

Редакционная коллегия:

Б. И. Козлов (главный редактор),
В. В. Бабков, Е. Н. Будрейко (ответственный секретарь), Вл. П. Визгин, В. А. Волков,
В. Л. Гвоздецкий, В. Г. Горохов, С. С. Демидов, Ю. А. Жданов,
С. Г. Кара-Мурза, В. П. Карцев, С. П. Капица, В. Ж. Келле,
В. И. Корюкин, В. И. Кузнецов, Н. И. Кузнецова (зам. главного редактора),
А. М. Кулькин, Л. А. Маркова,
С. Т. Мелюхин, В. М. Орел, С. Я. Плоткин, Л. С. Полак, А. И. Половинкин,
Б. В. Раушенбах, И. А. Резанов, В. Н. Сокольский, А. Л. Тахтаджян,
Д. Н. Трифионов, А. Н. Шамин, Б. Г. Юдин, М. Г. Ярошевский

Номер набран и сверстан на электронном оборудовании
Института истории естествознания и техники РАН

НОМЕР ГОТОВИЛИ:

редакторы Куликова Марина Владимировна, Курбатова Елена Сергеевна,
Фирсова Галина Александровна,
редактор международного отдела Стручков Антон Юрьевич,
редактор отдела рецензий Александров Даниил Александрович,
компьютерный набор — А. Попова, Т. Кафтаева,
оригинал-макет — Алексеев Константин Игоревич

*Журнал издается при финансовой поддержке
Российского гуманитарного научного фонда
и Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 95-06-95024)*

Заведующая редакцией Г. Н. Савоськина

Подписано к печати 22.11.95 Формат бумаги 70×100 1/16
Офсетная печать. Усл. печатн. л. 14,3 Усл. кр.-отт. 14,6 тыс. Уч.-изд. л. 18,0 Бум. л. 5,5
Тираж 1012 экз. Заказ 3476

Адрес редакции: 103012, Старопанский пер., 1/5
телефон/факс: (095) 928-1190, E-mail: VIET@ihst.msk.su

Московская типография N 2 ВО «Наука», 121099, Москва, Шубинский пер., 6

© Издательство «Наука»,
«Вопросы истории естествознания и техники», 1995 г.
При перепечатке, переводе на иностранные языки,
а также при ином использовании оригинальных материалов журнала
ссылка на ВИЕТ обязательна.

Москва в истории науки и техники

И. С. ДРОВЕНИКОВ

ЯДЕРНЫЙ ЮБИЛЕЙ В МОСКВЕ*

«Уже давно чувствуется в Москве потребность в устройстве музея, посвященного промышленности во всех ее видах и со всеми научными пособиями для нее...»

Из Протокола заседания Московской Общей Думы (7 мая 1870 г.)

Предпосланные в эпиграфе слова, произнесенные в связи с замышлявшимся устройством Политехнического музея, вновь обрели свое актуальное звучание на 123-м году собирания коллекции промышленных и научных раритетов, первоначально названной Музеем прикладных знаний.

Развернутая в стенах ГПМ выставка «Атомной отрасли России — 50 лет» восполняла, пусть на короткий период с 28 августа по 28 сентября 1995 г., вынужденный пробел в демонстрации Музеем истории формирования отечественного научно-технического потенциала, в котором атомный комплекс является одной из важнейших составляющих.

На выставке, подготовленной Министерством Российской Федерации по атомной энергии, Международным гуманитарным фондом «Знание», Государственным Политехническим музеем и научно-производственной фирмой «Знание», были представлены «макеты атомных электростанций, морских судов, образцы оружия и другие уникальные предметы техники, созданные в институтах и на предприятиях Минатома РФ». Так значилось в пригласительном билете, так было и на самом деле. Сразу же оговоримся, что для знакомства с экспонатами наличие пригласительного билета было необязательно — выставка была общедоступной. Для посещения же юбилейной конференции «Развитие атомной науки и техники в России», посвященной 50-летию отрасли и проходившей 29—30 августа 1995 г. там же, в здании ГПМ, приглашение было необходимо — иначе его знаменитая Большая аудитория, вероятно, не вместила бы всех желающих.

Выбор места был не случаен. В нем проявилось стремление организаторов продолжить исторические траектории... В залах Политехнического музея активно работали А. Г. Столетов и Н. Е. Жуковский, П. Н. Лебедев и Н. А. Умов, С. А. Чаплыгин и Н. А. Шохин. Стены Большой аудитории хранят память о лекциях П. П. Лазарева, Ф. А. Бредихина, И. А. Каблукова, Д. Н. Прянишников.

Продолжение и поддержание просветительских традиций российской научно-технической интеллигенции представляется не только достойным, но и весьма важным в наши дни. Дело здесь, разумеется, не сводится только к противостоянию радиофобии, охватившей общество. Оно заключается и в преодолении антициентизма в массовом сознании и утверждении в нем уважительного внимания к заслуживающим того достижениям отечественной науки и техники. Непрелож-

* Публикация подготовлена в рамках научной программы «История советского атомного проекта: сбор, анализ и исследование документов», выполняемой при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (Код проекта: 93-06-10331) и при любезном содействии главного ученого секретаря Минатома РФ, проф. Н. С. Бабаева, ведущих сотрудников Министерства, а также зам. директора ГПМ Р. Л. Шаталова.

ным условием этого в демократическом обществе выступают популяризация научных знаний и ликвидация любых информационных барьеров. Нетрудно представить, с какими трудностями сопряжена любая подобная инициатива, касающаяся ядерной сферы. Поэтому состоявшееся 29 августа 1995 г. награждение министра Минатома РФ В. Н. Михайлова, а в его лице, наверное, и всех устроителей юбилейной экспозиции и конференции, почетной медалью им. С. И. Вавилова, присуждаемой Международным гуманитарным фондом «Знание» за просветительские заслуги, представляется вполне обоснованным. Добавим, что вручил награду Президент МГФ «Знание», вице-президент Российской академии наук академик К. В. Фролов.

Говоря о выборе места для проведения юбилейных торжеств, хочется подчеркнуть их особую органическую связь с Москвой. Для того чтобы пояснить природу этой связи, не надо выписывать длинный перечень расположенных в Москве институтов, предприятий и учреждений, имеющих самое прямое отношение к атомным технологиям. Достаточно напомнить, что советский атомный проект берет начало в Лаборатории № 2, ставшей ныне Российским научным центром «Курчатовский институт», а водородный — в ФИАНе, как и сейчас именуют Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской Академии наук. К тому же именно здесь в Москве, на территории Лаборатории № 2, был пущен 25 декабря 1946 г. первый на европейском континенте ядерный реактор «Ф-1».

Уделив внимание понятию «места» в связи с проведением ядерного юбилея, нельзя не коснуться связанного с ним понятия «времени». Оно почти всегда вызывает реминисценции общего порядка.

Юбилеи возвышаются на историческом горизонте подобно монументам, более всего располагая к почтительной отстраненности. Ядерные, однако, являются исключением из этого правила. Одно лишь присутствие ядерного оружия в мире предполагает неизбежную сопричастность — тем более ощутимую в наши дни, когда одни страны возобновили его испытания, а другие, кажется, готовы сменить танки Варшавского договора на ядерные заряды НАТО. Как теперь, спустя пять лет после падения Берлинской стены, расставлять кавычки в словосочетании *новое мышление*, и является ли ирония приемлемой компенсацией надежд на прочный мир? Ядерный юбилей — подходящий случай задуматься над всем этим.

К размышлению побуждает уже тот факт, что точкой отсчета для отмечавшегося юбилея послужило событие, имевшее место через две недели после бомбардировки Хиросимы. Речь идет о Постановлении Государственного Комитета Обороны № ГОКО-9887 от 20 августа 1945 г., в котором грозным созвучием «Москва, Кремль, Сталин» было скреплено известие о рождении в Советском Союзе новой и самой наукоемкой отрасли, призванной осуществить «строительство атомно-энергетических установок», а также «разработку и производство атомной бомбы». Тем же Постановлением учреждались Специальный Комитет при ГОКО и подчиненное ему Первое Главное Управление при СНК СССР, образованное для «непосредственного руководства научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями и промышленными предприятиями по использованию внутриатомной энергии урана...».

И как бы с тех пор ни назывался штаб новой отрасли: ПГУ, Минсредмаш или Минатом, куда бы он ни перемещался по старым московским улицам и переулкам — Ново-Рязанской, Старомонетному, Большой Ордынке, — он всегда был синонимом мощной, почти необъятной полидисциплинарной отрасли, вместившей в себя физику, химию, математику, геологию и почти все остальные области научного и технического знания.

Знакомство с ней для посетителя юбилейной выставки начиналось встречей с первой советской атомной бомбой «РДС-01», экспозиция которой сопровождалась двумя фразами, ключевыми по отношению ко всему, что предстояло увидеть и услышать.

Одна из них принадлежит А. Эйнштейну: «Атомная бомба изменила все, кроме природы человека».

Другая — А. Д. Сахарову: «Я не сомневался в жизненной важности создания советского сверхоружия для нашей страны и для равновесия во всем мире».

Бряд ли нужно пытаться описать все то, что разместилось на 300 кв. метрах экспозиции. Очевидно, что характер экспонатов предполагает глубокие и порой специализированные пояснения. Они и были даны в ходе конференции, которая, сливаясь с выставкой, являлась как бы ее расширенным комментарием, показывающим, как росло и ветвилось дерево целей, уходящее корнями в ядерную энергию.

Полвека — срок немалый. Все дальше отходят истоки атомного, да и термоядерного проектов. Ушли И. В. Курчатов, А. Д. Сахаров, И. Е. Тамм, Я. Б. Зельдович, А. П. Александров... Ушли Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, П. М. Зернов, М. Г. Первухин, Е. П. Славский... Ушел Л. П. Берия... Ушли и многие другие, безвестные...

«...Заболевшие быстро худели. В столовой они сидели молча и как тяжелую трудовую повинность отбывали — съедали по несколько ложек супа и ломоть хлеба... В возрасте 30 лет умерла Т. Ф. Громова, затем З. Г. Маденова и А. Г. Шалыгина в возрасте 34 лет. В 1959 г. умерла Н. В. Симаненко. Было ей всего 32 года... Содержание плутония в организме у Т. Ф. Громовой превышало в 250 раз предельно допустимое количество...

...Мужественно уходили из жизни профессионально больные. Никто из них не жаловался на судьбу, на завод. Они считали, что выполнили свой долг перед Родиной.

Тяжело умирала Августа Павловна Суханова. У нее был выявлен целый букет профессиональных болезней: хроническая лучевая болезнь, пневмосклероз легких, остеосаркома ребра, рак легких. Будучи по характеру оптимистом, она до конца жизни не падала духом, шутила... Хоронили А. П. Суханову в теплый солнечный день ранней осенью...».

Это — выдержки из рукописной истории комбината «Маяк» периода его становления (конец 1940-х — 1950-е гг.).

А вот выдержка из фонограммы выступления на юбилейной конференции ветерана отрасли, академика Ф. Г. Решетникова: «Обращаясь мысленно в прошлое — к концу сороковых и началу пятидесятих годов — и оценивая, что и как было сделано для реализации плутониевого проекта, возникает сложное и смешанное чувство: с одной стороны, [испытываешь] удовлетворение от сделанного, с другой — [переживаешь] преждевременный уход из жизни многих сотрудников первого коллектива. Смерть людей — это всегда трагедия. Но было ли другое решение? Что было бы со всеми нами и со всей страной, если бы было позволено США реализовать свои зловещие планы по отношению к Советскому Союзу? Известно ведь, что уже в июне 1946 г., т. е. всего лишь через год после окончания войны, Комитет начальников штабов США разработал первый подробный план атомной войны против Советского Союза под кодовым названием «Пинчер». Предусматривалось нанесение ядерных ударов по 20 городам 50 бомбами. А затем последовали еще более зловещие планы. Это ведь не фантазия, а реальность тех лет. По-видимому, альтернативного решения тому, что приняло руководство нашей страны, в то время не было...».

О реалиях тех лет напомнило промелькнувшее в западных источниках в начале октября 1995 г. сообщение, что под патронажем Президента Клинтона в США разрабатывается комплекс компенсационных мер для жертв радиационных тестов времен «холодной войны», которые включали даже инъекции плутония и проводились без ведома испытуемых.

На юбилейной конференции вопросам профзаболеваемости и лечебно-профилактического обеспечения занятых в атомной промышленности было посвящено выступление крупного специалиста по токсикологии плутония, академика РАМН, зам.

директора ГНЦ «Институт биофизики» Л. А. Булдакова. Его доклад «Медицинские проблемы», представлявший по сути медицинскую карту отрасли, ведущуюся со дня ее основания, продемонстрировал достаточно благополучную картину, сложившуюся на сегодняшний день: по многим статистическим показателям ситуация в атомной промышленности, оказывается, выглядит предпочтительнее, чем в целом по России.

Однако если накопленный к настоящему времени объем медицинских знаний и технологического опыта позволяют гарантировать безопасность персонала, непосредственно занятого в атомной отрасли, то проблемы экологического воздействия самого атомного комплекса на окружающую среду вышли к началу 1970-х гг. на переднюю линию острейшей общественной дискуссии.

Именно этой теме — социальной приемлемости атомной энергетики — был посвящен доклад академика РАСХН, директора Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной радиозологии и аэроэкологии Р. М. Алексахина «Радиобиологические и экологические проблемы». В его выступлении не только отвергались представления об атомной промышленности как постоянно действующем источнике радиоактивного заражения с неизбежным выбросом в окружающую среду радиоактивных веществ, но, главное, сообщались далеко не всем известные сведения о ликвидации последствий радиационных аварий. Последнее представляет особый интерес, так как затрагивает более тонкий, но кардинальный по значению аспект темы: проблему обратимости экологических катастроф и реабилитации среды обитания.

Воздав должное В. И. Вернадскому как основоположнику современной радиозологии, докладчик напомнил, что еще в 1920-е гг. И. В. Курчатов выполнил серию исследований по радиоактивности различных объектов окружающей среды. По инициативе того же Курчатова в 1948 г. в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева была организована биофизическая лаборатория (БФЛ), где впервые в нашей стране в опытах с «юшкой» — неразделенной смесью продуктов деления из промышленных реакторов — оценивалось действие радионуклидов на растения и животных.

Кыштымская авария, случившаяся осенью 1957 г. на производственном объединении «Маяк», создала, как выясняется, трагические предпосылки для изучения громадного спектра вопросов, связанных с круговоротом радионуклидов в среде обитания человека, дозообразованием у живых организмов и действием ионизирующих излучений на растения и животных.

На обширной территории так называемого Восточно-Уральского радиационного следа (ВУРС), включавшего разнообразные экосистемы бывших пахотных земель, лугов, пастбищ, лесов различных типов, большого числа озер и рек, были выполнены уникальные природные наблюдения за миграцией радионуклидов и действием ионизирующих излучений. Эти исследования проводились Опытной научно-исследовательской станцией (ОНИС), созданной по инициативе министра Е. П. Славского и возглавлявшейся учеником выдающегося агрохимика Д. Н. Прянишникова академиком В. М. Ключковским, человеком универсальных знаний. Им, в частности, было выведено правило заполнения электронных оболочек в атоме («правило Ключковского»).

В конце 1950-х — начале 1960-х гг. была решена казавшаяся фантастической задача получения «чистой» продукции с «грязных» земель, заложившая основы реабилитации земель от радиоактивного загрязнения.

Не без робости, вспоминал Р. М. Алексахин, руководители комбината «Маяк» во главе с его начальником Н. А. Семеновым ели в 1960 г. огурцы, картофель, помидоры и другие сельхозпродукты, выращенные на реабилитированных почвах.

Практическим результатом деятельности ОНИС, проводившейся в тесном контакте с АН СССР, АМН СССР, ВАСХНИЛ и др. научными учреждениями, стала локализация ВУРСа на площади в 23.000 гектаров «заповедных» земель и

возвращение остальной территории в хозяйственный оборот. Впоследствии внедрение разработанного комплекса защитных мероприятий только в аграрную практику позволило на 30—50% снизить дозу облучения у населения, проживающего на загрязненных после Чернобыльской аварии 1986 г. территориях.

Особое место, по мнению докладчика, заняли в работах ОНИС исследования по радиационной генетике, проводившиеся в 1950-е гг., — когда в отечественной биологии все еще царил поддерживаемый Хрущевым Т. Д. Лысенко. Эту тематику вели персонально приглашенные министром Е. П. Славским и академиком А. П. Александровым тогда еще член-корреспондент АН СССР Н. П. Дубинин со своим коллективом «одиозно классических генетиков» — М. А. Арсеньевым, В. В. Хвостовым, Я. Л. Глембоцким.

Примечательным счел выступавший то, что в немногочисленных статьях того периода, попадавших в открытую печать, итоги радиологических исследований интерпретировались как некие опыты с искусственным занесением в природную сферу радионуклидов на небольших опытных участках. Несмотря на все цензурные ограничения, научный уровень этих весьма редуцированных публикаций все-таки был достаточным для признания американскими учеными в 1960-х — начале 1970-х гг. первенства советской школы радиоэкологии.

Возвращаясь к упомянутому выступлению академика Ф. Г. Решетникова («Становление и развитие промышленного производства урана и трансураниевых элементов для оборонных отраслей»), представлявшего Государственный научный центр РФ — Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов им. А. А. Бочвара (ранее НИИ-9), необходимо заметить, что оно входило в большую группу докладов, которые, по замыслу организаторов конференции, должны были впервые осветить вопросы создания и функционирования отечественного ядерно-топливного цикла как основы и гаранта самостоятельного развития атомной энергетики во всех ее мирных и оборонных видах. К той же группе следует отнести доклады вице-президента РАН, академика Н. П. Лаверова «Геология урана» и научного руководителя отделения глубокой переработки сырья Научно-исследовательского института химической технологии, академика Б. Н. Ласкорина «Становление и развитие сырьевой базы атомной промышленности».

Эти доклады, в совокупности с рядом специальных, посвященных разделению изотопов, реакторному материаловедению, производству ТВЭЛов (тепловыделяющих элементов) и другим смежным вопросам, поражали своей многогранностью. (Здесь невольно возникает аналогия с природным ураном, образующим более 150 минералогических форм.) В то же время из выступлений со всей ясностью проступали выводы о многофункциональности научного знания и общие контуры того значения, которое имели работы, проводившиеся в атомном комплексе, для научно-технического прогресса страны.

Так, академик Б. Н. Ласкорин рассказал, к примеру, о внедрении в различных областях черной и цветной металлургии, а также химической промышленности, «средмашевских» сорбционно-экстракционных технологий, первоначально разработывавшихся для обогащения урана и в 1000 раз более эффективных по сравнению с применявшимися прежде методами, основанными на рутинной фильтрации.

Академик Н. П. Лаверов сообщил о том, как в ходе решения урановой проблемы была разработана исключительно точная геохронологическая шкала, в основу создания которой легли оригинальные процедуры анализа распада изотопов урана. Развитые при этом радиоизотопные и связанные с ними вычислительные методы позволили не только проводить геологоразведку для нужд атомной промышленности, но также определять возраст различных пород, минералов, формаций, временные границы главных геологических событий и крупных биосферных катастроф в истории Земли, и в итоге построить достоверную Мировую шкалу геологического времени, в которую на последних международных конгрессах

рессах вносятся лишь незначительные уточнения. Полученная к настоящему времени точность датировки достигает в верхней части геологической истории 1—3 лет.

Словно повторяя технологическую цепочку ядерно-топливного цикла, обстоятельный доклад Ф. Г. Решетникова следовал в повестке конференции за докладами Н. П. Лаверова и Б. Н. Ласкорина, и был посвящен работам по получению металлического урана, его изотопов и ряда ТУЭ (трансураниевых элементов).

В качестве центральной проблемы докладчиком была справедливо выделена история разработки промышленной технологии получения плутония, имевшей решающее значение для осуществления советского атомного проекта. Решетников особо отметил, что к середине 1947 г., когда начались работы по получению плутония, сведения об этом новом искусственном элементе были крайне скудны. Его физико-химические свойства были практически неизвестны исследователям, многие из которых только что сняли военную форму. Единственным руководством на начальном этапе выступали общие законы термодинамики и физической химии. Перед металлургами, которым предстояло освоить микроплавку с объемами вещества не более 5—10 мг, стояли задачи не менее сложные, чем перед химиками. Им также приходилось довольствоваться общетеоретическими соображениями, несколько подкрепленными, правда, опытом работы с ураном.

С учетом общего количества исходных соединений, восстановителей и футеровочных материалов разработчикам предстояло исследовать более 20 различных вариантов процесса. Не вдаваясь в подробности хода работ, скажем лишь, что при их проведении были открыты субоксиды или гипостехнометрические оксиды кальция и магния, которые чрезвычайногодились для изготовления крошечных тигельков диаметром 6—10 мм, в которых в июле 1948 г. были получены первые в Советском Союзе миллиграммы металлического плутония. 14 апреля 1949 г. на комбинате 817, как тогда назывался строившийся параллельно с проведением исследований химкомбинат «Маяк», была осуществлена первая промышленная восстановительная плавка плутония, в которой вес слитка составил 8,7 г, а 29 августа того же года был взорван первый советский ядерный заряд, в котором счет плутония шел уже на килограммы.

Выглядывающая в наши дни из-под полога секретности и как бы из-за спины физики радиохимия поражает не только темпами и уровнем работ, но и обилием сюжетов, представляющих интерес для историков науки.

Приверженец традиционной истории идей наверняка не останется безучастным, ближе познакомившись, например, с историей получения кюрия, которая, по словам Ф. Г. Решетникова, «овевана некоей научной романтикой».

Наработанный в незначительном количестве в атомном реакторе и с невероятными трудностями «рожденный» в танталовых тиглях при температуре в 1400°C, он по причине малой плотности — 13,54 г/см³, вместо — 19,26 г/см³, как того ожидали физики-ядерщики, не мог быть рекрутирован в действующий состав ядерных материалов и тем разочаровал прагматически настроенных заказчиков.

Новый элемент и сплавы на его основе были изучены, а материалы доложены на одной из международных конференций по ТУЭ. Только и всего.

Считать ли подобный результат отрицательным? Как отнестись к одной американской публикации, спровоцировавшей в 1973 г. советские работы по получению кюрия, и «оказавшейся», понятно, ошибочной? А если еще принять во внимание, что «нерекрутируемый» кюрий был назван в честь «невоинственных» подвижников науки Пьера и Марии Кюри, то невольно задумаешься: нет ли и в самом деле связи между именем и его носителем, особенно если вспомнить вдобавок о плутонии? Впрочем, последнее уж совсем мистика — сказывается близость алхимии...

«Переговорив» с представителем традиционной истории идей, обратимся к стороннику социальной истории науки, т. е. истории людей. Он, наверняка, будет

сражен при знакомстве с «персоналиями» в области радиохимии. Нигде, например, тема «женщин в науке» не звучит столь мощно и многопланово как здесь, в радиохимии, где, по традиции, восходящей к М. Склодовской-Кюри, их участие было особенно заметным и не нуждается ни в малейшей снисходительности оценок. Поэтому, кстати, в выступлении академика Ф. Г. Решетникова на юбилейной конференции особые слова были адресованы двум из них, дошедшим из сороковых: Зинаиде Алексеевне Исаевой и Лии Павловне Сохиной...

Переходя к вопросам практического использования атомной энергии, которые были одной из «сквозных» тем конференции, задержим внимание читателя на некоторых сюжетах из истории создания транспортно-энергетических установок. Вспомним прежде всего 1952 год, оказавшийся поистине ключевым: 14 августа А. П. Александров написал памятную записку И. В. Курчатову, изложив в ней свои соображения по активизации работ, связанных с транспортными агрегатами, и уже 9 сентября поддержанное И. В. Курчатовым, Н. А. Доллежалем и В. А. Малышевым предложение оформилось в правительственное решение о развертывании работ по сооружению атомной подводной лодки...

Знакомство с документами и свидетельства очевидцев доносят тот поистине жюль-верновский энтузиазм, который охватил к тому времени всех причастных к атомной энергии, так скоро воплотившейся в мощном ядерно-промышленном комплексе и первых атомных бомбах. К каждой из трех сред — земле, воде и воздуху — хотелось примерить энергию атома, вспоминал академик Н. Н. Пономарев-Степной на юбилее «Курчатовского института» в феврале 1993 г.

«Водной стихии» на конференции был посвящен обстоятельный доклад академика Н. С. Хлопкина «Транспортные реакторы». Точкой отсчета, напомнил он, следует считать заседание ПГУ 24 марта 1947 г., на котором было признано необходимым приступить к научно-исследовательским и подготовительным проектным работам по морским энергосиловым установкам, в первую очередь для подводных лодок. Основанием тому стали сообщения в зарубежной прессе о возможном применении атомной энергии на подлодках и авианосцах. К ноябрю 1949 г. в Институте физических проблем, Физико-энергетическом институте и в Лаборатории измерительных приборов Академии наук (бывшей Лаборатории № 2) были развернуты параллельные работы по созданию морских реакторов с графитовым замедлителем и гелиевым охлаждением (ИФП), бериллиевым замедлителем и также гелиевым охлаждением (ФЭИ) и, наконец, с графитовым замедлителем и водяным охлаждением (ЛИПАН). Вскоре, однако, работы были свернуты в связи с концентрацией усилий атомщиков на решении первоочередных задач. Возобновление работ в 1952 г. добавило к трем указанным конструктивным вариантам четвертый, предложенный ЛИПАН: энергетический реактор корпусного типа с водой под давлением.

Впоследствии лодки с реактором этого типа стали на Западе именовать «рабочими лошадками», в отличие от «чистокровных скакунов», использующих реакторы с жидкометаллическим теплоносителем. В отношении последних Н. С. Хлопкин особо подчеркнул, что тип реакторов со свинцово-висмутовым теплоносителем не имел аналогов, и появление таковых за рубежом будет свидетельствовать об идейном заимствовании. Это был не единственный пример, привлекавший докладчиком для отстаивания оригинальности отечественных разработок. Той же цели, указывал он, могут отвечать и материалы Женевских конференций по мирному использованию атомной энергии 1955—1971 гг.

Прежде чем перейти к теме гражданского атомного флота, хотелось бы отметить еще одну оригинальную сторону в отечественном реакторостроении. Как следует из естественных материалов, все эти годы в рассматриваемой области имела место естественная планомерная конверсия. Ее основой было использование единой технологии, что эффектно сказывалось на совершенствовании как военной, так и гражданской техники. Так, технология промышленных уран-

графитовых реакторов легла в основу реакторов РБМК (реактор большой мощности канальный). Технология лодочных реакторов с водой под давлением создала прочный фундамент для проектирования атомных станций с корпусными реакторами и, в особенности, для атомных ледоколов. На повестке дня — внедрение технологий морских ядерных установок в малую наземную энергетику. Герметичное исполнение всего оборудования, его большой ресурс, сведение к минимуму количества жидких и газообразных отходов, саморегулирование с комплексной автоматизацией, резко сокращающее персонал — все это придало бы новое качество малым АЭС и АТЭС.

В 1953 г., через год после начала проектирования атомной подводной лодки, по инициативе И. В. Курчатова и А. П. Александрова было начато проектирование атомных ледоколов. В 1959 г. атомный ледокол «Ленин» мощностью в 44 тыс. л. с. открыл новую эру в использовании Северного морского пути — круглогодичную навигацию в западном секторе Арктики. Первенец отечественного ледокольного флота проработал 30 лет. Всего же было построено 8 атомных ледоколов. В море осуществляют проводку линейные ледоколы «Арктика», «Сибирь», «Россия», «Советский Союз», «Ямал» — мощностью в 75 тыс. л. с. каждый. В устьях сибирских рек — «Таймыр» и «Вайгач» мощностью по 50 тыс. л. с., построенные совместно с Финляндией. Эффективность ледоколов сильно возрастает при увеличении грузоподъемности проводимых судов. В 1988 г. был построен атомный лихтеровоз «Севморпуть» водоизмещением в 62 тыс. т., способный самостоятельно идти во льдах толщиной до 1 м. Именно его модель была представлена на выставке как нынешнее олицетворение российского атомного флота. Сейчас «Севморпуть» успешно работает на трассе Кольский полуостров — Дудинка, высвободив два крупнотоннажных судна.

Новые перспективы использования морских атомных энергетических установок открывает освоение шельфа северных морей, где разведаны большие запасы нефти и газа. Установки ледокольного типа планируется в ближайшие годы использовать в качестве плавучих атомных станций электротеплоснабжения и опреснения морской воды.

Не менее впечатляющей выглядит и эволюция атомного подводного флота, определявшаяся, по мнению Н. С. Хлопкина, конкуренцией реакторных установок с водяным и жидкометаллическим теплоносителями. На смену единственной в своем роде лодке первого поколения пришла серия лодок второго, отличавшихся компактностью энергетической зоны, малым водоизмещением и высокими скоростями. Комплексная автоматизация позволила сократить на них численность экипажа втрое. В лодках третьего поколения удалось без увеличения габаритов реактора вдвое повысить его мощность и энергозапас активных зон.

В последнее время появилось немало публикаций, посвященных отечественному атомному флоту и его бессменному Научному руководителю А. П. Александрову — «А. П.», как его частенько величали между собой коллеги-физики и коллеги-моряки. Теперь уже трудно что-либо добавить к истории создания первенца отечественного атомного флота — подводной лодки «К-3», или «Ленинский комсомол», заложенной на стапелях Северодвинска в июне 1954 г. и принятой в состав действующего флота в декабре 1958 г. Разве только упомянуть слышанный нами ранее рассказ адмирала П. Г. Котова о первом заводском флаге, который сопровождал лодку почти полтора года испытаний, со дня спуска на воду в августе 1957 г. и до того момента, как над ней взвился флаг ВМФ. Первый флаг не передали, как это принято, в заводской музей, а подарили А. П. В феврале 1994 г. именно этот флаг сопровождал А. П. в последний путь и, согласно его воле, остался с ним навсегда...

Наряду с докладами, в которых, как в выступлении академика Н. С. Хлопкина, шла речь об истории уже состоявшейся, на конференции прозвучали и сообщения, в которых история как бы «перетекала» в обозримое будущее. Таков был до-

клад директора НПО «Красная звезда», профессора Г. М. Грязнова «Космические ядерно-энергетические установки», в котором рассказ об уже достигнутом переходил в сферу возможного, того, с чем Россия могла бы выйти на мировые рынки — нет, не сырья, а высоких технологий. И вновь здесь вышел на передний план феномен естественной конверсии, лишней раз убеждающий в необходимости самого деликатного отношения к накопленному научно-техническому потенциалу.

Как стало ясно из выступления Г. М. Грязнова, работы по созданию ядерных энергетических установок (ЯЭУ) для применения в космосе были начаты почти одновременно в СССР и США в конце 1950-х — начале 1960-х гг. Стимулом к их разработке явилась необходимость обеспечения систем военной разведки и целеуказания бортовыми энергоустановками с мощностью до нескольких киловатт и ресурсом работы в несколько месяцев. От фотоэлектрических преобразователей, использующих солнечную энергию, они выгодно отличались энергоемкостью и компактностью своих ядерных (реакторных) источников. Их преимущества дополнялись отсутствием зависимости генерируемой мощности от положения космического аппарата (КА) по отношению к Солнцу и, следовательно, снижением затрат топлива на маневры, связанные с ориентацией КА. Кроме того, уменьшались затраты топлива на коррекцию орбиты, неизбежные при большой площади фотоэлектрических панелей и оказываемого им аэродинамического сопротивления даже разреженной атмосферой. Любопытен в этой связи следующий пример: при получении на околоземной орбите с каждого кв. метра фотопреобразователей в лучшем случае 100 Вт электрической мощности, необходимая для выработки, скажем, 50 кВт площадь панелей составит не менее 500 кв. метров. Двумя другими достоинствами ЯЭУ являются лучшие массогабаритные характеристики при уровнях мощности свыше 15—20 кВт по сравнению даже с наиболее перспективными фотоэлектрическими преобразователями, а также возможность работы в форсированном режиме электрической мощности, в 2—2,5 раза превышающей номинальную, и это при слабой зависимости массы ЯЭУ от уровня форсажа, что особенно важно при межорбитальной транспортировке.

На начальной стадии разработок рассматривались системы как с динамическим (паро- и газотурбинным), так и с безмашинным (термоэлектрическим, термоэмиссионным) преобразованием тепловой энергии, генерируемой в ядерном реакторе, в электрическую. В конечном счете была реализована схема ЯЭУ с термоэлектрическим преобразованием. Первые в нашей стране орбитальные испытания ЯЭУ такого типа с массой около 1000 кг, быстрым реактором и термоэлектрическим генератором с электрической мощностью около 3 кВт были проведены в конце 1960-х гг. Впоследствии ЯЭУ этого типа использовались на спутниках серии «Космос», получивших на Западе обозначение «RORSAT». Всего за два десятилетия на орбиту было запущено свыше тридцати таких ЯЭУ трех модификаций.

Важнейшим этапом последующего развития отечественной космической ядерной энергетики, говорилось в докладе Грязнова, стала разработка ЯЭУ типа «Топаз» с термоэмиссионным реактором-преобразователем (РП). С этого момента открылись возможности кардинального повышения электрической мощности и ресурса ядерных бортовых источников энергии.

Создание космических ЯЭУ на основе термоэмиссионного РП, соединяющего функции ядерного реактора и генератора электрической энергии в пределах одной конструкции, представляло собой чрезвычайно сложную научную и инженерную задачу, потребовавшую сопряженного решения проблем в таких областях, как реакторная физика, физика плазмы, теплофизика и гидродинамика жидкометаллических теплоносителей, электротехника, автоматическое управление и т. д. Потребовался также принципиальный прорыв в области высокотемпературного материаловедения и технологии. Докладчик указал, в частности, что нижняя температура цикла преобразования энергии в термоэмиссионном РП (500—600°C) соответствует верхней температуре цикла преобразования энергии

в современных паровых турбинах. В предлагаемых решениях должны были учитываться и жесткие функционально-эксплуатационные ограничения, связанные с габаритами, массой, перегрузками, радиационной безопасностью при метеорном воздействии и т. п. При этом тепловод в условиях космического пространства возможен только посредством излучения. Результатом всех работ стал запуск в феврале 1987 г. первой в мире ЯЭУ термоэмиссионного типа в составе комплекса «Космос-1818», а затем, в июле того же года на «Космосе-1867» на орбиту была выведена ЯЭУ, аналогичная первой. В настоящее время наша страна удерживает мировой рекорд по продолжительности орбитальной работы подобных установок, равный одному году. Для сравнения может быть указано, что единственная зарубежная реакторная ЯЭУ с термоэлектрическим преобразованием энергии «SNAP-10A» была запущена в США в 1965 г. и проработала на орбите в течение 43 суток.

Основываясь на оценках зарубежных экспертов, можно констатировать опережение Россией других стран, работающих в этой области, прежде всего США и Франции, на 10 лет. К этому свидетельству примыкает и другое, говорящее о неоспоримой перспективности высоких технологий. Так, по оценкам французских специалистов, стоимость разрабатываемой во Франции ЯЭУ «ERATO» с электрической мощностью в 20 кВт составит всего 20% от стоимости солнечной фотоэлектрической установки эквивалентной мощности.

Современное состояние в рассматриваемой области позволяет говорить о создании на базе ЯЭУ «Топаз» второго поколения новых разработок с электрической мощностью до сотен киловатт и ресурсом до 7—10 лет. Сложившаяся в стране инфраструктура и производственная кооперация позволяют вполне самостоятельно реализовывать всю технологическую цепочку, включающую разработку, изготовление, испытания и запуск ЯЭУ в составе космических аппаратов. Все это складывается в энергетическую базу подлинного освоения космического пространства и расширения границ его исследований. Становится реальным выдвижение программ с высоким коммерческим потенциалом.

К числу таких начинаний принадлежит разрабатываемая спутниковая система связи и вещания «Космическая Звезда» («Space Star»), предполагающая размещение на геостационарной орбите групп из нескольких информационных КА, оснащенных ретрансляторами с энергопотреблением 15—30 кВт, питаемыми от термоэмиссионных ЯЭУ «Топаз — Стар». Подобная система могла бы обеспечить в глобальном масштабе обширнейший диапазон услуг: фиксированные и подвижные системы связи; экологический мониторинг среды; информация о стихийных бедствиях и катастрофах; контроль за посевами и лесными массивами; наблюдение за транспортными средствами, перевозками, протяженными топливопроводами; теле- и радиовещание; обмен компьютерной информацией в реальном масштабе времени и многое другое. Экономический расчет, учитывающий действующие в мире тарифы на аналогичные услуги, показывает окупаемость затрат на разработку всей системы в течение 2—2,5 лет.

Другим перспективным направлением применения термоэмиссионных ЯЭУ является их использование (совместно с электрореактивными двигательными установками (ЭРДУ)) для решения транспортных космических задач: межорбитальной транспортировки КА; траления и удаления выработавших ресурс и аварийных КА с рабочих орбит; исследования в режиме сопровождения малых космических тел (комет, астероидов); полетов к Луне с переходом на орбиту ее спутника и т. д. Здесь на передний план выступает отмечавшееся выше уникальное свойство ЯЭУ: слабая зависимость между уровнем форсирования электрической мощности и массой установки. Для термоэмиссионной ЯЭУ с номинальной мощностью, например, в 40 кВт и суммарным ресурсом работы порядка 5—7 лет, возможность двукратного форсирования мощности длительностью до 1 года влечет увеличение массы установки только на 15%.

Принимая во внимание, что освоение атомной энергии с самого начала носило взрывной характер, в прямом и переносном смысле этого слова, повестка конференции не могла обойти молчанием Российские федеральные ядерные центры, всегда стоявшие на вершине отраслевой пирамиды. Напоминанием об этом были представленные на выставке первые советские атомные бомбы «РДС-01» и «РДС-04», привлекавшие всеобщее внимание.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики («Арзамас-16», а ныне г. Саров) был представлен докладом заместителя научного руководителя, к. ф.-м. н. В. С. Босамыкина «Ядерная накачка лазеров», а Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики («Челябинск-70», теперь г. Снежинск) — докладом директора и научного руководителя, академика Е. Н. Аврорина «Использование ядерных взрывов для фундаментальных исследований». На последнем выступлении стоит остановиться особо.

Возможности практического применения ядерно-взрывных технологий в мирных целях известны достаточно хорошо: уничтожение химического оружия, противоастероидная защита Земли и т. д. В докладе Е. Н. Аврорина было показано, что экстремальные условия ядерного взрыва открывают и новые горизонты теоретического знания.

Энергетическая уникальность ядерного взрыва позволяет достичь давлений, температур и плотностей потоков излучения, недостижимых пока в лабораторных условиях, но типичных для состояния вещества внутри небесных тел, что сулит получение информации, способной пролить новый свет на строение и эволюцию Вселенной. Кроме того, по мнению докладчика, эти исследования актуальны для решения проблемы инерциального термоядерного синтеза, изучения явлений высокоскоростного удара, физики ударных волн и детонации и, наконец, проблем физики ядер и нейтрино. Как выяснилось, первые предложения об использовании ядерных взрывов для фундаментальных исследований были высказаны в начале 1950-х гг. во ВНИИЭФ Я. Б. Зельдовичем и А. Д. Сахаровым. Уже в 1956 г. под руководством Я. Б. Зельдовича был поставлен опыт по изучению взаимодействия излучения с веществом. К сожалению, большая часть данных этого опыта не была надлежащим образом зафиксирована. Однако уже следующий эксперимент, проведенный в сентябре 1957 г. учеными только что созданного второго ядерного центра (ВНИИТФ) совместно с Институтом химической физики АН СССР, принес обширную информацию о поглощении энергии веществом при температурах, достигающих 10 млн. градусов.

Исследовательская программа, реализованная впоследствии обоими ядерными центрами совместно с Научно-исследовательским институтом импульсной техники, включала эксперименты по физике нейтрино, синтез далеких трансурановых элементов, измерение нейтронных сечений короткоживущих ядер, исследование мощных лазеров в связи с термоядерным синтезом и многое другое.

Об уникальности проведенных опытов можно судить, например, по тому, что созданная во ВНИИТФ система регистрации позволила ВНИИТФ уже в 1978 г. экспериментально оценить скорость термоядерной детонации, составившей 5000 км/сек., а в ряде экспериментов ВНИИЭФ по динамическому разрушению металлов в результате теплового удара, вызванного действием нейтронов ядерного взрыва, удалось достичь температурного нагрева до 10^{13} градусов в секунду.

Излишне говорить, что данные такого рода имеют первостепенное значение для моделирования микромишеней в рамках инерциального термоядерного синтеза или создания противоастероидных систем защиты Земли, где следует учитывать отсутствие взрывной волны, естественное в условиях космического вакуума. Примечательно, что фундаментальные исследования проводились ядерными центрами не только при постановке специальных экспериментов, но и в ходе плановых испытаний ядерного оружия.

Выдвинутая в докладе Е. Н. Аврорина программа использования ядерных взрывов для фундаментальных исследований включала следующие направления работ: 1) исследование уравнений состояния и других свойств вещества в экстремальных условиях; 2) изучение турбулентного перемешивания в высокоинтенсивных газодинамических процессах; 3) исследование физики работы мишеней в связи с инерциальным термоядерным синтезом; и 4) ядерные исследования с разработкой стартовых нуклидов в интересах изучения острова стабильности сверхтяжелых ядер.

Необходимо отметить адекватное понимание докладчиком всей полемичности предлагаемого проекта. Тем интереснее ознакомиться с его аргументацией.

Во-первых, условием доверия к экспериментам является придание им международного статуса.

Во-вторых, в то время как последовательные сторонники ядерного разоружения видят в утрате профессиональной компетентности оружейных центров залог того, что ядерная конфронтация не повторится в будущем, выдвигаемая программа призвана, напротив, содействовать поддержанию должного профессионального уровня их персонала (необходимого, добавим, для тех же разоруженческих мероприятий).

Помимо этого, привлечение к экспериментам ученых из неядерных стран и предоставление им ранее недоступной исследовательской базы ослабит, по мнению докладчика, стимулы к развитию этими странами собственных исследовательских программ, чреватых неконтролируемым распространением ядерного оружия.

Трезво оценивая шансы на реализацию выдвигаемой программы и даже предвидя возможные упреки в оттягивании средств от традиционных направлений фундаментальных исследований, Е. Н. Аврорин тем не менее выразил уверенность в целесообразности ядерно-взрывных экспериментов, если не в настоящем, то в будущем разоружающем мире. Ряд содержащихся в докладе положений был, кстати говоря, за две недели перед этим вынесен на обсуждение Международной конференции по ударным волнам в конденсированных веществах (США, г. Сиэтл, 14—18 августа 1995 г.) и встретил там активную поддержку зарубежных ученых, в том числе профессора Э. Теллера.

Приближаясь к окончанию этих заметок, необходимо признать, что за их рамками осталось очень и очень многое: встречи и беседы, книжная выставка, специально выпущенные к юбилею календарь «Памятные даты Минатома России» и CD ROM «50 лет Минатому России», а главное — двенадцать не упомянутых здесь выступлений, среди которых были доклады академика Е. П. Велихова («От термоядерных исследований к термоядерной энергетике»), академика В. А. Глухих («Электрофизика: наука, техника, технология»), академика А. А. Логунова («Физика высоких энергий») и целый ряд других. Все эти доклады, наряду с аннотированными выше, войдут в обещанное Минатомом издание трудов конференции. Нет сомнения, что эта книга найдет самую широкую читательскую аудиторию.

Не вызывает сомнения также и то, что юбилейная конференция удалась и, в свою очередь, станет памятным событием в истории отрасли. Подобные суждения отчетливо слышались в кулуарах конференции, как раз там, где разместились сопроводившая ей выставка. В этой связи правомерен вопрос: если восторженность дилетанта легко объяснить самим фактом участия в «открытии закрытого», то чем объяснить сходные чувства профессионала?

Ответ на этот вопрос содержался в заключительном слове члена-корреспондента РАН В. А. Сидоренко, заместителя министра Минатома РФ. Несмотря на то, что участникам конференции многое, а может быть, и всё было в той или иной степени известно, отметил он, именно в ее ходе перед ними впервые за многие десятилетия предстала почти целостная картина научно-технической отрасли, с которой они связали жизнь.

Концерт, завершавший, по обыкновению, работу конференции, предоставил ее участникам возможность встречи с известным актером и режиссером А. Баталовым, которого многие из собравшихся, конечно же, помнили как физика Митю Гусева из фильма М. Ромма «Девять дней одного года». Свое выступление А. Баталов счел необходимым начать с выражения признательности в адрес Минатома РФ за поддержку Марфо-Мариинской обители, благодаря которой 200 сестер милосердия в разных частях Москвы оказывают помощь обездоленным.

Здесь будет уместно сообщить, что Патриарх Московский и Всея Руси Алексий, приславший к юбилею свое поздравление, вспомнил в нем, наряду с этим, и другие примеры сотрудничества Русской Православной Церкви и Минатома России, направленного на «созидание энергетически сильной и нравственно здоровой державы Российской»: восстановление Саровского и Долматовского монастырей, а также некоторых московских храмов.

Продолжая свое выступление в концертной программе, А. Баталов рассказал о непростом пути к экрану «Девяти дней...» и важной, хотя и не предусмотренной сценарием, роли, которую сыграли в судьбе фильма физики Дубны, настоявшие на проведении в Объединенном институте ядерных исследований публичного просмотра положенной было «на полку» картины.

Велик и прочен был авторитет атомщиков. Велик и прочен был «ядерный зонтик», который укрывал все эти годы Россию, а с ней и полмира. Более того, как постепенно выясняется, авторитет отрасли способствовал развитию ряда неортодоксальных научных направлений, что было совсем нелегким делом в стране, где стиралась грань между идеологией и идеократией. Указать на эту грань было порой под силу только физикам, за которыми система льгот и привилегий была вынуждена сохранить право «шутить», немислимое для других сословий, включая правящее, не говоря уже о «лириках».

Юбилейная конференция завершилась, а может быть, лучше сказать — прервалась на минуте молчания, в которой не было ни тени казенной ритуальности.

Просто те, от кого зависит будущее отрасли, склонились в раздумьи перед памятью тех, кому она обязана всем, чем стала.

* * *

Эпилогом заметок о двух инициативах, ставших подлинными событиями в длинной череде юбилейных мероприятий Минатома РФ, может послужить сообщение, мысленно возвращающее нас к эпиграфу, и, надеемся, отводящее упреки в его нарочитости.

8 ноября 1995 г. Фондовая комиссия Государственного Политехнического музея вынесла решение о принятии в Основной фонд, находящийся в составе Государственного музейного фонда Российской Федерации, двух переданных Минатомом РФ полномасштабных макетов первых образцов отечественного ядерного оружия: «РДС-01» и «РДС-04». В ближайшее время ожидается поступление еще целого ряда экспонатов, среди которых — макеты тепловыделяющих сборок реакторов «ВВЭР-1000» и «БН-600», космической ядерной термозмиссионной энергетической установки «Топаз», образцы дозиметрической аппаратуры индивидуального и комплексного контроля на предприятиях атомной промышленности, а также элементы оборудования, предназначенного для использования явления сверхпроводимости.

Есть основания надеяться, что эти материальные свидетельства эволюции науки и техники положат начало новой и постоянно действующей в Москве экспозиции, посвященной истории России атомной.

50-ЛЕТИЕ РОССИИ АТОМНОЙ

Москва, август 1995



Официальное открытие в Государственном Политехническом музее выставки «Атомной отрасли России — 50 лет» 28 августа 1995 г.

На переднем плане: министр Минатома РФ проф. В. Н. Михайлов (слева) и директор ГПМ проф. Г. Г. Григорян

Первый день работы юбилейной конференции «Развитие атомной науки и техники в России» 29 августа 1995 г.

Выступает министр Минатома РФ проф. В. Н. Михайлов. В президиуме: главный ученый секретарь Минатома РФ проф. Н. С. Бабаев (слева) и Президент международного гуманитарного фонда «Знание» академик РАН К. В. Фролов



Среди участников юбилейной конференции

Слева направо: директор НИИ импульсной техники Е. М. Бершак, главный конструктор ВНИИ автоматики проф. А. А. Бриш, первый заместитель научного руководителя ВНИИ экспериментальной физики д.ф.-м.н. Р. И. Ильяев

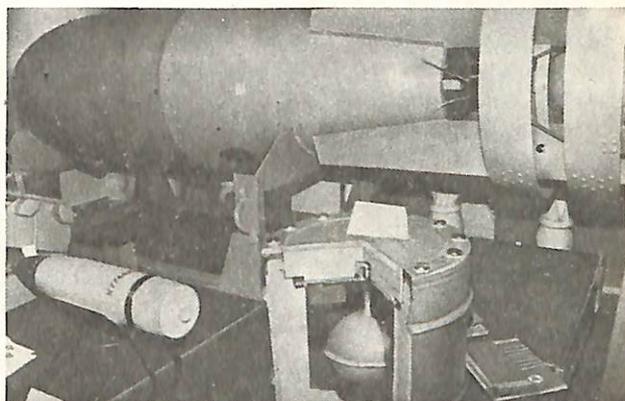


Полномасштабный макет первой отечественной атомной авиационной бомбы РДС — 01

Мощность — 20 кт Т.Э. 1951 г.

Полномасштабный макет первой серийной отечественной атомной авиационной бомбы РДС — 04 (мощность — 30 кт Т.Э. 1953 г.)

На переднем плане — макет взрыво-пожаробезопасного защитного контейнера для транспортировки ядерных делящихся материалов



Модель атомного ледоколовоза «Севморпуть»

Водоизмещение — 62 тыс. т. 1988 г.