Генеральный директор концерна “ТВЭЛ”, а потому я начал наш разговор с банального вопроса: “Что представляет из себя концерн, которым вы руководите?”

— Что такое “концерн” в цивилизованном мире — мы узнали, изучили, получили четкое представление. Однако, когда познакомились с российскими документами, поняли: ничего общего с “их” концернами нет. Но тем не менее, все без исключения предприятия, хотя они находятся в разных странах, решили быть вместе. Дело в том, что они технологически связаны и зависят друг от друга. Раньше было третье главное управления Минсредсмаша, существовала стройная система управления, но она была разрушена... Готовую продукцию выпускают два предприятия — Электростальский машиностроительный завод и Новосибирский завод химконцентратов. Электросталь — для реакторов типа ВВЭР-440, РБМК-1000 и РБМК-1500 и всех транспортных реакторов. Продукция Новосибирска — топливо для реакторов ВВЭР-1000. Причем почти все самые современные реакторы — ВВЭР-1000 — расположены на Украине, а потому по сути Новосибирский завод работает на эту республику. В России такие реакторы есть только на Калининской и Балаковской станциях...

— *Электросталь и Новосибирск — вершина пирамиды, не так ли?*

— Конечно... А начало приходится “искать” очень далеко от этих городов, практически по всей территории страны. В концерн “ТВЭЛ” входит предприятие в Силламяэ в Эстонии.. Здесь перерабатывается лапоритовый концентрат с целью извлечения ниобия, тантала и редкоземельной продукции. Общими силами там создавались большие мощности для этих сложнейших технологических процессов. Теперь этот комбинат оказался за рубежом...Лапорит поставлялся туда с Кольского полуострова. Цены теперь столь высоки на сырье, что перерабатывать лапорит стало невыгодно.

— *Итак, цепочка такова: Кольский полуостров — Силламяэ... А дальше?*

— Ниобий и тантал поступали в Казахстан. Там получался металл, который использовался на российских предприятиях. В России не осталось ни одного предприятия, где получался бы металлический нио-

бий, который необходим для атомной энергетики как конструкционный материал.

— *Проследим всю цепочку... К примеру, по тому же ниобию...*

— Кольский полуостров — Силламяэ — Усть-Каменогорск, а оттуда в Глазов для производства сплавов из циркония. Другая цепочка по лапориту такова: Кольский полуостров — Соликамск — Восточный Казахстан, а оттуда Удмуртия, Глазов. Как видите, “захватывались” другие республики, а полной цепочки в России не было.

— *Завод в Силламяэ создавался на перспективу?*

— Он должен был удовлетворять нужды атомной энергетики в конструкционных материалах. Поэтому Силламяэ входит в концерн “ТВЭЛ” как учредитель... Но к сожалению, установлены очень большие таможенные пошлины. Они действуют дважды — при перевозке сырья, а затем уже при перевозке готовой продукции... Ниобий, тантал и редкоземельные элементы используются не только в атомной энергетике, но и в электронике, а потому встала проблема сбыта. Цены подскочили столь высоко, что вышли не только на уровень мировых, но и превзошли их. Самое современное производство, отличная технология, дешевая рабочая сила, а цены столь высоки, что продать продукцию невозможно! Это свидетельство полной деградации экономики, искажения экономических законов и норм.

— *Это цепочка сырьевых материалов. А как уран?*

— Природное сырье мы продолжаем получать из Восточной Европы — Венгрии, Чехии, Словакии, Болгарии, и перерабатываем его на Украине в Днепродзержинске. Это предприятие также учредитель концерна “ТВЭЛ”. Затем в Глазове на Чепецком механическом заводе сырье доводится до тетрафторида урана и направляется на предприятие, где получается гексафторид урана. Затем идет обогащение его. Это все происходит в России. Затем часть гексафторида урана уходит в Казахстан, в Усть-Каменогорск. А оттуда в Электросталь и Новосибирск поступают таблетки, которые необходимы для твэлов АЭС Украины и России. В Казахстане создавалось мощное производство с учетом перспективы и той большой программы развития атомной энергетики, которую предполагалось осуществить. Но все планы изменились после Чернобыльской катастрофы...

— *Насколько эффективно работают эти “атомные цепочки”?*

— В том случае, если финансирование осуществляется четко, проблем нет. Процесс изготовления топлива продолжается от трех до шести месяцев.

— *Еще в 60-х годах в Глазове меня поразили уровень производства, его высокая культура. Честно говоря, я ничего подобного раньше в стране не видел. Лидерство вашей отрасли сохраняется?*

— Высокий уровень технологии существует, однако с каждым днем все труднее сохранять лидерство. Высокие технологии властвуют у нас и на сборочных производствах. Качество топлива отвечает самым высоким тре-

бованиям, не уступая мировому уровню. Претензий со стороны АЭС нет. Мы не производим продукцию “на склад”, изготавливаем топлива столько, сколько необходимо.

— *Вы были на аналогичных предприятиях на Западе?*

— Практически на всех ведущих фирмах Европы. К сожалению, в Америке на крупных предприятиях не бывал, но положение дел знаю достаточно хорошо.

— *Уровень у них выше?*

— Сравним... По отдельным качественным показателям мы уступаем. Я имею в виду глубину выгорания топлива, некоторые конструктивные особенности и требования, в частности, разборные кассеты... У нас все эти проработки есть, однако мы вынуждены были затормозить эти исследования из-за отсутствия финансирования.

— *На Западе много говорят о более низком уровне наших ядерных технологий...*

— Это делается умышленно. Не хочу защищать честь мундира, но мы не уступаем Западу в ядерных технологиях! Это выводы не только наших специалистов, но и западных — а на наших объектах их в последние годы побывало великое множество. Западные ученые удивляются высочайшему уровню наших технологий, и это вызывает у них особый интерес к научно-исследовательским и конструкторским организациям, где они рождались.

Некоторые общественные деятели и средства массовой информации внушали обществу, что у нас якобы примитивные технологии. С Западом в технике мы шли разными путями — у нас разные типы реакторов, разные конструкционные материалы, но тем не менее уровень технологий и научных исследований мы, независимо от западных фирм, держим высоко.

— *Во многих передовых областях — машиностроении, электронике, компьютерах — отстаем, а по ядерному топливу нет. Почему?*

— В нашей отрасли всегда очень большое внимание уделялось перспективным разработкам, проблеме безопасности и, конечно же, всегда была большая поддержка правительства. Было устойчивое бюджетное финансирование, и это естественно, так как государство заботилось о своем будущем.

— *Мы сегодня проедаем тот “жирок”, который накопили в прошлом?*

— У меня такое ощущение, что это мы уже сделали.

— *В чем технологическая сложность изготовления твэлов?*

— Очень жесткие требования предъявляются и к самой таблетке, и тем конструкционным материалам, в которые она заключена. Твэл сконцентрировал в себе гигантский труд многих тысяч специалистов, работающих во многих отраслях. Эта продукция самая наукоемкая. Даже ракетная техника, электроника по затратам человеческого таланта, изобретательности не может сравниться с производством ядерного горючего.

На твэл работают и горняки и физики высшей квалификации — диапазон необычайно широк. Не случайно, что именно ракетчики использовали те материалы, которые были получены для нужд атомной энергетики. Практически все отрасли промышленности принимают участие в создании и производстве твэлов.

— *Существует убеждение, что переработка отработанных твэлов пока нерешенная проблема?*

— Для реакторов РБМК мы используем регенерированное топливо, т.е. берем уран из отработанных твэлов... Должен быть замкнутый ядерный цикл. Высокоактивные отходы надо хранить, а уран использовать вновь. К примеру, топливо с реакторов ВВЭР-1000 мы складываем сейчас в Красноярске-26 на хранение, но это не значит, что его нельзя использовать вновь. Нужны, конечно, дополнительные проработки и со стороны ученых, и технологов, и физиков, но в принципе я не вижу здесь нерешенных проблем. Необходимы средства и время.

— *Ваши представления о будущем?*

— Я уверен, что оно невозможно без атомной энергетики. В любой ситуации, и тем более для России. Перспективны реакторы малой мощности для Сибири и Дальнего Востока. Поедешь туда, посмотришь, как люди живут, как топливо возят за тысячи километров, невольно проникаешься уважением ко всей атомной энергетике, которая может избавить людей от множества проблем и забот. И честно говоря, возникает чувство гордости, что принимаешь участие в развитии этой передовой отрасли науки и техники XX — XXI века...

Интервью провел
В.С. Губарев

ГЛАВА 2 ПРОБЛЕМЫ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

— Через 50 лет атомная отрасль не должна доставлять обществу дополнительных проблем. Этого можно достичь, если она будет учитывать все те ошибки и неудачи, которые она испытала за прошедшие 50 лет.

— 50 лет назад Россия не могла хранить и перерабатывать радиоактивные отходы методом отверждения. Закачивать их под землю было дешевле, и, казалось, безопаснее. В новые 50 лет придется производить затраты, чтобы доказать, что это безопасно. Тот факт, что радиоактивные вещества из озера “Карачай” в Челябинске-40 уже проникли на несколько километров вширь и вглубь территории и, возможно, в ближайшие годы начнут просачиваться в проточную воду, должен насторожить специалистов. Недопустимо создавать новые хранилища с закачкой жидких радиоактивных отходов под землю, как это сделано на трех ядерных объектах в России. Однако, эксплуатацию уже созданных объектов надо продолжать, внимательно отслеживая результаты.

— Стоимость любого продукта меняется по мере совершенствования технологии производства. Это относится и к продуктам ядерного топливного цикла. Россия культивирует замкнутый ядерный топливный цикл в течение 20 лет. Тот факт, что Франция, Англия и Япония эффективно стали использовать этот метод, подтверждает целесообразность развития замкнутого ядерного топливного цикла на будущие 50 лет.

— В России не сформирован рынок тепловой и электрической энергии. Энергетика в целом испытывает кризис. Атомная энергетика составляет в общем энергетическом балансе не более 13% и поэтому не является причиной энергетического кризиса. В то же время атомная энергетика является исключительно опасной и чувствительной отраслью, которая болезненно реагирует на кризисные явления. Пример Ленинградской АЭС свидетельствует, что

разобщенные атомные станции испытывают более значительные трудности, чем объединенные в Концерн “Росэнергоатом”. Атомная энергетика в условиях России может безопасно функционировать только в условиях конкуренции государственных атомных станций, входящих в Минатом, с частными тепловыми и гидроэлектростанциями, входящими в Минтопэнерго.

— Даже самые современные Российские атомные электростанции (3-го поколения) морально, технически, по уровню безопасности за последние 10 лет устарели и строить в будущем 50 лет необходимо новые станции на основе новых проектов. На ближайшие 10 лет развитие атомной энергетики ограничивается реконструкцией и техническим перевооружением действующих энергоблоков атомных станций для повышения их безопасности и продления срока службы и ресурса. К 2010 году мощность АЭС России должна возрасти лишь до 27–29 тысяч мегаватт.

В атомной энергетике в ближайшие 50 лет предстоит перейти к строительству атомных станций с реакторами на быстрых нейтронах и повысить безопасность реакторов атомной энергетики не менее чем в 1000 раз. В мероприятиях по безопасности новых АЭС должны быть предусмотрены такие меры, которые позволяют изъять положение об эвакуации населения.

— Экономическая политика государства в прошлом ориентировала Минатом на расширение производства изотопов и широкое внедрение их в народное хозяйство, что привело в ряде случаев к неконтрольному захоронению и утере потребителями радиоактивных источников. Необходимо отслеживать движение всех радиоактивных изотопов через государственные предприятия Минатома, обеспечить крутооборот источников ионизирующих излучений (кроме короткоживущих), повторный возврат и использование.

— В ближайшие 50 лет Минатому предстоят крупные работы в Военно-морском флоте России по работе с атомными реакторами подводных и надводных кораблей, разгрузке активных зон, отправке и переработке отработанного ядерного топлива и РАО.

— В международном разделении труда Россия в прошлом, по существу, не имела своей ниши. Россия ориентировалась на производство оружия для собственных нужд. Войдя в рынок, России необходимо определиться в специализации производства, особенно в тех областях, где нет конкуренции и есть возможность использовать капиталовложения прошлых лет. По масштабам производства, опыту, наличию подготовленных кадров в ближайшие 50 лет Россия может обеспечить мировое сообщество ядерным топливом для атомной энергетики.

— Отработанное ядерное топливо современных атомных станций является не отходами атомной промышленности, а новым ядерным топливом, требующим очистки перед повторным использованием. Поэтому, на будущие 50 лет следует принять на вооружение программу продажи услуг по хранению и переработке отработанного ядерного топлива, последующей реализации обогащенного урана, плутония, МОКС- топлива, для чего построить заводы типа РТ-2 не только в Красноярске-26, но и в Томске-7.

— Минатом в состоянии справиться с проблемами ядерных отходов, и утверждает, что проблемы хранения и захоронения ядерных отходов на будущие 50 лет не существует.

— Россия обладает большим количеством мест, отвечающих необходимым требованиям, для захоронения на длительный срок неограниченного количества ядерных отходов.

— Высокие темпы ядерного разоружения и переход к рыночной экономике России сказались отрицательно на экономическом состоянии предприятий ядерно-оружейного комплекса, получавшем средства для своей работы из государственного бюджета. В предстоящие 50 лет нельзя допустить, чтобы возникла торговля с неядерными государствами ядерными вооружениями и технологиями. Это можно предотвратить лишь при условии взаимопомощи ядерных государств, сохранения монополии государства на ядерное оружие, ядерные материалы, ядерные технологии, и на управление этими производствами со стороны государства ввиду общественной и государственной опасности, присущих этим производствам.

— Следует учитывать, что атомная отрасль трудно реформируется и медленно приобретает новые “рыночные” черты.

— Закрытые города надо “открыть” в течение 10 лет.

— В Минатоме необходимо обновить руководящие структуры и начать создавать новые направления деятельности, в частности, департаменты развития малой атомной энергетики, мирного использования атомной энергии и изотопов, предпринимательства.

ГЛАВА 3 БУДУЩЕЕ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Атомная отрасль сыграла решающую роль в судьбе послевоенного мира, в судьбе России, судьбах отдельных семей, судьбах каждого отдельного человека. Поэтому будущее отрасли не должно и не может зависеть только от мнения отдельного руководителя или группы руководителей. Последствия принятых решений по атомной отрасли России повлияют на экономическое и политическое устройство будущего мира.

Ниже излагаются тезисы выступления министра Российской Федерации по атомной энергии Е.О. Адамова на расширенной коллегии министерства, поддержанные руководителями отрасли и предприятий. Они определяют направления развития отрасли, ее реконструкцию в новых условиях хозяйствования.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ

Увеличение объема продаж электроэнергии за счет достройки новых блоков и строительства новых АЭС в Российской Федерации, создания нового экспортного потенциала в Приморье и на Северо-Западе для потребителей в Скандинавии, повышения коэффициентов использования установленной мощности действующих АЭС.

Увеличение объема продаж оборудования атомных электростанций и исследовательских реакторов Китаю, Индии, Ирану, Кубе, Казахстану, Белоруссии, Сирии, Венгрии.

Увеличение объема продаж обогащенного урана, готового ядерного топлива и комплектных тепловыделяющих сборок для АЭС.

Увеличение объема продаж ускорителей, лазеров, изотопов, сверхпровод-

ников и другой современной техники.

Увеличение объема продаж конверсионной продукции в области современной электроники, электротехники, медицинского оборудования, химической продукции, оборудования для агропромышленного комплекса.

Повышение эффективности научной и промышленной деятельности:

- восстановление ведомственного и корпоративного контроля,
- установление новой системы оплаты работ исполнителей,
- передача в аренду, продажа, консервация неиспользуемой инфраструктуры,
- высвобождение излишней численности,
- реконструкция, ускоренная амортизация и модернизация основных фондов,
- энергосбережение, адресная привязка расхода ресурсов,
- внедрение международной системы бухгалтерского учета и аудита.

Формирование экологического направления:

- по ликвидации последствий создания ядерного оружия,
- по выводу из эксплуатации атомных подводных лодок, атомных электростанций, исследовательских реакторов,
- по отработанному ядерному топливу,
- по радиоактивным отходам,
- по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС,
- по объединению с Минатомом спецкомбинатов “Радон”,
- по рекультивации загрязненных радиоактивными веществами территорий,
- по мониторингу ядерно- и радиационно-опасных объектов,
- по снижению вредных последствий аварийных ситуаций.

Социальные программы для закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО) в условиях сокращения оборонного заказа:

- использование корпоративных источников создания новых рабочих мест,
- использование налоговых льгот ЗАТО для градообразующих предприятий,
- создание офшорных зон для привлечения зарубежных инвесторов,
- освобождение предприятий ЗАТО от избыточных накладных расходов путем создания дочерних предприятий.

Поддержка оборонных, экологических и социальных программ и НИР корпоративными источниками:

- формирование коммерческих программ на основе государственных заказов,
- целевое использование средств бюджета,

- создание программы сохранения оборонного и научного потенциала,
- повышение ответственности за последствия производственной деятельности и ее влияния на экологию.

Работа с кадрами:

- создание условий сохранения кадров с учетом возрастных, профессиональных данных и кадров, носителей критической информации,
- определение потребностей в кадрах по видам деятельности,
- создание условий оплаты труда и производственного статуса для специалистов, определяющих уровень отрасли,
- определение источников пополнения кадров из вузов, институтов повышения квалификации,
- восстановление системы кадрового отбора и оценки деятельности руководящих кадров.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОТРАСЛИ В КОРПОРАТИВНЫЙ КОМПЛЕКС

- сохранение отраслевой замкнутой цепи — научные исследования, опытно-конструкторские работы, изготовление и сбыт готовой продукции,
- поддержание фундамента отраслевой деятельности — ядерной науки, производственного цикла ядерных материалов,
- принципом организации отрасли должны стать корпоративные связи.

Препятствия к формированию корпорации на отраслевом уровне:

- экономика переходного периода,
- трудности реализации государственного заказа,
- дефицит оборонного бюджета,
- хронические неплатежи,
- ориентация производителей и инвесторов на краткосрочные интересы,
- специфика ядерной и радиационной технологии,
- невозможность распространения некоторых ядерных технологий.

Проблемы некорпоративного статуса отрасли:

- разрыв экономических и производственных связей,
- непривлекательность вклада средств свободного рынка,
- трудности маневров корпоративными ресурсами,
- проблемы формирования отраслевой структуры управления.

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ МИНАТОМА РОССИИ НА БЛИЖАЙШИЙ ПЕРИОД

- обеспечение безопасности действующих АЭС,
- достройка Ростовской, Курской и Калининской АЭС,
- строительство зарубежных АЭС,

- выполнение государственного оборонного заказа,
- создание новых рабочих мест,
- последовательное снижение уровня неплатежей за продукцию,
- увеличение объема корпоративной прибыли,
- последовательное формирование консолидированного баланса задач и ресурсов,
- укрепление института научных руководителей.

Решение проблем отраслевого управления:

- переход отрасли в корпорацию,
- привязка ресурсов для решения задач консолидированного баланса,
- восстановление института Научных руководителей, Главных разработчиков проектов,
- рационализация органов управления,
- обоснование минимальной структуры управления отраслью.

**СПИСОК
РАБОТНИКОВ, ОТМЕЧЕННЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ
НАГРАДАМИ И ПРИСВОЕНИЕМ ПОЧЕТНЫХ ЗВАНИЙ
В СВЯЗИ С 50-ЛЕТИЕМ ОТРАСЛИ**

Орденом “За заслуги перед Отечеством” III Степени

ЖУРЛОВ Павел Васильевич
ЛОГУНОВ Анатолий Алексеевич

ЛИТВИНОВ Борис Васильевич
МИХАЙЛОВ Виктор Никитович

Орденом “За заслуги перед Отечеством” IV Степени

АНДРИАНОВ Валерий Сергеевич
БЕЛУГИН Владимир Александрович
ЖУКОВ Александр Степанович
КИРИЛЛОВ Павел Леонидович
КЛИМЕНКО Виктор Григорьевич
МАЙСТРИШИН Роман Васильевич
РЕШЕТНИКОВ Федор Григорьевич

РЫГАЛОВ Евгений Васильевич
СВЯТОЦКИЙ Александр Иванович
СЕРГЕЕВ Виктор Иванович
СПЕРАНСКИЙ Василий Леонидович
СЫРОПЯТОВ Владимир Устинович
ЧУМАНОВ Константин Геннадьевич

Орденом “Почета”

АМЕТОВ Александр Дмитриевич
АНДРИАНОВ Анатолий Васильевич
АСТАХОВ Владимир Платонович
БАБУШКИН Николай Сергеевич

БАРМАКОВ Юрий Николаевич
БАСКАКОВ Юрий Николаевич
БАЧЕЛИС Игорь Александрович
БЕДНЯКОВ Владимир Михайлович

БЕЛОСОХОВ Александр Иванович
БЕЛЫХ Виктор Тимофеевич
БЕЛЯЕВ Игорь Аркадьевич
БЕРКОВИЧ Виктор Мозесович
БЕРШАК Евгений Михайлович
БИРЮКОВ Иван Петрович
БОБОШИН Григорий Евсеевич
БОГАТОВ Владимир Васильевич
БОГОЛЮБОВ Евгений Петрович
БОЛДЫРЕВ Валерий Алексеевич
БОЛОТОВ Юрий Александрович
БОЧКОВ Алексей Иванович
БРИКАЛО Сергей Захарович
БУРКАЦКИЙ Иван Николаевич
БУРЦЕВ Николай Константинович
ВЕРЕЩАГИН Николай Николаевич
ВОЛОШИН Николай Павлович
ВОРОБЬЕВ Борис Александрович
ГАДЖИЕВ Гаджи Исмаилович
ГЛУХИХ Василий Андреевич
ГОЛАШВИЛИ Тенгиз Васильевич
ГОРДИК Николай Матвеевич
ГРАЧЕВ Александр Григорьевич
ГРИГОРОВИЧ Юрий Филиппович
ГРИГОРЬЕВ Дмитрий Васильевич
ГРУБОВ Владислав Анатольевич
КРУЧИНИН Валентин Александрович
ГУДИЛИН Василий Алексеевич
ДАВЫДОВ Александр Сергеевич
ДАНИЛЕНКО Константин Николаевич
ДЕМИДОВ Геннадий Алексеевич
ДЕРЯБИН Иван Егорович
ДИКОВ Юрий Николаевич
ДМИТРИЕВ Александр Мефодьевич
ДУДАРЕВ Борис Дмитриевич
ЕГОРОВ Николай Николаевич
ЕЛИСТРАТОВ Владимир Тимофеевич
ЕЩЕРКИН Виктор Маркович
ИЕВЛЕВА Жанна Ивановна
ИЗРАИЛЕВИЧ Иосиф Семенович
ИЩЕНКО Николай Иванович
ЖИРКОВ Виктор Андреевич
ЗИЗДО Борис Николаевич
КАЛИНИН Владимир Васильевич
КАРЯКИН Геннадий Иванович
КАТИН Станислав Владимирович
КИБО Владимир Николаевич
КИРИЛЛОВ Сергей Карпович
КИЯЕВ Владимир Михайлович

КОЛМОГОРЦЕВ Александр Иванович
КОНОВАЛОВ Виталий Федорович
КОРНИЕНКО Татьяна Максимовна
КОРНИЛОВ Виталий Федорович
КОРНИЛОВИЧ Эрнест Павлович
КОРОВИН Юрий Иванович
КОРЮКОВ Александр Андреевич
КОСТЮКОВ Валентин Ефимович
КОТОВ Петр Григорьевич
КРАСОВСКИЙ Анатолий Андреевич
КРУТОВ Борис Андреевич
КРЮКОВ Валерий Викторович
КУЛЯХТИНА Любовь Васильевна
КУСТОВ Вячеслав Петрович
КУХТЕВИЧ Иосиф Владимирович
ЛАБУНСКИЙ Александр Федорович
ЛОВЧИКОВА Галина Николаевна
ЛОПАЩЕНКОВ Николай Николаевич
МАРКЕЕВ Александр Тихонович
МАТЛАХОВ Юрий Александрович
МЕРКИН Владимир Иосифович
МИРОНОВ Иван Федорович
МИРОШНИЧЕНКО Анатолий Алек-
сеевич
МОРОЗ Николай Тимофеевич
МОСТОВОЙ Владимир Иосифович
МУНАЕВ Виталий Григорьевич
МЯСНИКОВ Константин Викторович
НИКИФОРОВ Герман Михайлович
НИКОЛАИЧЕВ Владимир Иванович
НИКШИКОВ Юрий Доржинович
ОЛЕНИН Юрий Александрович
ОРЕХОВ Валентин Тимофеевич
ОРЛОВ Александр Густавович
ОСИПОВ Юрий Александрович
ОСОКИН Сергей Александрович
ПАВЛОВ Анатолий Иванович
ПАЛЬЧИКОВ Николай Иванович
ПАНИН Сергей Алексеевич
ПАНКОВ Рудольф Алексеевич
ПАНТЮХИН Борис Сергеевич
ПАРАМОНОВ Виктор Александрович
ПЕДОС Анатолий Ефимович
ПЕТРОВ Алексей Васильевич
ПИЛЮГИН Иван Степанович
ПИРУЕВ Анатолий Викторович
ПОДКОПАЕВ Владимир Николаевич
ПОПОВ Вячеслав Васильевич
РЕВИЗНИКОВ Леонид Иванович

РЕНКАС Виталий Амбросьевич
РУНОВ Владимир Викторович
РЯБЕВ Лев Дмитриевич
САМЫЛОВ Сергей Васильевич
САНКИН Александр Михайлович
САРАЕВ Виктор Григорьевич
САФУТИН Валерий Дмитриевич
СВИРИДОВ Александр Федорович
СЕЛИХОВ Евгений Васильевич
СЕМЕНЕНКО Владимир Григорьевич
СЕРЕБРЯКОВА Любовь Леонидовна
СЕРОВ Павел Трофимович
СКРЯБИН Анатолий Петрович
СОБОЛЕВ Евгений Федорович
СОКОЛОВ Константин Николаевич
СОЛОВЬЕВ Владимир Георгиевич
СОРОКИН Валериан Павлович
СПИРОВ Григорий Маврикеевич
СТЕКОВНИКОВ Василий Васильевич
СУХАНОВ Валерий Петрович
СУХОДОЛОВ Юрий Григорьевич

СЫТНИК Татьяна Ананьевна
ТИМКОВ Николай Федорович
ТИХОМОЛОВ Валентин Алексеевич
ТИХОНОВ Николай Сергеевич
ТРЕГУБОВ Сергей Михайлович
УГАРОВ Леонид Григорьевич
УЛИМОВ Виктор Николаевич
УС Юрий Алексеевич
ФАЙКОВ Юрий Иванович
ФЕДОРОВ Валентин Григорьевич
ФЕДОТОВ Владимир Иванович
ФЕТИСОВ Виктор Ильич
ХАНДОРИН Геннадий Петрович
ХОРИТОНОВ Михаил Васильевич
ЧИРКОВ Александр Семенович
ШАМАРДИН Валентин Кузьмич
ШИРОКОВСКИЙ Леонид Федорович
ШКАЛОВ Сергей Георгиевич
ШКАПИН Герман Тимофеевич
ШКАРОВСКИЙ Федор Григорьевич
ШКУЛОВ Михаил Сергеевич

Орденом “Дружбы”

АВЕРИН Владимир Сергеевич
АГИБАЛОВ Леонид Иванович
АМАТУНИ Андрей Цолакович
АТАНОВ Александр Игнатьевич
БАБАК Михаил Иванович
БАБУШКИНА Наталья Валентиновна
БАТАЛОВ Владимир Иванович
БЕЛЛЕР Борис Григорьевич
БИЛЕВ Евгений Александрович
БУТКИН Иван Никифорович
ВАСИЛЬЕВ Александр Федорович
ВАСИЛЬЕВ Юрий Степанович
ВОРОНКОВ Александр Николаевич
ВЫСКУБЕНКО Борис Александрович
ГОРДЕЕВ Борис Константинович
ГОФМАН Альберт Хаймович
ГРИЦЕНКО Алексей Михайлович
ГУМЕННЫЙ Анатолий Яковлевич
ДМИТРИЕВА Людмила Васильевна
ДУДОЧКИН Евгений Константинович
ЕЛЬЧИЩЕВ Александр Николаевич
ЖГИЛЕВ Николай Васильевич
ЗАБРОВСКИЙ Валерий Кузьмич
ЗАПЛАТИН Владимир Григорьевич

ЗИНЕНКО Андрей Трофимович
ИЛЬМЕНДЕЕВ Леонид Пикучкович
КАГАН Юрий Моисеевич
КАЗАН Екатерина Васильевна
КАМЕНСКИЙ Василий Павлович
КАМЫНИН Виктор Алексеевич
КАРЕЛИН Евгений Александрович
КАРЕТНИКОВ Владимир Владимирович
КАТКОВ Николай Михайлович
КЛИНОВИЦКАЯ Мария Федоровна
КЛОЧКОВ Евгений Петрович
КОВАЛЕНКО Анатолий Александрович
КОЗАК Николай Николаевич
КОЗЛОВ Виктор Васильевич
КОЛБАЕНКОВ Александр Николаевич
КОЛОМИЙЦ Виктор Степанович
КОНСТАНТИНОПОЛЬСКИЙ Владимир
Ионович
КОРАБЕЛЬНИКОВ Борис Маркович
КОРОВИН Юрий Федорович
КОРОВКИН Владимир Александрович
КОРОЛЕВ Евгений Михайлович
КОСЕНКО Виктор Павлович
КОСОРУКОВ Анатолий Николаевич

КУЗОВОВ Юрий Иванович
КУКОЛЕВ Эдуард Иванович
ЛАПШИН Александр Леонидович
ЛЕВИТИН Вячеслав Леонидович
ЛУКЪЯНЧУК Виталий Никонович
МАКАРОВИЧ Раиса Федоровна
МАТВЕЕНКО Игорь Павлович
МИЛЕЙКО Валерий Петрович
МОРОЗОВ Валерий Борисович
МОРЯКОВ Олег Геннадьевич
НАЗАРЕНКО Петр Исакович
НАЗЫРОВ Борис Шакирович
НЕТЕЧА Михаил Евгеньевич
НИКИТИН Владислав Иванович
ОСКАЛЕНКО Игорь Иванович
ПАНОВ Юрий Николаевич
ПАСТОЛЬНАЯ Лидия Ивановна
ПАХАРУКОВ Александр Константи-
нович
ПЛАХУТА Алексей Егорович
ПОДОЛЯКА Николай Федорович
ПОТУГИН Изабелла Васильевна
ПРИКАЗЧИК Александр Иванович
ПРОКОПОВ Виля Иванович
ПРОКОШКИН Юрий Дмитриевич
ПРУДНИКОВ Валерий Иванович
ПЫШНОГРАЕВ Петр Акимович

ПЫШНЫЙ Владимир Максимович
РЯЗАНЦЕВ Евгений Петрович
САБУРОВА Нина Александровна
САРАЕВ Борис Николаевич
СЕВИКЯН Гер Амбарцумович
СЕДНЕВ Анатолий Константинович
СЕЛИН Георгий Иванович
СИНЯНСКИЙ Анатолий Александрович
СИСАКЯН Алексей Норайрович
СПОРЫХИН Николай Алексеевич
ТЕРЕНТЬЕВ Владимир Георгиевич
ТИТОВ Валентин Филиппович
ТКАЧЕВ Валерий Васильевич
УМАНЕЦ Михаил Пантелеевич
УСАНОВ Герман Евгеньевич
ФЕДУСИК Григорий Алексеевич
ФЕДЬКО Александр Николаевич
ФИРСОВ Борис Алексеевич
ФУКС Владимир Павлович
ЧЕРКОВЕЦ Владимир Евгеньевич
ХОХЛОВ Юрий Петрович
ЧИСТЯКОВ Алексей Николаевич
ШАБАЛИН Анатолий Иванович
ШЕФЕР Яков Филиппович
ШТАНЬ Александр Сергеевич
ЩУКИН Виталий Николаевич
ЯРОСЛАВЦЕВ Борис Евгеньевич

Медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” II Степени

АБАКУШИН Николай Михайлович
АВТОНОМОВ Николай Васильевич
АЙБАТУЛИН Виктор Николаевич
АКУЛОВ Александр Иванович
АЛАБЬЕВ Рудольф Иванович
АНДРУХ Андрей Григорьевич
АНТОНОВ Александр Николаевич
АРТЕМЬЕВА Людмила Григорьевна
АФАНАСЬЕВ Владимир Леонидович
БАЛАБУХ Станислав Иванович
БАЛАШОВ Анатолий Григорьевич
БАРАНОВ Геннадий Павлович
БАРАНЦОВ Александр Николаевич
БАЯНОВ Сергей Николаевич
БЕЛЕНЬКОВ Павел Владимирович
БЕЛОЗЕРОВ Борис Васильевич
БЕЛЯНИН Леонид Алексеевич
БЕЛЯНЦЕВ Сергей Иванович

БОБРОВНИКОВ Анатолий Констан-
тинович
БОДРОВ Константин Иванович
БОДРОВ Юрий Трофимович
БОЛОТОВ Вадим Александрович
БОНДАРЕВ Вячеслав Андреевич
БОЧКАРЕВ Валерий Михайлович
БРЖЕЗИНСКАЯ Раиса Румяровна
БУЗОВЕРЯ Василий Иванович
БУНИН Владимир Иванович
БУРДЮГ Николай Антонович
ВАЛОВ Анатолий Васильевич
ВАРНАКОВ Валентин Петрович
ВАСЬКЕВИЧ Василий Павлович
ВАХОНИН Юрий Алексеевич
ВЕРБА Александр Романович
ВЕРГУН Василий Евстафьевич
ВЕРХОТУРОВ Геннадий Иванович

ВИКУЛОВ Всеволод Васильевич
ВИТИН Сергей Петрович
ВЛАДИМИРОВ Михаил Николаевич
ВОЙНАЛОВИЧ Олег Александрович
ВОЛОДИН Александр Михайлович
ВОЛОШИН Андрей Вячеславович
ВОРОБЬЕВ Лев Михайлович
ГАЛКИН Борис Яковлевич
ГАМОЛЯ Сергей Васильевич
ГАСАНОВ Караман Худоевич
ГЕРАСЬКИН Николай Антонович
ГЛОТОВ Виктор Дмитриевич
ГОЛИКОВ Николай Степанович
ГОЛОВИН Виктор Иванович
ГОРБУНОВ Владимир Александрович
ГОРЯЧКИН Александр Михайлович
ГРАДОБИТОВ Иван Иванович
ГРИНЕВ Рудольф Михайлович
ГРИШМАНОВСКИЙ Владимир
Ильич
ГУЖОВ Иван Петрович
ГУЛЬКО Василий Николаевич
ГУЛЯЕВ Николай Владимирович
ДВОРЕЦКИЙ Виктор Григорьевич
ДЕНИСОВ Анатолий Кузьмич
ДОЛГОЛЕВА Галина Владимировна
ДОМРАЧЕВ Станислав Аркадьевич
ДОМЦОВ Юрий Егорович
ДРОБЫШЕВ Михаил Михайлович
ДРОЗДОВ Александр Юрьевич
ДУДАЙ Виктор Иванович
ДУНАЕВ Леонид Петрович
ДЬЯЧЕНКО Петр Петрович
ДЫКОВ Василий Степанович
ЕГОРОВ Валерий Михайлович
ЕРМОЛОВИЧ Владимир Федорович
ЕМЕЛЬЯНОВ Юрий Данилович
ЕФИМОВ Иван Васильев
ЗАБОЙКИН Владимир Дмитриевич
ЗАВЬЯЛОВ Александр Иванович
ЗАВЬЯЛОВ Геннадий Александрович
ЗАГОРУЛЬКО Николай Иванович
ЗАЛИМСКАЯ Людмила Михайловна
ЗВОНКОВ Борис Петрович
ЗЕЛЕНКОВ Леонид Борисович
ЗОТОВА Елизавета Иосифовна
ЗУДИН Валентин Васильевич
ЗЫКОВ Сергей Анатольевич
ИВАНКОВ Александр Сергеевич

ИВАНОВ Вадим Михайлович
ИВАНОВ Владимир Андреевич
ИВАНОВ Владимир Максимович
ИВАНОВ Евгений Сергеевич
ИВАНОВ Михаил Александрович
ИЖЕВСКИЙ Вадим Сергеевич
ИЛЬИНА Вера Африкановна
КАБАНОВ Анатолий Тимофеевич
КАДНИКОВ Анатолий Александрович
КАЛАЧЕВ Михаил Юрьевич
КАЛИНИН Геннадий Ионович
КАМЕНСКИХ Валерий Вениаминович
КАПИТУЛА Александр Дмитриевич
КАРАВАЕВ Виктор Викторович
КАРПОВ Анатолий Федорович
КАТКОВ Борис Васильевич
КАШЕВАРОВ Виктор Иванович
КЕЛЕЙНИКОВ Сергей Николаевич
КИРЕЕВ Владимир Андреевич
КИРИЛЕНКО Сергей Дмитриевич
КИРПИЧНИКОВ Игорь Валентинович
КЛИПАЦКИЙ Аркадий Леонидович
КНЕСТЯПИН Владимир Степанович
КОБА Владимир Григорьевич
КОВАЛЕНКО Александр Дмитриевич
КОЗИН Григорий Филиппович
КОЗЬКО Нина Прокопьевна
КОЛПОВСКИЙ Анатолий Викторович
КОЛУШКИН Владимир Прокофьевич
КОНДРАТЬЕВ Алексей Кузьмич
КОНДРАТЬЕВ Василий Николаевич
КОНЕВ Владимир Никитович
КОНЕВ Юрий Федорович
КОНИК Лидия Генриховна
КОНСТАНТИНОВ Георгий Александрович
КОНЬКИН Юрий Петрович
КОПКИН Юрий Яковлевич
КОРОЛЕВ Михаил Иванович
КОСТОУСОВ Константин Николаевич
КОСТРОВ Олег Борисович
КОШЕЧКИН Владимир Евгеньевич
КРАВЧЕНКОВ Николай Алексеич
КРАВЧЕНКО Сергей Филиппович
КРАСАВИН Александр Викторович
КРИВОЙ Александр Сергеевич
КРИЦКОЙ Владимир Георгиевич
КРОШИЛИН Александр Евгеньевич
КРУГЛОВ Павел Григорьевич

КРЫЛОВ Владимир Валентинович
КРУЧЕНКОВ Юрий Андреевич
КУВАЕВ Николай Борисович
КУЗНЕЦОВ Александр Прокопьевич
КУЗНЕЦОВ Аркадий Антонович
КУЗНЕЦОВ Валентин Иванович
КУЗНЕЦОВ Евгений Вячеславович
КУЗНЕЦОВ Юрий Ипатьевич
КУЛАБУХОВ Владимир Петрович
КУЛАГИН Михаил Иванович
КУЛАЧИХИН Николай Федорович
КУЛИКОВ Станислав Михайлович
КУЛЯБИН Николай Тимофеевич
КУРГУЗОВ Сергей Васильевич
КУРОВ Анатолий Петрович
КУРОВ Валерий Юрьевич
КУШНИКОВ Владимир Константинович
ЛАВРОВА Светлана Николаевна
ЛАВРОВСКАЯ Нина Борисовна
ЛАВРУХИН Иван Сергеевич
ЛАПТЕВ Виталий Владимирович
ЛАПШИН Альберт Федорович
ЛАТУШКИН Юрий Георгиевич
ЛАЩЕВСКАЯ Алла Андреевна
ЛЕБЕДЕВ Валерий Александрович
ЛЕБЕДЕВ Лев Леонидович
ЛЕВКОВ Иван Григорьевич
ЛЕОНТЬЕВ Валерий Николаевич
ЛЕШИН Василий Евгеньевич
ЛИЛЯКОВ Александр Иванович
ЛИСНЕНКО Юрий Петрович
ЛОПАРЕВ Сергей Юрьевич
ЛУЗГОВ Эдуард Петрович
ЛУНЮШКИН Борис Иванович
ЛЬВОВА Алевтина Алексеевна
МАКСИМОВ Виктор Яковлевич
МАРТАЗОВ Ленмир Владимирович
МАРТЫНОВЧЕНКО Леонид Иванович
МАСЛОВ Борис Владимирович
МАСЛОВ Виталий Валентинович
МАТРОСОВ Михаил Михайлович
МЕДВЕДЕВ Владимир Александрович
МЕЛЬ Леонгард Леонидович
МЕРЗЛИКИН Алексей Григорьевич
МЕРКУРЬЕВ Иван Афанасьевич
МИХАЛЕВИЧ Михаил Михайлович
МОИСЕЕВ Виктор Михайлович
МОЛЮКОВ Игорь Михайлович
МОСКОВСКИЙ Евгений Михайлович

МУЗЫЧЕНКО Виктор Петрович
МУХИН Николай Иванович
МУХИНА Галина Васильевна
МУХОРТОВ Владимир Иванович
МЫЗГИН Валерий Александрович
МЯСНИКОВ Анатолий Николаевич
НАУМЕНКО Василий Анатольевич
НЕМЕРОВ Виталий Михайлович
НЕМИРОВСКИЙ Павел Эммануилович
МИНЕЙЧЕВ Виктор Иванович
НАДТОЧИН Геннадий Александрович
НИКЕЛЬ Нина Викторовна
НИКИТИНА Галина Петровна
НИКОЛАЕВ Николай Александрович
НОВОЖИЛОВ Павел Иванович
ОГАРКОВ Иван Павлович
ОКАМИНОВ Владимир Михайлович
ОКИНЧИЦ Лев Михайлович
ОМЕЛЬЧУК Евгений Сергеевич
ОРЛИКОВА Тамара Павловна
ОСОКИН Анатолий Федорович
ПАВЛОВ Николай Васильевич
ПАВЛЯСОВ Виктор Александрович
ПАНОВ Владимир Васильевич
ПАНТЮШИН Игорь Иванович
ПАНФИЛОВ Владимир Николаевич
ПАСТУХОВ Владимир Яковлевич
ПАТРАКОВ Валерий Николаевич
ПАХОРУКОВ Юрий Николаевич
ПЕПЕКИН Геннадий Иванович
ПЕТРОВ Сергей Владимирович
ПЕТУХОВ Василий Владимирович
ПЕЧЕНОВ Алексей Васильевич
ПИВКОРЕЦ Анатолий Михайлович
ПИМАНИХИН Сергей Александрович
ПИМЕНОВ Михаил Козьмич
ПИЧКОВ Сергей Николаевич
ПИЧУГИН Борис Матвеевич
ПОЗДНЯКОВ Олег Георгиевич
ПОНИМАШ Иван Дмитриевич
ПОПОВ Валерий Леонтьевич
ПОПОВЦЕВ Виктор Иванович
ПОСОХОВ Николай Митрофанович
ПОЧИНОК Виктор Никитович
ПРАВДЮК Анатолий Иванович
ПРОМЗЕНЦЕВ Владимир Николаевич
ПРОЩЕНКО Григорий Митрофанович
ПУТИНЦЕВ Владимир Александрович
ПУЧКОВ Виктор Иванович

ПУШКИН Владимир Александрович
РАДИОНОВ Николай Алексеевич
РАКОВСКИЙ Юрий Германович
РИСКОЛЕНКО Евгений Валентинович
РОГАЧЕВ Алексей Петрович
РОДИОНОВ Евгений Петрович
РУБИЩЕВ Юрий Григорьевич
РЫБАКОВ Сергей Николаевич
РЫЖКОВ Виктор Иванович
РЫНДИН Николай Васильевич
РЯЗАНОВ Владимир Иванович
РЯЗАНЦЕВ Валерий Алексеевич
РЯЗАНЦЕВ Геннадий Евгеньевич
САМИГУЛЛИН Хайдарзан Сабируллович
САМОХИН Иван Егорович
САПРОНОВ Анатолий Валентинович
САРАТОВ Алексей Григорьевич
СЕВАСТЬЯНОВ Владимир Семенович
СЕЛЕЗОВ Александр Владимирович
СЕНЧЕНКО Леонид Трофимович
СЕНЮХИН Владимир Иванович
СЕРБИН Николай Гаврилович
СЕРГЕЕВА Наталия Николаевна
СЕРЕДЕНКО Виктор Александрович
СИГАЕВ Валерий Александрович
СИДЕЛЬНИКОВА Людмила Сергеевна
СИДОРОВ Владимир Ильич
СИДОРОВ Иван Никитович
СИЛАЕВ Юрий Иванович
СКОСЫРЕВ Борис Владимирович
СКРЯБИНА Ираида Аркадьевна
СМИРНОВ Станислав Владимирович
СМИРНОВ Олег Иванович
СМОЛОВ Валентин Трофимович
СОБАКАРЬ Георгий Петрович
СОЛОВЬЕВ Геннадий Сергеевич
СОЛОНИН Владимир Иванович
ОМОН Борис Михайлович
СОНГАЙЛО Иозас Петро
СОРОКИНА Маргарита Макаровна
СТЕБЛЕВ Юрий Сергеевич
СУСЛИН Виталий Васильевич
СУХАНОВ Иван Дмитриевич
СУХОВЕРХОВ Вадим Николаевич
ТАНЧЕНКО Дмитрий Федорович
ТАРУСИН Георгий Иванович
ТАРУТИН Глеб Яковлевич
ТАТАРКИН Александр Иванович

ТЕКОТОВ Николай Витальевич
ТИМОШИН Юрий Александрович
ТОКАЕВ Геннадий Павлович
ТОКАРЕВА Нина Ивановна
ТРАКСЕЛЬ Александр Гербертович
ТРОФИМЕНКО Валерий Львович
ТРОЦКИЙ Николай Петрович
ТУРИЩЕВ Василий Иванович
ТЮФЯКОВ Николай Дмитриевич
УРЯДНИКОВ Виктор Михайлович
УСАЧЕВ Владимир Васильевич
УШАКОВ Иннелий Семенович
ФЕДОТОВ Александр Владимирович
ФИГУРОВ Анатолий Павлович
ФИЛАТКИНА Валентина Петровна
ФИЛАТОВ Олег Геннадьевич
ФИЛИН Владимир Яковлевич
ФОФАНОВ Владимир Сергеевич
ХОДАКОВСКИЙ Анатолий Антонович
ЧЕКМАРЕВ Юлий Алексеевич
ЧЕПОВСКИЙ Михаил Антонович
ЧЕРЕПАНОВ Николай Александрович
ЧЕРНИКОВ Александр Михайлович
ЧЕРНЫШЕВ Александр Константинович
ЧЕРНЯВСКИЙ Виктор Васильевич
ЧЕРНЯВСКИЙ Владимир Михайлович
ЧИЖЕВСКИЙ Юрий Больтазарович
ЧИСТЯКОВ Владимир Николаевич
ЧУБАРЬ Виктор Яковлевич
ЧУКАЕВ Виктор Владимирович
ЧУЛКОВ Виктор Михайлович
ШАВЛОВСКИЙ Анатолий Иосифович
ШВЕДОВ Александр Алексеевич
ШЕНЦЕВ Николай Александрович
ШЕРСТОБИТОВ Юрий Викторович
ШЕСТАКОВ Владимир Николаевич
ШИЛЯЕВ Олег Петрович
ШИШКИН Альберт Александрович
ШЛЯПИН Николай Николаевич
ШНЯКИН Василий Николаевич
ШУЛЬЖЕНКО Петр Федорович
ШУМИХИН Виктор Иванович
ЩЕЛКУНОВ Геннадий Александрович
ЩЕРБАК Юрий Петрович
ЩЕРБАКОВ Александр Николаевич
ЩЕРБАКОВ Владимир Степанович
ЮФЕРЕВ Владимир Иванович
ЯГУПОВ Владимир Иванович

“Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации”

АДАМОВ Евгений Олегович
БИБИЛАШВИЛИ Юрий Константи-
нович
БРИШ Аркадий Адамович
БУХАРЕВ Юрий Николаевич
ВАХРАМЕЕВ Юрий Сергеевич
ВАХРУШИН Юрий Петрович
ГОЛОВИН Игорь Николаевич
ДЖЕЛЕПОВ Борис Сергеевич
КАЗАНСКИЙ Юрий Алексеевич
КУЗЬМИНОВ Борис Дмитриевич
НЕЧАЙ Владимир Зиновьевич
НИКОЛАЕВ Юрий Вячеславович
НИКУЛИНА Антонина Васильевна
ОРЛОВ Владислав Константинович

ПЕРГАМЕНТ Михаил Иосифович
ПОПЛАВСКИЙ Владимир Михайлович
РАБОТНОВ Николай Семенович
РОГОВ Владимир Иванович
РОЗЕН Адриан Михайлович
СОЛОНИН Михаил Иванович
СОФРОНОВ Иван Денисович
ТЕПЛЯКОВ Владимир Александрович
ТИМОНИН Леонид Михайлович
ТОШИНСКИЙ Георгий Ильич
УШАКОВ Павел Анатольевич
ФЕДИК Иван Иванович
ЦЫКАНОВ Владимир Андреевич
ШАГАЛИЕВ Рашит Мирзагалиевич
ШАТАЛОВ Валентин Васильевич

“Заслуженный конструктор Российской Федерации”

АФАНАСЬЕВ Владимир Степанович
БЕЛЯНИН Анатолий Алексеевич
БОГДАНОВИЧ Георгий Александрович
БРАГИН Виктор Иванович
БУДЕННЫЙ Иван Кузьмич
БУТНИКОВ Евгений Борисович
ВАСИН Вячеслав Михайлович
ВИННИКОВ Александр Иванович
ВИХОРЕВ Юрий Васильевич
ВОРОНИН Станислав Николаевич
ВОРОНКОВ Иван Иванович
ГАБРУСЕВ Владимир Николаевич
ГРУШАНИН Алексей Александровичу
ДЕНИСОВ Игорь Александрович
ДМИТРИЕВ Георгий Николаевич
ДМИТРИЕВ Николай Иванович
ДРАГУНОВ Юрий Григорьевич
ЕРМАКОВ Николай Иванович
ЕФИМОВ Алексей Аркадьевич
ЖЕРМОВ Алексей Иванович
ЖЕРНОВ Виталий Степанович
ИВАНОВ Юрий Александрович
ИВАНОВ Юрий Васильевич
ИВАНОВСКИЙ Леонид Дмитриевич
ИСАЕВ Валерий Николаевич
ИСМАГИЛОВ Индеса Нуриханович
ИГОЛКИН Александр Сергеевич

КАБАШОВ Евгений Александрович
КВИТКО Николай Прокопьевич
КОБЛОВ Петр Иванович
КОПРОВ Владимир Константинович
КОСУЛИН Николай Степанович
КУУЛЯ Владимир Сергеевич
ЛАЗАРЕВ Игорь Александрович
ЛАЗАРЕВ Станислав Александрович
ЛЕГЧИЛИН Владимир Андреевич
ЛИСЮТИН Евгений Васильевич
ЛОБАЧЕВ Виктор Александрович
МАЛАМУДА Владимир Анатольевич
МАРТЫНОВ Владимир Иванович
МЕНЬШИКОВ Владимир Федорович
МЕЩЕРЯКОВ Юрий Иванович
МИТРЮШИН Александр Васильевич
МИХАН Вадим Иванович
МОЛЧАНОВ Владимир Лаврентьевич
НЕЧАЕВ Валентин Алексеевич
НИКИТИН Владимир Павлович
НИКИФОРОВ Лев Данилович
ПАНКРАТОВ Виктор Семенович
ПАУТОВ Юрий Михайлович
ПИЛЮГИН Анатолий Николаевич
ПОДШИБЯКИН Александр Кузьмич
ПОЛУШКИН Константин Константи-
нович

ПРОТАСОВ Юрий Константинович
ПТУХИН Валерий Алексеевич
РАДЧЕНКО Александр Александрович
РЕЗЕПОВ Владимир Константинович
РОГОВ Виктор Александрович
РОГОВ Михаил Фалеевич
РУБЦОВ Петр Леонидович
СЕНЬКИН Александр Николаевич
СИБИРЕНКОВ Александр Дмитриевич

СИДОРОВ Валерий Григорьевич
СЛЕПОВ Лев Михайлович
СТЕПАНОВ Владимир Сергеевич
СУТУГИН Виктор Серафимович
ТАРАНКОВ Геннадий Александрович
ТКАЧЕНКОВ Сергей Максимович
ТРЕМАСОВ Николай Захарович
ШМАКОВ Николай Михайлович

“Заслуженный технолог Российской Федерации”

БЕЛОУСЕНКО Александр Павлович
БЕЛЬТЮКОВ Виталий Афанасьевич
БОБРОВ Владимир Архипович
БУЯНОВ Евгений Федорович
БЫЧКОВ Геннадий Иванович
ВАЙНШТЕЙН Валентин Васильевич
ВАУЛИН Евгений Дмитриевич
ВОЙЦЕХОВСКИЙ Виктор Иванович
ГАВРИЛОВ Сергей Владимирович
ГРИДНЕВ Владимир Георгиевич
ГУРОВ Владимир Ильич
ДЕМИН Анатолий Григорьевич
ДЕРЯБИН Роберт Николаевич
ДОЛИН Иван Семенович
ЕРАШКОВ Геннадий Игнатьевич
ЗАХАРОВ Владимир Юрьевич
КАНЮКА Вячеслав Иванович
КАЦ Борис Аронович
КНУТАРЕВ Анатолий Петрович
КОРОТКИХ Ксения Иосифовна
КОСТИН Геннадий Яковлевич

КУРНАЕВ Александр Владимирович
МЕЛЬНИКОВ Анатолий Сергеевич
МЕЛЬНИКОВ Владимир Петрович
МОРОЗОВ Павел Васильевич
МУХИН Виктор Васильевич
НОСКОВ Юрий Александрович
ПОПОВ Евгений Яковлевич
ПОПОВ Юрий Георгиевич
ПУШКИН Алексей Михайлович
РЕПИЙ Владимир Афанасьевич
САВКИН Геннадий Григорьевич
СИДОРОВ Иван Николаевич
СКИБА Олег Владимирович
СКРЕСАНОВ Олег Андреевич
СКУРИХИН Леонид Артемьевич
ТАТАРИНОВ Иван Владимирович
УСЕНКО Александр Иванович
ХРАМОВ Александр Юрьевич
ШОПЕН Виктор Пантелеймонович
ШУБИН Анатолий Николаевич

“Заслуженный машиностроитель Российской Федерации”

АНИСИМОВ Виктор Александрович
АФОНИЧЕВ Николай Васильевич
БОГАЧЕВА Нина Порфирьевна
ВЕРШИННИН Василий Михайлович
ГАВРИЛОВ Константин Иванович
ГЕРАСИМОВ Анатолий Михайлович
ГОРБ Алексей Николаевич
ГУРЕВИЧ Дмитрий Израилевич
ДМИТРИЕВ Юрий Алексеевич
ЕЛОВИКОВ Виктор Петрович
ЗАЙЦЕВ Анатолий Николаевич

ИВИН Юрий Филоретович
КАЛИТЕЕВСКИЙ Алексей Кириллович
КАЛОШИН Валентин Николаевич
КАЩЕЕВ Владимир Анатольевич
КОБАЛОВ Геннадий Семенович
КОНОВАЛОВ Александр Васильевич
КОСТИН Андрей Леонидович
КОСТИН Виталий Иванович
КОЧЕВ Михаил Дмитриевич
КУЗНЕЦОВ Виктор Николаевич
КУЗНЕЦОВ Леонид Михайлович

КУЛАКОВ Дмитрий Степанович
КУРКУМЕЛИ Алексей Андреевич
ЛАЗАРЕВ Владимир Савельевич
ЛИФАНОВ Виктор Георгиевич
ЛОКТЕВ Николай Анатольевич
МАТВЕЕВ Владимир Алексеевич
МИРОНОВ Александр Кимович
НОВОСЕЛОВ Владимир Иванович
ПАРСАНОВ Михаил Иванович
ПИЧУТИН Петр Павлович
ПОЛЯКОВ Леонид Алексеевич
ПУХОВ Вячеслав Михайлович
РАЖЕВ Иван Кузьмич
РЕЗВОВ Владимир Евгеньевич
РОМАНЕНКО Валерий Николаевич
САВАНОВИЧ Олег Андреевич

САПОЖНИКОВ Павел Федорович
СЕДОВ Александр Константинович
СЕЛИВЕРСТОВ Виктор Алексеевич
СТАСЬ Константин Николаевич
СТРАЧКОВ Виктор Михайлович
ТИМОФЕЕВ Рувим Тимофеевич
ТУМАНОВ Юрий Александрович
УСОЛЬЦЕВ Александр Андреевич
ФРАЙШТУТ Ревмир Георгиевич
ЧЕРЕМНЫХ Владимир Павлович
ШЕСТАКОВ Виктор Матвеевич
ШИВОРОНКОВ Владимир Тимофеевич
ШИШМАКОВ Владимир Серафимович
ШЛЫКОВ Александр Петрович
ШУЛЯТЬЕВ Василий Андриянович

“Заслуженный шахтер Российской Федерации”

ГЛАДУН Николай Васильевич
ЕРМОЛИЦКИЙ Владимир Ефремович
ЗАЙЦЕВ Виталий Федорович
ИЩЕНКО Михаил Григорьевич
КОЛЕСАЕВ Василий Борисович
МИКЛУШЕВСКИЙ Владимир Влади-
мирович

ПОДОЛЯКО Леонид Георгиевич
ПОТАПОВ Сергей Дмитриевич
РАЗУМОВ Владимир Иванович
РАФИЕВ Виталий Салиевич
СЕРЮГИН Виктор Алексеевич

“Заслуженный энергетик Российской Федерации”

БАТУТИН Михаил Александрович
БЕКЕНЕВ Валентин Николаевич
БЕЛАВСКИЙ Александр Михайлович
ВОЛОДИН Виктор Александрович
ВОРОНИН Леонид Михайлович
ВЫЛОМОВ Виталий Васильевич
ЖАДОВ Валерий Петрович
ЗАЙЦЕВ Василий Петрович
ЗМЕЙКИН Леонид Яковлевич
ИВАНОВ Юрий Александрович
КАЛИМУЛЛИН Фарид Мухупович
КИСКИН Михаил Юрьевич
КОЛГУШКИН Евгений Федосеевич
КОЛОМЦЕВ Юрий Васильевич
КОНСТАНТИНОВ Степан Степанович
КРУШЕЛЬНИЦКИЙ Виктор Николаевич
КУЗИН Виктор Васильевич
КУЛИНИЧ Николай Васильевич

КУПРИЯНОВ Евгений Михайлович
КУРДЮКОВ Аркадий Андреевич
ЛЕБЕДЕВ Сергей Александрович
ЛЮДОМИРСКИЙ Анатолий Анатольевич
МИРОНОВ Анатолий Николаевич
МИХАЙЛОВ Михаил Николаевич
МОРОЗОВ Василий Иванович
МУСТАФИНОВ Эдуард Николаевич
НАЛИВАЕВ Владимир Иванович
НЕКИПЕЛОВ Иван Степанович
НЕКРАСОВ Анатолий Николаевич
ПАВЛОВ Валерий Иннокентьевич
ПОПКА Борис Александрович
ПРОКОПЕЦ Леонид Петрович
ПРОТЧЕНКО Валерий Филиппович
РОМАНОВ Александр Семенович
РУСАЛКИН Роман Константинович
СИВЕНКОВ Сергей Григорьевич

СМОРОДИНОВ Михаил Михайлович
СТРОГАНЦЕВ Борис Алексеевич
СУЛТАНЕНКО Александр Константи-
нович

ФЕДОТОВ Алексей Васильевич
ХОЛОДКОВ Сергей Владимирович
ЧЕКУНОВ Вадим Васильевич

“Заслуженный строитель Российской Федерации”

АБРАМЕНКО Виктор Иванович
АВЕРИНА Любовь Сергеевна
АКОПЯН Эдуард Аркадьевич
АНЦИФЕРОВ Иван Гаврилович
БАРАНОВСКИЙ Анатолий Иванович
БАРКАЛОВА Любовь Федоровна
БАРКОВ Владимир Александрович
БЕВЗА Александр Владимирович
БЕК Виктор Вернерович
БЕЛОГЛЯДОВ Анатолий Иосифович
БЕЛОШИЦКИЙ Алексей Георгиевич
БЕРЧИК Венедикт Петрович
БИБИКОВ Игорь Иванович
БИРЮКОВ Анатолий Алексеевич
БОЛЬШАКОВ Александр Анатольевич
БОЛЬШЕДВОРСКИЙ Иван Георгиевич
БОРИСЕНКОВ Николай Сергеевич
БОРЩЕВОЙ Михаил Михайлович
БОЯРНИКОВ Олег Тимофеевич
ВАРВАНИНА Мария Матвеевна
АСИЛЕНКО Владимир Иванович
ВАСИЛЬЕВ Федор Алексеевич
ВЕДЕРНИКОВ Владимир Владимирович
ВЕРБИЦКИЙ Василий Алексеевич
ВИШНЕВСКИЙ Владимир Александрович
ВНУКОВ Анатолий Петрович
ВОВК Николай Васильевич
ГАВРИЧКОВ Леонид Николаевич
ГАЗИЗОВА Роза Закировна
ГЕРАСИМОВ Александр Григорьевич
ГЕРШАНОВИЧ Юрий Соломонович
ГНИДОВ Николай Иванович
ГОНТЕЛОВ Александр Сергеевич
ГОНЧАРЕНКО Николай Григорьевич
ГРИБОВСКИЙ Николай Владимирович
ДАВЫДОВ Юрий Алексеевич
ДЕМКОВИЧ Святослав Иванович
ДЕНИСОВ Яков Ионович
ДЕНЬГА Юрий Андреевич
ДЕСЯТНИКОВ Валерий Федорович
ДИДИК Виктор Александрович

ДМИТРИЕВ Геннадий Иванович
ДУДЕНКОВ Петр Прокофьевич
ЕГОРОВ Николай Николаевич
ЕРМАКОВИЧ Геннадий Григорьевич
ЖДАНОВ Иван Степанович
ЖДАНОВ Константин Васильевич
ЖИГУНОВ Валерий Данилович
ЖИРНОВ Николай Михайлович
ЖУМАНОВ Рудольф Александрович
ЖУЙКОВ Сергей Васильевич
ЗНАДВОРОВА Галина Степановна
ЗОРИН Владимир Алексеевич
ИЗОТОВ Борис Матвеевич
ИЛЬИН Юрий Леонтьевич
КАЛАШНИКОВ Георгий Степанович
КАЛЕТЕНКОВ Александр Иванович
КАЛЯЕВ Анатолий Иванович
КАНТАЕВ Николай Петрович
КАНЮКА Роман Нестерович
КАСТЮХИН Николай Дмитриевич
КИСЛИЦИН Анатолий Дмитриевич
КОЗЛОВ Илья Иванович
КОЛЕСНИКОВ Николай Иванович
КОМАРОВСКИЙ Николай Николаевич
КОРМАШОВ Борис Алексеевич
КОРПАЧ Василий Петрович
КОСОНОГОВ Сергей Васильевич
КРУПНИК Николай Иванович
КУЗИН Василий Васильевич
КУЗНЕЦОВ Владимир Федорович
КУЛИКОВ Вячеслав Викторович
КУРГАНСКИЙ Виталий Иванович
КУРНОСОВ Владимир Александрович
ЛЕВЧЕНКО Валентин Петрович
ЛЕВЧЕНКО Олег Александрович
ЛОБОСОВА Нина Викторовна
МАЛЬКОВ Юрий Валентинович
МАЛЫШКО Владимир Тимофеевич
МАНЖАСОВ Николай Алексеевич
МАСТЮКОВА Мария Сергеевна
МЕЛЬНИК Анатолий Иванович

МИХАЛЕВ Иван Павлович
МОЛОДЬКОВА Любовь Ивановна
МУРАШКИН Юрий Александрович
МЫШКО Анатолий Никифорович
МЯГДИЕВ Равил Мяннинович
НАУМЕНКО Ярослав Петрович
НАУМОВ Александр Максимович
НЕКЛЮДОВ Михаил Георгиевич
НОСКОВ Виктор Петрович
ОГЛЕЗНЕВ Юрий Георгиевич
ОЛЕЙНИК Петр Митрофанович
ОХРИМЕНКО Виктор Андреевич
ПАШКОВ Александр Васильевич
ПИСАРЧУК Владимир Сергеевич
ПОДСОСНИКОВ Анатолий Васильевич
ПОНОМАРЕНКО Иван Антонович
ПОПОВ Всеволод Григорьевич
ПОПОВ Леонид Викторович
РАК Владимир Дмитриевич
РЕГЕР Александр Иосифович
РЕШЕТНИКОВ Евгений Александрович
РОГОЗИН Анатолий Анатольевич
РОМАНОВ Николай Федорович
САЛЫЧЕВ Василий Григорьевич
САРАЕВ Михаил Иванович
САХАРОВ Юрий Евгеньевич
СЕМЕННИКОВА Валентина Андреевна
СЕМЕС Владимир Михайлович
СЕРЕДКИН Виктор Леонидович
СЕТДЫКОВ Илья Зарифович
СИГУТКИН Николай Александрович
СИЛАНТЬЕВ Виктор Сергеевич
СЛЕПЕНКОВ Владислав Андреевич
СЛУГИН Василий Андреевич

СМИРНОВ Вениамин Михайлович
СОРОКИН Владимир Степанович
СОРОКИН Владимир Афанасьевич
СОЦКОВ Евгений Александрович
СТАЕЦКИЙ Николай Григорьевич
СТРЕБЕЖЕВ Валерий Васильевич
СТРУЕВ Валентин Петрович
ТАРЫБАРКИН Виктор Михайлович
ТЕРНОВОЙ Геннадий Васильевич
ТОПЧЯН Владимир Мкртичевич
ТРЕТЮХИН Александр Васильевич
ТЮЛЕНЕВ Анатолий Петрович
ФЕДОРОВ Дмитрий Дмитриевич
ФЕДОТОВ Анатолий Иванович
ФЕТИСОВ Виктор Прохорович
ФИЛОНИЧ Александр Иванович
ФЛЕЙШМАН Ефим Яковлевич
ФРОЛОВ Иван Петрович
ХАМЗИН Ильшат Шайхиевич
ХРИСУЛИДЯ Геннадий Анастасьевич
ЧЕРНОВ Владимир Михайлович
ЧЕРНЫЙ Илья Семенович
ЧУДНОВЕЦ Геннадий Григорьевич
ШАПОШНИКОВ Валентин Андреевич
ШАРАПОВ Геннадий Дмитриевич
ШАТШНАЙДЕР Райнгольд Эмильевич
ШЕВЧЕНКО Анатолий Васильевич
ШЕМЕТЬКО Владимир Николаевич
ШЕХОВЦОВ Анатолий Романович
ШИЛОБРЕЕВ Юрий Александрович
ШНИТОВ Генрих Петрович
ЯПС Любовь Ивановна
ЯСТРЕБОВ Виктор Александрович
ЯЦКО Николай Иванович

“Заслуженный работник транспорта Российской Федерации”

АВДЕЕВ Владимир Георгиевич
АНДРИЯХИН Михаил Мартынович
АЛУХОВ Петр Андреевич
БАШКУРОВ Михаил Ильич
ГОБРУСЕНКО Николай Васильевич
ГУСАКОВ Владимир Васильевич
ДЕНИСОВ Алексей Васильевич
ДОМАРЕНКО Виктор Петрович
ИВЛЕВ Владимир Андреевич
КАЗИНАЧИКОВ Михаил Павлович

КОВЫЛОВ Федор Александрович
КРАВЧЕНКО Николай Савельевич
МАЛКОВ Рудольф Рудольфович
МАРЧУКОВ Валерий Иванович
МАСТЕГА Григорий Степанович
МОЛЧАНОВ Виктор Васильевич
НАУМКИН Трофим Ефимович
ПОТАПОВ Виктор Павлович
СУРИН Александр Иванович
ТЕЛЕГИН Анатолий Николаевич

ТИТОВ Алексей Викторович
ФАДЕЕВ Александр Сергеевич
ФАТУРОВ Мин Иванович
ФРАНЦУЖЕНКО Валерий Степанович

ФЕДОРОВ Александр Валентинович
ЦИММЕРМАН Николай Иванович
ЧЕРНЯКОВ Юрий Иванович

“Заслуженный экономист Российской Федерации”

АСТАХОВ Олег Матвеевич
БЕСПРОЗВАННЫХ Павел Иванович
ВЕСЕЛОВ Михаил Дмитриевич
ВИНОГРАДОВ Владимир Григорьевич
ДУДУРО Алексей Алексеевич
ЕВСЕЕВА Людмила Сергеевна
ЕРМАКОВ Владимир Николаевич
КАРЦЕВИЧ Василий Степанович
КОНСТАНТИНОВА Людмила Петровна
КУВШИНОВ Александр Иванович
ЛИСАВКИН Геннадий Николаевич
МИГАЛЕНКО Григорий Андреевич

МОНАХОВ Николай Николаевич
НАСОНОВА Валентина Петровна
НИЛЬК Лилия Александровна
ОГОРОДНИКОВ Вячеслав Васильевич
РУБАНОВ Григорий Леонидович
РЫБАКОВА Мария Ивановна
КАБЕЕВ Иван Петрович
СМИРНОВ Геннадий Федорович
СОРИН Юрий Матвеевич
СТЕПАНОВ Михаил Сергеевич
УСАЧЕВА Надежда Георгиевна

“Заслуженный работник торговли Российской Федерации”

БАРКОВСКИЙ Анатолий Иванович
ГАЛКИН Виктор Васильевич
ГАЙДАШ Николай Григорьевич
ГОЛУБЕВ Владимир Львович

ПОНОМАРЕНКО Иван Петрович
СИМАНОВА Галина Ивановна
СИНЯКОВ Анатолий Алексеевич
УКОЛОВ Сергей Валентинович

“Заслуженный врач Российской Федерации”

КРУТЬЕВ Владимир Гаврилович

СМЕЛОВ Владимир Юрьевич

“Заслуженный работник жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации”

ГОЛОВАНОВА Алла Ивановна
КИРИЛЛОВА Тамара Георгиевна

ЯКУБОВИЧ Петр Максимович

“Заслуженный архитектор Российской Федерации”

ГРЕШИЛОВ Анатолий Васильевич

ОРЛОВ Владимир Ильич

“Заслуженный работник культуры Российской Федерации”

ПАВЛОВА Марина Николаевна
РАЧКОВА Татьяна Георгиевна

ТАБАЧУК Константин Иванович

“Заслуженный химик Российской Федерации”

ГОНЧАРОВ Иван Дмитриевич

НИКИТИНА Людмила Александровна

“Заслуженный работник связи Российской Федерации”

МОКЕИЧЕВ Михаил Герасимович

“Заслуженный геолог Российской Федерации”

ЧЕРНЫШОВ Валентин Иванович

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Вступительная статья.....	4
Часть 1. Минатом за 50 прошедших лет.....	9
Глава 1. Празднование юбилея Минатома России.....	11
Глава 2. Россия атомная. История и современность.....	33
Глава 3. Причины создания ядерного оружия в России.....	113
Россия и США — соревнование на уничтожение.....	113
Ядерное оружие России — пришло ли из Америки или сделано самостоятельно.....	116
Глава 4. Пути решения атомной проблемы в России.....	119
Российская ядерная физика за 50 лет.....	119
Роль технических и организационных структур России в решении атомной проблемы.....	128
Роль немецких специалистов в решении атомной проблемы.....	138
Создание сырьевой базы атомной отрасли.....	141
Создание комбинатов для производства плутония.....	146
Создание промышленности обогащения урана	150
Разработка, производство и испытания ядерного оружия.....	165
Глава 5. Использование атомной энергии.....	177
Атомная энергетика.....	177
Термоядерная энергетика.....	189
Атомный подводный и надводный флот.....	192
Атомная техника и технология в космосе.....	196
Изотопы и ядерные технологии в народном хозяйстве.....	199
Лазерные техника и технологии.....	205
Глава 6. Международное сотрудничество России.....	209
Глава 7. Проблемы отходов атомной индустрии России.....	215
Глава 8. Роль обеспечивающих структур Минатома России.....	223
Строительно-монтажный комплекс Минатома.....	223
Подготовка кадров.....	228

Глава 9. Последствия от использования атомной энергии в России.....	233
Охрана труда, ядерная и радиационная безопасность.....	233
Аварии в атомной промышленности.....	241
Часть 2. Минатом через 50 лет.....	247
Глава 1. Исповеди атомного века.....	249
Глава 2. Проблемы атомной отрасли России.....	313
Глава 3. Будущее атомной отрасли России.....	316
Приложение.....	320
Список работников Минатома, отмеченных Государственными наградами и присвоением почетных званий в связи с 50-летием отрасли.....	320

Научно-производственное издание

АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ

**Авторы и
Составители**

*Михайлов Виктор Никитович
Беляев Игорь Аркадьевич
Котлов Владислав Михайлович*

**Редактор *И.К. Ходаков*
Корректор *С.В. Мальшева***

ЛР № 030719 от 20.01.97

**Подписано в печать 5.07.98. Формат 70×100/16
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21. Тираж 3000 экз.
Заказ № 4089**

**Издательство по атомной науке и технике ИздАТ
Международной Ассоциации Союзов “Чернобыль-Атом”
123479, Москва, ул. Живописная, д. 46, корп. 2, тел. 190-9097**

**Московская типография № 2 Российской Академии наук
121099, Москва, Шубинский пер., 6**