

СОЗДАНИЕ первой советской ядерной БОМБЫ



1945.
• 1995

**ПОСВЯЩАЕТСЯ 50-ЛЕТИЮ
АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Михайлов — главный редактор

А. М. Петросьянц — заместитель главного редактора

Б. В. Горобец

В. В. Кротков

А. К. Круглов

Е. А. Негин

Г. А. Цырков

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

АКЦИОНЕРНЫЙ БАНК КОНВЕРСИЯ (АО КОНВЕРСБАНК)

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

СОЗДАНИЕ первой советской ядерной БОМБЫ



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

1995

ББК 31.4
С 59
УДК 621.039(091)

С 59 **Создание первой советской ядерной бомбы.** —
М.: Энергоатомиздат, 1995. — 448 с.: ил.

ISBN 5-283-04086-0

Очевидцы и непосредственные участники разработки первой советской ядерной бомбы рассказывают об истории создания элементов «ядерного щита» в нашей стране, об организации специализированной, невиданной ранее мощной ядерной индустрии, об испытании ядерной бомбы на Семипалатинском полигоне в 1949 г.

Книга иллюстрирована уникальными фотографиями.

Для всех, кто интересуется историей науки, историей нашей страны.

С 1401020000-040
051(01)-95 Без объявл.

ББК 31.4

Научно-популярное издание

СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ СОВЕТСКОЙ ЯДЕРНОЙ БОМБЫ

Редакторы *Б.А. Путилова, Л.В. Лещинская, Е.В. Сагарова, О.П. Дунаева, О.А. Степеннова, Г.Б. Казьмина, Э.И. Михеева*

Художественный редактор *Б.Н. Тумин*

Художник переплета *В.А. Гозак-Хозек*

Технические редакторы *Т.Н. Тюрина, Г.В. Преображенская*

Корректор *З.Б. Драновская*

ИБ № 4031

ЛР № 010256 от 07.07.92

Набор выполнен в издательстве. Подписано в печать с оригинал-макета 27.07.95. Формат *70х100* 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 36,4. Усл. кр.-отт. 36,72. Уч.-изд. л. 32,12. Тираж 10300 экз. Заказ *1103*.

Энергоатомиздат. 113114. Москва М-114, Шлюзовая наб., 10.

Отпечатано в Московской типографии № 4 Комитета Российской Федерации по печати

129041, Москва, Б. Переяславская, 46.

ISBN 5-283-04086-0

© Авторы, 1995

К ЧИТАТЕЛЮ

Год 1995-й — особый для России и всех стран СНГ. 50 лет Победы в Великой Отечественной войне. Но мир отметил и печальную дату: 50 лет назад человечество было потрясено известием об атомной трагедии Хиросимы и Нагасаки.

Применение США в августе 1945 г. нового, страшного, огромной мощности ядерного оружия заставило руководство СССР принять все меры к ликвидации монополии на этот вид вооружения. Постановлениями Государственного комитета обороны от 20 и 30 августа 1945 г. были образованы специальные правительственные органы для решения всех вопросов по созданию ядерного оружия.

Задача была полностью решена к августу 1949 г. — советская ядерная бомба была изготовлена и испытана.

В предлагаемой читателю книге показано, в каких сложных условиях и с какими трудностями проходили

освоение внутриядерной энергии атома и создание ядерного оружия в нашей стране.

В последнее время появилось много статей и даже книг, повествующих об истории создания советского ядерного оружия, но наряду с правдой они, к сожалению, содержат много неточностей, несуразиц и даже мифов. А людям нужна правда и только правда о том, как создавался и осваивался новый источник энергии, новый вид оружия.

Посоветовавшись с ветеранами отрасли, учеными и специалистами ядерной индустрии и заручившись финансовой поддержкой Конверсбанка (руководители В. В. Матвеев, Н. Г. Писемский), мы решили написать правдивую историю создания первой советской ядерной бомбы по имеющимся в архивах документам и воспоминаниям.

В результате появилась книга, предлагаемая читателю.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание советской ядерной бомбы по сложности научных, технических и инженерных задач — очень значительное, поистине уникальное событие, оказавшее влияние на баланс сил в мире.

История создания ядерного оружия представляется одним из самых драматичных и загадочных сюжетов XX столетия. Толчком к его разработке послужила вторая мировая война — жестокая война, унесшая более 50 миллионов жизней. В то же время появление нового, искусственно созданного источника энергии — это чудо человеческого разума, проявление пылливости и смелости ученых, сумевших овладеть тайнами природы.

Освоение ядерной энергии в военных целях началось в Англии, Германии, в широких масштабах продолжалось в США с привлечением крупнейших ученых Европы, эмигрировавших в Штаты из-за гонений фашистского режима в оккупированных западноевропейских странах.

В годы тяжелейших боев с гитлеровскими войсками советская разведка докладывала руководству страны о том, что в США ведутся в режиме строгой секретности (не только от противника — Германии, но и от союзника по коалиции — Совет-

ского Союза) работы по освоению ядерной энергии и созданию ядерной бомбы. В 1943 г. стало известно о том, что первый в мире ядерный исследовательский котел на управляемой цепной реакции деления ядер урана (потом его называли ядерным реактором) был запущен в США в декабре 1942 г. группой физиков и инженеров под руководством известного итальянского ученого, лауреата Нобелевской премии Энрико Ферми.

И вот в 1943 г. физику И. В. Курчатову было поручено собрать группу ученых и приступить к решению проблемы овладения ядерной энергией. Курчатов возглавил организованную им Лабораторию № 2, получившую название Лаборатории измерительных приборов Академии наук (ЛИПАН).

Эта работа по «атомной проблеме» (ее называли в разное время по-разному: и «урановым проектом», и «атомным проектом») начиналась не с нуля. До войны, развязанной Германией, ученые СССР вели, и весьма успешно, исследования в области ядерной физики, и только тяжелые испытания 1941-1945 гг. остановили работы по атомной проблеме и перевели их на военные рельсы. Массовое истребление людей фашистским режимом заставило многих талант-

ливых ученых трудиться над оружием возмездия.

Научно-исследовательские институты, такие как Радиевый институт Академии наук (РИАН), Ленинградский физико-технический институт (ЛФТИ), Институт химической физики в Ленинграде (ИХФ), Физический институт Академии наук в Москве (ФИАН), Физико-технический в Харькове (ХФТИ) и другие, имели хорошую базу для продвижения вперед в новой тогда отрасли науки.

В Радиевом институте работал в то время первый в Европе электромагнитный резонансный ускоритель заряженных частиц — циклотрон на энергию 4 МэВ.

Учеными ленинградских, московских, харьковского и других институтов были сделаны основополагающие открытия и выполнены расчеты по разветвленной цепной реакции деления ядер урана и условиям возникновения ядерного взрыва, по оценке его огромной разрушительной силы.

В 1933, 1936, 1938 и 1939 гг. в Ленинграде и других городах были проведены конференции с участием иностранных ученых; пятая конференция была намечена на конец 1941 г., но внезапное нападение Германии, большие для нас потери людей и территорий остановили все работы по ядерной физике. Все силы были переключены на нужды фронта.

Итак, получив в 1943 г. указание приступить к возобновлению работ по атомной проблеме, И. В. Курчатов начал собирать ученых и специалистов под свое крыло, в Лабораторию № 2, в ЛИПАН.

Руководство КПСС и Правительство оказывали помощь Курчатову, но эта помощь не была широкомасштабной — все силы отнимал фронт, и

только взрывы американских ядерных бомб в Хиросиме и Нагасаки в начале августа 1945 г. привели к тому, что уже 20 августа 1945 г. при Государственном комитете обороны (ГКО) СССР, руководимом И. В. Сталиным, был создан Специальный межведомственный комитет по вопросам решения атомной проблемы в военных целях под председательством Л. П. Берия. Тогда же было создано Первое главное управление (ПГУ) при Совете Народных Комиссаров СССР по текущим вопросам, связанным с решением задач по разработке ядерного оружия. Начальником ПГУ был назначен Б. Л. Ванников.

С этого времени, с созданием Спецкомитета и ПГУ, ученые начали получать поддержку и в полном смысле слова широкомасштабную помощь от государства. Руководители страны поняли, что без этого невозможно решить задачи освоения ядерной энергии и создания ядерного оружия.

Стала очевидной необходимость организации специализированной, невиданной ранее ядерной индустрии с вовлечением в этот процесс всех отраслей промышленности страны для изготовления самых разнообразных и совершенно новых видов специального оборудования, аппаратуры, материалов и крупномасштабного строительства атомных объектов, сооружений в разных регионах страны.

Именно организации работ по созданию ядерного оружия, включая организацию специального Центра по конструированию первой советской ядерной бомбы и ее испытанию на Семипалатинском полигоне в августе 1949 г. как завершающей стадии грандиозной эпопеи, и посвящена эта книга.

Создание ядерного оружия в нашей стране, не оправившейся еще

от страшных разрушений и потрясений, полученных за время изнурительной четырехлетней войны, явилось результатом усилий ученых, сумевших в довоенные годы, до июня 1941 г., подойти вплотную к постижению тайн атомного ядра, и, конечно, огромных усилий промышленности и всего народа. Ведь война с Германией и Японией только-только закончилась, и в этот тяжелый период «зализывания ран» восстановления руин пришлось отдать много сил, затратить значительные материальные средства на создание ядерного щита нашей Родины.

Этот трудовой подвиг в первые послевоенные годы оправдал себя. Создав собственное ядерное оружие как гарант стабильности и безопасности, наша Родина обеспечила паритет сил в мире.

История дальнейшего развития атомной промышленности, создания новых видов вооружений, ядерных бомб и снарядов, использования ядерной энергии на электростанциях, в надводных и подводных кораблях, в промышленности, в медицине, в биологии, космосе, науке еще ждет своих авторов.

В. Н. Михайлов, А. М. Петросьянц

АТОМИСТИКА И ЕЕ ШАГИ В ИСТОРИИ

А. М. Петросьянц

Овладение человечеством ядерной энергией — величайшее, ни с чем не соизмеримое достижение науки и техники XX в. Высвобождение внутриядерной энергии атома, проникновение в природные кладовые тайн вещества, атома превосходит все, что когда-либо ранее удавалось сделать людям. Новый источник энергии огромной мощности сулил богатейшие неопценимые возможности.

Человечество с древних времен искало новые источники энергии. К середине XX столетия были освоены почти все природные источники энергии, причем использование их в промышленных масштабах привело к значительному загрязнению отходами производства окружающей среды, особенно в крупных, промышленно развитых городах.

Для открытия такого вида энергии, как внутриядерная энергия атома, понадобились долгие годы упорной и самоотверженной работы ученых многих поколений и разных стран. Высвобождение внутриядерной энергии атома потребовало такого уровня развития науки, такого научно-технического оборудования, таких аппаратуры, химических материалов, такой высокой культуры и техники производства, которые смогли сложиться в мире только к середине XX столетия. Однако че-

ловечество должно было пройти долгий путь поисков, преодолеть множество препятствий, отвергнуть прежние представления о природе вещей.

Народы Азии и Африки в глубокой древности многое сделали для понимания природных явлений и основных законов природы.

Древние цивилизации Китая, Индии, Вавилона, Египта, Греции заложили фундамент, на котором возникло натурфилософское учение, теоретическое мышление, преобразующее мифологию в эпос и формирующее при этом основные принципы строения и превращения веществ.

Натурфилософские представления, возникшие в древнем мире, в строгом смысле теоретическим мышлением становятся только в Греции.

В Индии атомистическая точка зрения была окрашена спиритуалистической тенденцией одухотворения природы, чего нет в греческой атомистике, поскольку греки развивали материалистический атомизм.

Греческая форма атомизма плодотворно повлияла на развитие науки. Наиболее полно и в ясном изложении дошли до нас изустные и письменные работы древних греков. Древние греки одними из первых стали изучать природу с помощью методов (примитивных в нашем по-

нимании), сформулированных в их научных диспутах, лекциях. В Древней Греции человеческий разум осознавал свою силу, и именно тогда начали появляться систематические научные исследования.

Атомистика философов Древней Греции и Рима

Характерные черты естествознания того времени — это накопление эмпирического материала, попытки объяснить мир с помощью общих умозрительных гипотез и теорий, в которых предсказывалось, предвосхищалось немало позднейших научных открытий. К примеру, в ту эпоху зародились идеи об атомарном, дискретном строении материи.

Древние греки создали учение о материальной первооснове всех вещей, родоначальниками которого были Фалес Милетский (625—547 до н. э.), Анаксимандр (610—547 до н. э.), Анаксимен (585—525 до н. э.) и другие античные философы. С вершин нынешних знаний многое в их учении кажется наивным. Так, Фалес считал, что основой всего является вода. Анаксимандр усматривал такую основу в некоем «апейроне» — единой, вечной, бескачественной материи, а Анаксимен — в воздухе. Все они представляли первоначально существующего как нечто материальное.

Другой известный древнегреческий философ Гераклит Эфесский (530—470 до н. э.) считал основой основ огонь. Все вещи появляются из огня и снова в него возвращаются. Гераклит утверждал: «Мир единый, не создан никем из богов и никем из людей, а был, есть и будет вечно живым огнем, закономерно воспламеняющимся и закономерно угасающим».

Непосредственными предшественниками атомистов были Эмпе-

докл (490—430 до н. э.) и Анаксагор (500—428 до н. э.), они выдвинули концепцию элементов, из которых построена Вселенная.

По учению Эмпедокла такими материальными элементами являются огонь, воздух, вода и земля. Они вечны, неразрушимы, хотя и изменяются по числу и величине путем соединения и разделения. Эмпедокл утверждал: «Ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться». Эта мысль Эмпедокла очень близка к знакомому нам закону сохранения вещества, который играет такую фундаментальную роль в современной физике.

Анаксагор считал, что мир состоит из бесконечного множества частиц («семян») веществ и в результате их совокупного движения темный холодный воздух отделяется от светлого горячего эфира, а частицы соединяются с себе подобными. Так образуются материальные тела. Следует обратить внимание на высказывания Анаксагора об эфире. О нем впоследствии через ряд веков ученые будут вести длительные споры, дискуссии.

Ученые Древней Греции за свои смелые идеи и высказывания подвергались наказаниям и преследованиям. Так, Анаксагор был изгнан из Афин за утверждение о том, что вопреки укоренившимся верованиям солнце, луна, звезды являются лишь раскаленными камнями и не имеют божественной природы.

Философы Левкипп и его ученик Демокрит (460—370 до н. э.) стали основателями атомистической теории. По учению Левкиппа материя состоит из отдельных частиц — атомов, находящихся в пустом пространстве, и слишком мелких, чтобы их можно было увидеть в отдельности. Атомы

непрерывно движутся в пространстве и воздействуют друг на друга при помощи толчков и давления.

Более полно и стройно атомистическая теория была изложена великим древнегреческим философом-материалистом Демокритом. Хотя им было написано много сочинений по математике, физике, астрономии, медицине, филологии, теории музыки и др., но из многочисленных его сочинений до нас дошло только около 300 фрагментов.

В сочинениях Демокрита много сказано о душе, о человеческих отношениях, о мышлении, об этике и другом, но нас в данном случае интересуют только атомы, только материалистическое воззрение Демокрита.

Приведем некоторые принципиальные положения Демокрита, имеющие отношение к атомистической теории:

1. Ничто не возникает из ничего и ничего не переходит в ничто.

2. Материя состоит из бесконечного числа мельчайших, неделимых частиц — атомов.

3. Атомы вечны и неизменны, а все сложные тела, из них состоящие, изменчивы и преходящи.

4. Не существует ничего, кроме атомов и «чистого» пространства.

5. Атомы вечно движутся. Движение всегда присуще атомам и происходит в силу господства во Вселенной закона универсальной необходимости.

6. Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме.

7. Во Вселенной существует бесконечное множество миров. Наш мир один из них.

8. Различие между вещами связано с различием их атомов по числу, величине, форме...

Естественно-научное мировоззрение древних получило свое развитие

в трудах знаменитого философа того времени Аристотеля (384—322 до н. э.). В своем творчестве он охватил почти все существовавшие тогда отрасли знаний. Хотя Аристотель критиковал своего учителя философа-идеалиста Платона (427—347 до н. э.), он не был материалистом. Он признавал объективное существование материального мира и его познаваемость, но противопоставлял земной и небесный миры, верил и учил верить в существование божественных сил.

Аристотель считал, что все космические тела состоят из эфира, основного элемента природы, в котором изначально заложено совершенное движение по кругу.

Естественный путь познания природы, учил Аристотель, идет от менее известного и явного для нас к более явному и известному с точки зрения природы вещей. Он рассматривал такие общие понятия, как материя и движение, пространство и время, конечное и бесконечное.

В своей работе «Физика» Аристотель подробно разобрал взгляды своих предшественников — Анаксагора, Левкиппа, Демокрита и др. Он резко критиковал воззрения атомистов, признающих существование бесчисленного множества атомов и миров. По Аристотелю реальный мир конечен, ограничен и построен из «конечного числа» элементов. Понятие пустоты по Аристотелю противоречит действительности. Бесконечное разреженное пустое пространство ведет к бесконечному движению, а это, по мнению Аристотеля, невозможно.

«Канонизированное» учение Аристотеля в средние века надолго задержало развитие атомистических воззрений. И все же учение об атомах, атомистика, пройдя через многие

века, выдержало ожесточенную борьбу и дошло до наших дней с более глубокими представлениями об атоме, полученными в результате огромного числа физико-химических экспериментов и исследований по физике атома.

В Древнем Риме поэт и философ Тит Лукреций Кар (99—55 до н. э.) в своей знаменитой поэме «О природе вещей» изложил атомистическое учение греческого философа Эпикура.

Представитель афинской школы Эпикур (341—270 до н. э.), а за ним Лукреций пытались существованием атомов объяснить все естественные и социальные явления. Лукреций рисует модель движения атомов, уподобляя его движению пылинки в солнечном луче в темной комнате. Это по существу одно из первых в истории естественных наук описание молекулярного движения. Созданная древними философами теория атомов совпадает с современными концепциями только в самых общих чертах.

Гениальные догадки философов-материалистов, атомистов Древней Греции и Рима предопределили рождение современной атомистической теории — физики атома, ядерной физики. Мы и сегодня поражаемся изумительным научным догадкам и идеям древних философов, основанным только на чисто умозрительных предположениях почти без всяких экспериментальных подтверждений. Это лишний раз доказывает, что возможностям человеческого разума нет пределов. Экскурсом в древность мы хотели подчеркнуть, что толчком к поискам энергии атомного ядра явился вывод древнегреческих и других древних философов о том, что материя состоит из бесконечного числа мельчайших неделимых частиц — атомов.

Наука XIX и XX вв., непрерывно обогащаясь новыми знаниями и идеями, подтверждаемыми научными экспериментами и теориями, продвигалась вперед к познанию атома. Движение к высвобождению внутриядерной энергии сопровождалось длительным, многовековым накоплением знаний во многих отраслях науки.

Атомистика в период до XVII в.

В период средневековья атомистика переживала тяжелые времена. В средние века господствовали схоластика, теология и открытия в науке были спорадическими. И в те времена люди немало сделали, продвигаясь к вершинам познания, но все же такого расцвета, как в Древней Греции и Риме, в странах Западной Европы не наблюдалось.

Средневековый Восток имел более широкие, чем Западная Европа, связи со многими близкими и дальними странами, что способствовало развитию геометрии, алгебры, тригонометрии, медицины и других наук. Так, труды Аристотеля, Птолемея и других пришли в Европу в переводах с арабского. Арабы были как бы связующим звеном между античной и средневековой культурой и наукой.

В 1121 г. в Средней Азии появился курс физики Аль-Хазини, в котором были таблицы удельных весов ряда твердых и жидких тел. Много сделал хорезмский ученый Бируни (973—1048) в опытах по определению удельной массы веществ. В Бухаре жил знаменитый ученый философ Абу Али Ибн Сина (Авиценна). В своих работах он, последователь учения Аристотеля и позднее неоплатонизма, проповедовал вечность материи.

В середине XV в. в экономическом, политическом и культурном развитии

Европы начинают отчетливо проступать новые, самобытные черты.

Николай Коперник (1473—1543) сломал общепризнанную до того концепцию мироздания, по которой Земля считалась неподвижной по отношению к Солнцу. Коперник отбросил геоцентрическую систему Птолемея и создал гелиоцентрическую систему мироздания. Возникнув в астрономии, она распространилась и на физику, дав новый импульс развитию атомистических идей. Атомы неощутимы, считал Коперник, несколько атомов не составляют видимого тела. И все же число этих частиц можно так умножить, что их будет достаточно для слияния в заметное тело. Коперник вплотную подошел к материалистической атомистике. В эпоху Возрождения физические наблюдения и опыты еще не носили систематического характера, хотя и были достаточно широко развиты.

Началу использования в физике экспериментального метода положил Галилео Галилей (1564—1642), итальянский физик, механик, астроном, один из основателей естествознания. Его влияние на развитие механики, оптики, астрономии неопределимо. Основа мировоззрения Галилея — признание объективного существования мира, т. е. существования вне и независимо от человеческого сознания. Галилей считал, что мир бесконечен, материя вечна. Материя состоит из абсолютно неделимых атомов, ее движение — единственное, универсальное механическое перемещение. Галилей экспериментально подтвердил ряд гипотез древних философов об атомах. В своих трудах он поддержал гелиоцентрическую систему мироздания, за что жестоко пострадал от католической инквизиции.

Научная деятельность Галилея, его огромной важности открытия, науч-

ная смелость имели решающее значение для утверждения гелиоцентрической системы мира.

*
* *

Научные открытия и наследие великого английского ученого Исаака Ньютона (1643—1727) относятся к трем основным областям: математике, механике и астрономии. Ньютон вошел в историю как подлинный корифей науки, его основные труды и сейчас не утратили своего значения, хотя время и вносит коррективы в некоторые их разделы. Первый ошутимый удар по учению Ньютона нанесла теория электромагнитного поля Дж. Максвелла (1831—1879), основателя классической электродинамики и статистической физики. Утверждение современной физики было подготовлено открытием рентгеновских лучей, радиоактивности элементов и их взаимных превращений, теорией относительности Эйнштейна, квантовой теорией и др. И все же это ни в коей мере не умаляет огромного значения для науки классических работ И. Ньютона.

Физика в XVIII и XIX вв.

В XVIII и XIX вв. классическая физика вступила в период, когда многие ее положения стали подвергаться серьезному переосмыслению. В 1746 г. М. В. Ломоносов (1711—1765) писал: «Мы живем в такое время, в которое науки после своего возобновления в Европе возрастают и к совершенству приходят».

Михаил Ломоносов — первый русский профессор химии, автор первого русского курса физической химии. В области физики он оставил нам ряд важных работ по кинетической теории газов, теории теплоты, оптике и др. Рассматривая основу химических

явлений, Ломоносов на базе атомно-молекулярных представлений развивал учение о «нечувствительных» (т. е. неощутимых) частицах материи — «корпускулах» (молекулах). Он полагал, что всем свойствам вещества можно дать исчерпывающее объяснение с помощью представления о различных чисто механических движениях корпускул, состоящих из атомов. Он утверждал, что химическая теория должна строиться на законах механики и математики.

В химических работах Ломоносова важную роль играет атомистика, она — краеугольный камень его научного мышления. Ломоносов дал свою формулировку принципа сохранения материи и движения: «... все переменны, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому... Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения, ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оныя у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает...»

Введение понятия «корпускулы» наряду с понятием «элемента» (атома) означало признание того, что определенная совокупность атомов создает новое единство, действующее как целое, некий новый качественный «узел». Это была перспективная идея, ибо только через естествознание человечество могло прийти к идее развития, образования сложных форм вещества из соединения простых.

Самый характер соединения Ломоносов мыслил не как простое сложение составных элементов. Он подчеркивал, что природа новых образований зависит не только от того, какие элементы входят в эти образования (корпускулы), но и от того,

каков характер связи между элементами. Ломоносов, приняв гипотезу о вращательном движении молекул-корпускул, вывел ряд следствий:

1. Частицы-корпускулы имеют шарообразную форму.

2. При более быстром вращении частиц теплота увеличивается, а при более медленном — уменьшается.

3. Горячее тело должно охлаждаться при соприкосновении с холодным, и, наоборот, холодные тела должны нагреваться вследствие ускорения движения при соприкосновении.

Ломоносов критиковал теорию теплорода (или флогистона — не имеющей массы невесомой жидкости), которую он считал возвратом к представлениям древних об элементарном огне.

По мысли Ломоносова, упругость газов (воздуха) является свойством коллектива атомов. Сами атомы «должны быть телесными и иметь продолжение», форма их «весьма близка» к шарообразной.

Воззрения на теплоту как форму движения мельчайших «нечувствительных» частиц высказывались еще в XVI в. Бэконом, Декартом, Ньютоном, Гуком. Эту же идею разрабатывал и М. Ломоносов, однако он оставался почти в одиночестве, так как многие его современники были сторонниками концепции «теплорода». И только позднее Дэви и затем Юнг и Мор доказали, что теплота является формой движения и что следует рассматривать теплоту как колебательное движение частиц материи. Последующими работами Майера, Джоуля, Гельмгольца был установлен закон сохранения и превращения энергии.

Атомно-молекулярное учение о материи лежало в основе многих физических и химических исследо-

ваний на всем протяжении истории науки. Со времени Бойля оно стало служить химии и было положено Ломоносовым в основу учения о химических превращениях.

Итальянский ученый Э. Торричелли (1608—1647) доказал существование атмосферного давления. Французский математик и физик Б. Паскаль (1623—1662) открыл закон: давление, производимое на поверхность жидкости внешними силами, передается жидкостью одинаково во всех направлениях.

Вместе с Г. Галилеем и С. Стевиным Блез Паскаль считается основоположником классической гидростатики. Он указал на общность основных законов равновесия жидкостей и газов. В 1703 г. немецкий ученый Г. Шталь (1659—1734) сформулировал теорию, точнее, гипотезу о природе горючести в веществах.

Английский ученый Р. Бойль (1627—1691) ввел в химию атомистику, это дало основание Ф. Энгельсу сказать о работах Бойля: «Бойль делает из химии науку»*. Голландец Х. Гюйгенс (1629—1695) вошел в историю науки как создатель подтвержденного экспериментами первого научного труда по волновой оптике — «Трактата о свете»; он был первым физиком, исследовавшим поляризацию света.

Наука о тепле потребовала точных температурных измерений. Появились термометры с постоянными точками отсчета: Фаренгейта, Делиля, Ломоносова, Реомюра, Цельсия.

А. Лавуазье (1743—1794) разработал в 1780 г. кислородную теорию, выявил сложный состав воздуха. Объяснил горение, тем самым доказав несостоятельность теории флогистона,

на, который и М. В. Ломоносов исключал из числа химических элементов.

Работавший в Петербургской академии наук Л. Эйлер (1707—1783) установил закон сохранения момента количества движения, развил волновую теорию света, определил уравнения вращательного движения твердого тела.

Американский ученый Б. Франклин (1706—1790) разработал теорию положительного и отрицательного электричества, доказал электрическую природу молнии.

Английский физик Г. Кавендиш (1731—1810) и независимо от него французский физик Ш. Кулон (1736—1806) открыли закон электрических взаимодействий.

Итальянский ученый А. Вольта (1745—1827) сконструировал первый источник постоянного тока («вольтов столб») и установил связь между количеством электричества, емкостью и напряжением. Одним из первых трудов, посвященных описанию нового источника постоянного тока, была выпущенная в 1803 г. книга русского ученого В. Петрова «Сообщение о гальвано-вольтовых опытах».

Начало практическим исследованиям электромагнетизма положили работы датчанина Х. Эрстеда, француза А. Ампера, русских ученых Д. М. Велланского и Э. Ленца, англичанина М. Фарадея, немецкого физика Г. Ома и др.

Крупнейший немецкий ученый Г. Гельмгольц (1821—1894) распространил закон сохранения энергии с механических и тепловых процессов на явления электрические, магнитные и оптические. Им был установлен ряд законов, касающихся газов, заложены основы кинетической теории газов, термодинамики, открыты

*Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т.20. С. 501.

инфракрасные и ультрафиолетовые лучи.

М. Фарадей (1791–1867) — английский физик, химик и физико-химик, основоположник учения об электромагнитном поле, электромагнитной индукции — открыл количественные законы электролиза.

В 1803 г. английский физик и химик Дж. Дальтон (1766–1844) опубликовал основополагающие работы по химической атомистике, вывел закон кратных отношений. Дальтон ввел в науку, в частности в химию, понятие атомного веса (атомной массы), приняв за единицу вес водорода. По Дальтону, атом — мельчайшая частица химического элемента, отличающаяся от атомов других элементов своей массой. Он открыл явление диффузии газов (кстати, явление, которым примерно через сто лет воспользовались для получения высокообогащенного урана при создании ядерных бомб).

В XVII–XIX вв. атомы считались абсолютно неделимыми и неизменными частицами материи. Атомистика в значительной мере носила все еще абстрактный характер. В XIX в. большой вклад в разработку научной базы атомистики внесли такие ученые, как Максвелл, Клаузиус, Больцман, Гиббс и др.

В недрах химической науки родилась гипотеза о строении всех атомов из атомов водорода. Именно химико-физики ближе всех подошли к пониманию физического смысла идей атомистики. Они постепенно приближались к выяснению природы атомизма, а последующие поколения ученых — к пониманию действительного строения атома и его ядра.

Предыстория познания атомного ядра начинается в 1869 г. с гениального открытия Д. И. Менделеевым периодического закона химических

элементов. Д. И. Менделеев (1834–1907) был первым, кто попытался классифицировать все элементы, и именно ему мы обязаны нынешним видом Периодической системы. Пытаясь охватить все элементы, он вынужден был заключить, что некоторые места Периодической системы элементов (теперь носящей его имя) не заполнены. Исходя из положения в таблице и свойств химических элементов, соседствующих с ними в периодах и группах, он предсказал химические свойства трех отсутствовавших тогда элементов. Примерно через 10 лет эти элементы (галлий, скандий и германий) были открыты и заняли свои места в таблице Менделеева.

Периодический закон стал как бы последней инстанцией, выносящей окончательный приговор соотношению между химическим эквивалентом и атомной массой. Так, первоначально бериллий считался трехвалентным с атомной массой 13,5, а индий — двухвалентным с атомной массой 75,2, а благодаря их положению в таблице были проведены тщательные проверки и уточненные атомные массы стали равными 9 и 112,8 соответственно. Урану сначала приписывали атомную массу, равную 60, затем исправили на 120, однако периодический закон показал, что значение атомной массы урана 240.

Периодическая система элементов стала в конце прошлого века памятником упорству, труду и аккуратности в экспериментальной работе. В Периодической системе Менделеева нашли отражение сложность структуры атома и значимость ранее неизвестных основных характеристик атомного ядра — его массового числа A и порядкового номера Z . В течение всей последующей истории ядерной физики периодический за-

кон Менделеева, обогащенный новыми открытиями, служил путеводной нитью исследований. Именно с конца XIX в. подход к изучению атома стал действительно научным, имеющим экспериментальную основу.

Никто из естествоиспытателей той эпохи не проник так глубоко в понимание взаимосвязи между атомами и молекулами, как Д. И. Менделеев. В 1894 г., когда еще не была ясна модель не только атома, но и молекулы, Менделеев выдвинул гипотезу о строении атома и молекулы. Положив в основу признание существования атомов и молекул, связи между материей и движением, он высказал мысль, что атомы можно представить себе как бесконечно малую Солнечную систему, находящуюся в непрерывном движении. Неизменность атомов, подчеркивал Менделеев, не дает исследователю никакого основания считать их «неподвижными» и «недейтельными в их внутренней сущности», атомы подвижны.

Менделеев показал, что развитие науки невозможно, если отказаться от признания объективной реальности атомов. Он подчеркивал глубокую внутреннюю связь между атомистическими воззрениями древних (Демокрита) и материалистической философией. Развитие классического учения Демокрита составило, по Менделееву, основу материализма.

Спустя почти 30 лет после появления Периодической системы Менделеева начала свое победное шествие новая наука — ядерная физика. А примерно 60 лет спустя американские ученые Г. Сиборг и другие, синтезировавшие в 1955 г. элемент 101, дали ему название «менделевий», как они выразились «... в знак признания приоритета великого русского химика Дмитрия Менделеева, который

первым использовал Периодическую систему элементов для предсказания химических свойств тогда еще не открытых элементов. Этот принцип явился ключевым при открытии почти всех трансурановых элементов».

В 1964 г. имя Д. И. Менделеева занесено на Доску почета науки Бриджпортского университета (штат Коннектикут, США) в числе имен величайших ученых мира.

Д. И. Менделеев при жизни был известен во многих странах, получил свыше 150 дипломов и почетных званий от русских и зарубежных академий, ученых обществ и учебных заведений.

Атомистика конца XIX — начала XX в.

Гениальные догадки древних ученых о том, что все вещества состоят из атомов, к концу XIX в. полностью подтвердились. К тому времени также было установлено, что атом как единица любого вещества неделим (само слово «атом» по-гречески означает «неделимый»).

С открытия А. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивности берет свое начало новый раздел физики — ядерная физика. С этого момента, собственно, и начинается непосредственно история исследования атомной энергии.

Немецкий физик В. Рентген (1845—1923) открыл в 1895 г. излучение, названное им X-лучами (впоследствии они получили название рентгеновских лучей, или рентгеновского излучения). Он создал первые рентгеновские трубки и сделал анализ некоторых свойств открытого им излучения. Это открытие и последующие исследования сыграли важную роль в изучении строения атома, структуры вещества.

Рентгеновское излучение нашло широкое применение в медицине, технике, в различных областях науки.

24 февраля 1896 г. французский физик А. Беккерель (1852—1908) на заседании Парижской Академии наук докладывал: «Фотографическую пластинку Люмьера обертывают двумя листами очень плотной черной бумаги... На верхний лист бумаги кладут какое-либо люминесцирующее вещество (бисульфат урана и калия), а затем все это выставляется на несколько часов на солнце. При проявлении фотопластинок на черном фоне появляется силуэт люминесцирующего вещества». Позднее А. Беккерель убедился в том, что нет необходимости выставлять фотопластинку на солнце, и более того, если урановое соединение в течение многих месяцев находится в темноте, то процесс проявления все равно происходит. При этом у физиков возник вопрос, откуда же черпается энергия, хотя и очень небольшая, но непрерывно выделяющаяся из урановых соединений в виде ионизирующего излучения?

Открытие радиоактивности урана Беккерелем невозможно переоценить, хотя важность этого открытия поняли не сразу. В тот период физики были полностью поглощены работами по изучению свойств рентгеновского излучения, и потому высказывались предположения, что явление радиоактивности сродни рентгеновскому излучению. Но рентгеновское излучение возникает при электрическом разряде, происходящем в сильно разреженном газе, независимо от природы газа, независимо от вещества, из которого сделаны электроды. Радиоактивность же солей урана, обнаруженная Беккерелем, не требует электрического на-

пряжения — ни большого, ни малого. Не нужен и разреженный газ. Рентгеновское излучение возникает только в присутствии электрического разряда, излучение, открытое Беккерелем, — всегда, непрерывно, и его излучает только уран.

Но только ли уран? Этот вопрос и был поставлен Марией Склодовской-Кюри. Таким образом, был открыт новый этап исследований, который провели супруги Кюри.

Мария Кюри воспользовалась наблюдением Беккереля, что под влиянием излучения, испускаемого ураном, воздух становится проводником электричества. Это упростило поиск веществ, которые испускают так называемые беккерелевы лучи. М. Кюри натолкнулась на удивительный факт: урановая смолка — руда, из которой добывают металлический уран, испускает беккерелевы лучи с гораздо большей интенсивностью, чем чистый уран. В результате супруги Кюри открыли два новых радиоактивных вещества, которые они назвали полонием и радием.

Всем веществам, которые способны излучать лучи Беккереля, Мария Кюри дала общее название — радиоактивные (что означает способные испускать лучи).

С помощью метода скитилляций, камеры Вильсона, ионизационной камеры и другой аппаратуры Марии и Пьеру Кюри, Резерфорду, Содди, Вилларду и другим ученым либо независимо, либо совместно удалось обнаружить и изучить три типа лучей Беккереля, испускаемых ураном. Каждый из них получил свое название: альфа, бета, гамма. Альфа-лучами называли те лучи, которые магнитным полем отклоняются слабо и представляют собой поток положительно заряженных частиц. Бета-лучами называли лучи, которые

магнитным полем отклоняются сравнительно сильно и представляют собой поток электронов, т. е. отрицательно заряженных частиц. Гамма-лучами называли лучи, которые магнитным полем не отклоняются во все.

Немецкий физик Г. Герц (1887–1975) осуществил классические исследования столкновений электронов с атомами и молекулами газа. Он доказал существование дискретных уровней энергии атома, выполнил ряд исследований в области электронной эмиссии, диффузии и разряда в газе, ультразвука, полупроводников, физики плазмы.

Герц разрабатывал диффузионный метод разделения изотопов в СССР, в Сухуми, в 1945–1954 гг. В 1951 г. был удостоен Государственной премии СССР за научно-техническую помощь при освоении диффузионного метода разделения изотопов урана.

*
* *

Успехи физики XIX в. позволили существенно продвинуться в создании целостной системы, объединяющей механику Ньютона и электродинамику Максвелла и Лоренца. Теория электромагнитного поля, созданная Максвеллом, вошла в историю науки наряду с такими фундаментальными обобщениями, как ньютонова механика, квантовая механика. Процесс коренного преобразования физики подготавливался научными открытиями конца XIX в., сделанными В. Рентгеном (рентгеновские лучи, 1895 г.), А. Беккерелем (естественная радиоактивность урана, 1896 г.), Дж. Томсоном (открытие электрона, 1897 г., первая модель строения атома), М. Склодовской-Кюри (радиоактивные элементы — полоний и радий, 1898 г.), М. Планком (теория квантов, 1900 г.) и др. Выполненные

к началу XX в. работы химиков и физиков, теоретиков и экспериментаторов, вплотную приблизили науку об атоме к проблеме высвобождения ядерной энергии атома.

В этот научный подвиг, как уже отмечалось, немалый вклад внесли русские ученые, обогатившие многие разделы науки: М. В. Остроградский (1801–1862), П. Л. Чебышев (1821–1894), Н. И. Лобачевский (1792–1856), А. М. Ляпунов (1857–1918), В. В. Петров (1761–1834), Э. Х. Ленц (1804–1865), А. Г. Столетов (1839–1896), В. С. Попов (1859–1906), Н. А. Умов (1846–1915), Б. С. Якоби (1801–1874), П. Н. Лебедев (1866–1912), П. П. Лазарев (1878–1942), В. К. Аркадьев (1884–1953), Т. П. Кравец (1876–1955) и многие другие. Без их работ были бы немислимы научные достижения, о которых говорится в этой книге.

Атомистика первой половины XX в.

Исследования по радиоактивности стали проводиться в России почти сразу после открытия Беккереля. Ученые И. И. Боргман (1900 г.) и А. П. Афанасьев исследовали свойства радиоактивного излучения, в частности лечебные свойства целебных грязей. В. К. Лебединский (1902 г.) и И. А. Леонтьев (1903 г.) изучали влияние радиоактивности на искровые разряды и определили одними из первых природу гамма-лучей. Н. А. Орлов исследовал действие радия на металлы, парафин, легкоплавкие органические вещества. Кроме Петербургского университета такого рода работы велись в Медицинской академии, в университетах Новороссийска, Харькова и других городов. Важные результаты в этой области были получены В. А. Бородовским, Г. Н. Ан-

тоновым, Л. С. Коловрат-Червинским.

В. А. Бородовский, закончив физико-математический факультет Юрьевского университета в 1902 г., работал с 1908 г. в Англии в лаборатории Кенсингтона, а затем в лаборатории Кавендиша (Кембридж). Им написана работа «Поглощение бета-лучей радия», он одним из первых установил наличие радия в ферганской радиоактивной руде. Именно из нее в 1921 г. В. Г. Хлопин получил отечественный препарат радия.

Г. Н. Антонов работал несколько лет в лаборатории Резерфорда. В 1911 г. он открыл уран V. Среди ученых были сомнения. Тогда Резерфорд по рекомендации Содди передал Антонову 60 г ураннитрата, с помощью которого в России Антонов доказал свою правоту. «Уран превращается одновременно в два продукта, — докладывал Антонов на заседании Российского физико-химического общества (РФХО), — в уран X и в меньшем количестве в уран V».

Результаты работ Л. С. Коловрат-Червинского по радиоактивности имели большое научное значение. С 1906 г. он в течение пяти лет работал в лаборатории М. Кюри, провел эксперименты по исследованию бета-лучей и составил «Таблицы констант радиоактивных веществ». Его работы нашли отражение в монографии Марии Кюри и в книге Резерфорда «Радиоактивные вещества и их излучение». Коловрат-Червинским было написано около 250 научных трудов. Он был одним из первых крупных ученых дореволюционной России, который после Октябрьской революции развернул в нашей стране работы по радиологии. Смерть в 1921 г. в возрасте 49 лет прервала его работу в Государственном рентгенологическом и радиологическом институте.

В 1910 г. в Одессе была создана радиологическая лаборатория, в Томске спустя некоторое время была организована аналогичная лаборатория.

После 1917 г. был создан Радиевый институт под руководством В. И. Вернадского, заместителем которого стал В. Г. Хлопин. В послереволюционные годы было создано радиовое производство на базе отечественных месторождений.

Без участия в этих работах русских ученых-радиологов всех направлений не было бы базы для создания отечественной радиевой промышленности и развития советской радиологии, а в будущем советской атомной науки и промышленности.

История высвобождения и использования внутриядерной энергии атома не могла идти самостоятельным, каким-то отдельным путем, это история развития многих наук, прежде всего физики и химии.

В открытии и высвобождении внутриядерной энергии атома приняли участие ученые многих стран мира, разных национальностей и разнообразных профессий. Этот невиданный ранее источник энергии, скрывающийся в недрах атома, принадлежит всему человечеству.

В 1900 г. немецкий физик-теоретик М. Планк (1858—1947) ввел новую универсальную постоянную, названную им элементарным квантом действия. Введя понятие кванта энергии, он сформулировал квантовую гипотезу, положив тем самым начало квантовой теории, или, коротко, атомизации действия. В первые годы эта теория не имела «шумного успеха», пока ее не применил А. Эйнштейн и не показал ее незаменимость для понимания явлений, происходящих в микромире.

В 1910—1914 гг. А. Эйнштейн (1879—1955) создал общую теорию

относительности, в которой сформулировал новый подход к проблеме пространства и времени. Принцип относительности Эйнштейна — закон такой же абсолютной силы и значения, как и закон сохранения энергии. Тема нашей книги и ее объем не позволяют достаточно подробно остановиться на идеях и научных изысканиях Альберта Эйнштейна, скажем только, что о нем написано множество книг, исследователи науки и физики до сих пор трактуют его идеи. Эйнштейн был вынужден эмигрировать из Германии и отказаться от немецкого гражданства. Он уехал в 1932 г. из гитлеровской Германии, стал эмигрантом, переселился в США и приступил к работе в Принстоне в Институте высших исследований. Принимал участие в антивоенном движении, выступал против фашизма.

Но фашизм наступал. Гитлеровская Германия в марте 1938 г. захватила Австрию, в марте 1939 г. аннексировала Чехословакию.

Великобритания и Франция шли на уступки территориальным притязаниям гитлеровского правительства, надеясь этим удовлетворить поползновения гитлеровской Германии и направить ее военную силу против СССР.

Общественность всех стран чувствовала, что мировая война становится неизбежной. Ученые США, в частности, понимали, к каким тяжелым последствиям она может привести, поскольку гитлеровская Германия обладала очень сильным научным и техническим потенциалом. Немецкие ученые вплотную подошли к возможности применения внутриядерной энергии атомов урана в военных целях. Именно в Германии впервые было осуществлено деление ядер урана. Вот почему ученые —

физики-эмигранты, и среди них Сцилард и Теллер, — убеждали Альберта Эйнштейна обратиться к президенту Соединенных Штатов Ф. Рузвельту с предложением развернуть в США работы по созданию ядерного оружия, ядерной бомбы, с тем чтобы опередить Германию.

После длительных размышлений и внутренней борьбы Эйнштейн предложил начать работы по созданию ядерной бомбы, хотя по натуре своей он был убежденным пацифистом.

2 августа 1939 г. Альберт Эйнштейн направил письмо президенту США Франклину Делано Рузвельту.

Ф. Д. Рузвельту
Президенту Соединенных Штатов
Белый дом, Вашингтон

Сэр!

Некоторые недавние работы Ферми и Сциларда, прочитанные мной в рукописи, заставляют меня ожидать, что уран может быть в ближайшем будущем превращен в новый и важный источник энергии. Некоторые аспекты возникшей ситуации, по-видимому, требуют бдительности и, при необходимости, быстрых действий со стороны правительства. Я считаю своим долгом обратить Ваше внимание на следующие факты и рекомендации.

В течение последних четырех месяцев благодаря работам Жоллио во Франции, а также Ферми и Сциларда в Америке стало реальным получение ядерной реакции при больших количествах урана, вследствие чего можно освободить значительную энергию и получить большие количества радиоактивных элементов. Можно считать почти достоверным, что это будет достигнуто в ближайшем будущем. В свою очередь это может способствовать созданию

бомб, возможно, исключительно мощных бомб нового типа. Одна бомба этого типа, доставленная на корабле и взорванная в порту, полностью разрушит весь порт с прилегающей к нему территорией. Такие бомбы могут оказаться слишком тяжелыми для воздушной перевозки.

Соединенные Штаты обладают малым количеством урана. Ценные месторождения его находятся в Канаде и Чехословакии. Серьезные источники — в Бельгийском Конго. Ввиду этого было бы желательным установление постоянного контакта между правительством и группой физиков, исследующих в Америке проблемы цепной реакции.

Для такого контакта Вы могли бы уполномочить лицо, пользующееся Вашим доверием, неофициально выполнять следующие обязанности:

а) поддерживать связь с правительственными учреждениями, информировать их об исследованиях и давать им необходимые рекомендации, в особенности в части обеспечения Соединенных Штатов ураном;

б) содействовать ускорению экспериментальных работ, ведущихся сейчас за счет внутренних средств университетских лабораторий, путем привлечения частных лиц и промышленных лабораторий, обладающих нужным оборудованием.

Мне известно, что Германия в настоящее время прекратила продажу урана из захваченных чехословацких рудников.

Необходимость таких шагов, быть может, станет понятна, если учесть, что сын заместителя германского министра иностранных дел фон Вайцзеккер прикомандирован к Физическому институту Общества кайзера Вильгельма в Берлине, где в

настоящее время повторяются американские работы по урану.

Искренне Ваш
Альберт Эйнштейн
Олд Гров Ред, Нассау-Пойнт-
Пеконик, Лонг Айленд
2 августа 1939 г.

В интервью японской газете в 1951 г. А. Эйнштейн так объяснил свою роль в создании ядерной бомбы:

«Мое участие в создании ядерной бомбы состояло в одном-единственном поступке, я подписал письмо президенту Рузвельту, в котором подчеркивал необходимость проведения в крупных масштабах экспериментов по изучению возможности создания ядерной бомбы. Я полностью отдавал себе отчет в том, какую опасность для человечества означает успех этого мероприятия. Однако вероятность того, что над той же самой проблемой с надеждой на успех могла работать и нацистская Германия, заставила меня решиться на этот шаг.

Я не имел другого выбора, хотя я всегда был убежденным пацифистом...»

История показала, что А. Эйнштейн был прав, опасаясь нацистской Германии. Нам остается к этому добавить, что появление ядерного оружия и в СССР помогло стабилизировать политическую обстановку в Европе и во всем мире.

Письмо А. Эйнштейна не сразу привело к действиям администрации США.

Рузвельт распорядился о создании Консультативного комитета по урану в тот же день, когда ответил на письмо Эйнштейна, но решение о развертывании крупномасштабной программы создания ядерного оружия было принято только в октябре 1941 г., после получения сведений о

работе англичан в этом направлении.

Нападение японских военно-воздушных сил на Пирл-Харбор 8 декабря 1941 г. привело к тому, что США объявили войну Японии, Германии и Италии. После вступления США в войну программа создания ядерной бомбы перешла из стадии научных исследований в стадию практических разработок.

В середине 1942 г. администрация США поняла, что «...несколько килограммов урана-235 или плутония-239 представляют собой взрывчатку, эквивалентную по своей мощи нескольким тысячам тонн обычных взрывчатых веществ» (из доклада В. Буша 17 июня 1942 г. президенту США Ф. Д. Рузвельту).

В результате указаний президента США 13 августа 1942 г. был создан специальный округ инженерных войск под названием Манхэттенский в Лос-Аламосе, штат Нью-Мексико, в пустыне, недалеко от Санта-Фэ. Руководителем Манхэттенского проекта был назначен бригадный генерал инженерных войск Л. Гровс, а научным руководителем — физик-теоретик Юлиус Роберт Оппенгеймер.

С этого времени началась работа огромного масштаба, поглотившая колоссальные средства, материальные ресурсы, человеческие усилия и приведшая к созданию ядерной бомбы невиданной мощи в июле 1945 г.

Но вернемся к истокам освоения нового источника энергии.

В 1911 г. Э. Резерфорд (1871–1937) сделал в Манчестере доклад «Рассеяние альфа- и бета-лучей и строение атома». Х. Гейгер и Э. Марсден провели экспериментальную проверку идеи Резерфорда о строении атома. Они подтвердили существование ядра атома как устойчивой его части, несущей в себе почти всю массу ато-

ма и обладающей положительным зарядом.

В 1913 г. Н. Бор (1885–1962) опубликовал серию статей «О строении атомов и молекул», открывших путь к атомной квантовой механике. Примерно в это же время начались, как известно, первые трудности электромагнитной концепции микромира. Уже квантовая механика несла в себе совершенно новые взгляды на микропроцессы. Так, в основу многих уравнений квантовой механики входило значение массы микрочастиц, а открытие спина (от английского spin — вращение), т. е. собственного момента количества движения, у электрона С. Гаудсмитом и Дж. Уленбеком (1925 г.) и выдвижение принципа запрета В. Паули (1925 г.) противоречили существовавшим представлениям в физике. Но наиболее важной оказалась гипотеза нейтрино, выдвинутая в 1931 г. Паули с целью объяснения кажущихся аномалий в энергетическом распределении электронов, вылетающих при бета-распаде. Нейтрино было четвертой элементарной частицей (после электрона, фотона и протона), с которой столкнулась физика того времени.

В. Паули предположил, что при бета-распаде из ядра вылетает не одна частица — электрон (как предполагалось ранее), а две — электрон и частица, названная Паули нейтрино.

На основе опытов Дж. Аллена, выполненных 10 лет спустя, в 1942 г. было установлено, что нейтрино имеет массу покоя, значительно меньшую ($1/30$) массы электрона, и полностью лишено электрического заряда и магнитного момента.

Если природа трех ранее открытых элементарных частиц (электрона, фотона и протона) могла считаться электромагнитной, то в отношении нейтрино сказать это было почти

невозможно. Однако до 1932 г. электромагнитная теория господствовала. Решающим шагом в признании новой физической идеи стало открытие Чедвиком (1932 г.) пятой частицы — нейтрона.

История открытия нейтрона достаточно поучительна. Еще в 1920 г. Резерфорд выдвинул предположение о существовании нейтральной частицы. В 1930 г. В. Боте и Г. Бекер сообщили о проникающем излучении, появляющемся при бомбардировке альфа-частицами ядер легких элементов. Особенно значительный эффект получался при бомбардировке бериллия. В качестве детектора излучения был использован счетчик Гейгера. Боте и Бекер предположили, что наблюдаемое излучение представляет собой поток гамма-квантов высокой энергии.

Почти одновременно с этими немецкими учеными Ирен и Фредерик Жолио-Кюри повторили их опыты, используя источник полония большой активности. Детектором служила ионизационная камера. Используя разные экраны, они убедились в «сверхпроникающей» способности исследуемого излучения. Помещая на пути потока частиц экраны из водородсодержащих веществ (парафина в том числе), они ожидали, что поток уменьшится, но он даже увеличился. Ученые пришли к выводу, что столкнулись с каким-то новым явлением. Продолжая опыты, они убедились, что излучение Боте—Бекера способно выбивать ядра из атомов водорода, гелия и азота. Они установили, что выбитые частицы приобретали значительную энергию и что в пространство излучаются электроны высоких энергий. Жолио-Кюри опубликовали результаты своих опытов и выяснилось, что энер-

гия излучения Боте—Бекера гораздо больше энергии гамма-излучения.

В феврале 1932 г. ученик Резерфорда Дж. Чедвик после ознакомления с результатами опытов Жолио-Кюри измерил с помощью электронного оборудования, пропорционального усилителя, отдельные импульсы, возникающие при прохождении ядер и электронов через счетчик, и разделил их. Оборудование, которым пользовался Чедвик, было более совершенным, и результаты его опытов показали, что первоначальное предположение Боте и Бекера, а также И. и Ф. Жолио-Кюри об электромагнитной природе сверхпроникающего излучения неверно.

Чедвик установил, что это излучение состоит из электрически нейтральных частиц с массой, примерно равной массе ядра протона. Это были нейтроны.

Открытие нейтрона является результатом работы ученых трех стран: Германии, Франции и Англии. История открытия нейтрона лишний раз иллюстрирует, что путь к высотам науки изобилует сложностями и весьма тернист.

Открытие нейтрона указало на существование в природе нового типа сил — ядерных. Значение этого открытия для развития ядерной физики необычайно велико, оно позволило преодолеть трудности, стоявшие на пути познания строения ядра атома. Нейтрон — это «золотой ключик», открывший двери в ядерную энергетику.

Открытие нейтрона стимулировало появление фундаментальных направлений науки, таких как физика атомного ядра, физика элементарных частиц. Впоследствии самостоятельной областью физики стала нейтронная физика.

При этом следует отметить, что открытие нейтрона не было случай-

ным, на его существование указывало много сопутствующих фактов, и потому его обнаружение — закономерное следствие знаменитых опытов Резерфорда 1919 г. по искусственному расщеплению ядер альфа-частиц, работ Боте и Бекера, И. и Ф. Жолио-Кюри. Но обнаружил нейтрон Джеймс Чедвик. Свое открытие Чедвик опубликовал в статье «Возможное существование нейтрона», которую он направил в печать 17 февраля 1932 г.

Этот день по праву считается днем открытия нейтрона.

О гениальном английском физике Эрнесте Резерфорде (1871–1937) на страницах этой книги говорилось не раз. Но в связи с открытием нейтрона Дж. Чедвиком, его учеником и сотрудником Кавендишской лаборатории, мы должны сказать о нем и о его вкладе в физическую науку.

Э. Резерфорд заложил основы учения о радиоактивности и строении атома. Он первым осуществил искусственное превращение элементов. Резерфорд установил, что корпускулярное излучение состоит из альфа- и бета-лучей.

В 1903 г. совместно с Ф. Содди Резерфорд объяснил радиоактивность как спонтанный распад атома вещества, при котором он меняет свое место в периодической системе элементов. Резерфорд доказал, что в центре атомов существует массивное положительно заряженное ядро, он же предложил планетарную модель атома, в центре которого находится положительно заряженное ядро, а вокруг него по орбитам движутся отрицательно заряженные электроны. (Здесь мне хочется еще раз напомнить о гениальных догадках древнегреческих философов, которые указывали, что атомы непрерывно движутся.)

За 12 лет до открытия нейтрона Резерфорд высказал предположение о существовании нейтральной частицы — нейтрона, и в 1932 г. оно подтвердилось.

В Кавендишской лаборатории Резерфорда работали и стажировались молодые ученые из разных стран и в том числе и русские ученые П. Л. Капица, К. И. Синельников, А. И. Лейпунский, Ю. Б. Харитон.

Итак, 1932 год стал годом великих открытий в ядерной физике. В этом году возникла физика нового типа, имеющая дело со строением атомов и исследующая неизвестные до того времени силы и взаимодействия частиц в ядре атома. Три открытия 1932 г. считаются особенно важными для дальнейшего развития атомной и ядерной физики:

- 1) открытие нейтрона;
- 2) обнаружение позитрона К. Андерсоном в космических лучах. Это была первая открытая учеными античастица;
- 3) открытие американским химиком Г. Юри вместе с Ф. Бриквелде и Г. Мерфи дейтерия — тяжелого водорода с массовым числом 2. При создании первой американской бомбы Юри руководил производством тяжелой воды (с дейтерием) и участвовал в работах по разделению изотопов урана.

Хотя мы и называем 1932 год годом великих открытий, но роль этих замечательных открытий в развитии науки была определена гораздо позднее. Тогда за ними лишь следовали события, которые служили как бы продолжением этих открытий.

Первым наиболее выдающимся открытием, совершенным после того, как Чедвик доказал существование нейтрона, было открытие Ирен и

Фредериком Жолио-Кюри в 1934 г. искусственной радиоактивности. В этом можно видеть некоторую закономерность. Ведь Жолио-Кюри сделали важный шаг к открытию нейтрона, и естественно, что они продолжали опыты по исследованию нейтрона. Для этого у них в лаборатории было все приспособлено. Они имели источники альфа-излучения и опыт работы в молодой тогда области физики элементарных частиц. Их работы показали, что при облучении альфа-частицами легких элементов некоторые из них испускали наряду с нейтронами и позитроны.

И. и Ф. Жолио-Кюри предположили, что натолкнулись на какое-то совершенно новое явление, нигде ранее не упоминавшееся, а именно — позитронное излучение. В своих опытах они бомбардировали алюминий альфа-частицами большой скорости, а затем постепенно удаляли источник альфа-частиц, но алюминиевый листок продолжал излучать положительные электроны, т. е. позитроны, в течение достаточно продолжительного времени. Так была открыта искусственная радиоактивность (термин родился в Париже, где почти за 40 лет до этого появился термин «радиоактивность»).

Искусственную радиоактивность открыли в 1933 г., а в 1935 г. Ф. Жолио-Кюри в своем Нобелевском докладе сказал: «Мы видим, что несколько сотен различного рода атомов, составляющих нашу планету, не являются раз и навсегда созданными и существуют не вечно. Мы воспринимаем это именно так потому, что некоторые существуют еще и сейчас. Другие же, менее устойчивые атомы уже исчезли. Из этих последних некоторые, вероятно, будут вновь получены в лабораториях. До настоящего времени удалось получить лишь

элементы с небольшой продолжительностью жизни — от доли секунды до нескольких месяцев. Чтобы получить достойные упоминания количества элементов со значительно большей продолжительностью жизни, необходимо располагать очень мощным источником излучений».

Ныне в США, России, Европе и других странах появились очень мощные источники излучений в виде ускорителей протонов и электронов на гигантские энергии.

Дж. Кокрофт (1897—1967), английский физик, в 1932 г. вместе с Э. Уолтоном создал высоковольтный генератор, работающий по принципу умножения напряжения. Ускоряя ионы до больших скоростей, они сумели в первой половине 1932 г. ускоренными протонами осуществить ядерную реакцию, облучая литиевую мишень, и расщепили ядра атомов лития. Здесь уместно добавить, что в Советском Союзе, в Харьковском физико-техническом институте, ученые-физики К. Д. Синельников, А. К. Вальтер, А. И. Лейпунский и Г. Д. Латышев повторили к ноябрю 1932 г. эксперимент на каскадном генераторе, созданном харьковчанами, и расщепили ядро лития. Это сообщение произвело на Западе фурор, так как никто не мог ожидать, что в далеком Харькове есть такие кадры физиков и возможности создать каскадный генератор в короткие сроки.

*
* *

Вскоре после открытия нейтрона возникли гипотезы о строении ядра. В дискуссии включились физики-теоретики, и в их числе Д. Д. Иваненко. В 1932 г. он высказал гипотезу о протон-нейтронном составе ядер. Эта модель не сразу была принята, и, в частности, теоретик В. Гейзенберг

провел большую работу, участвуя в дискуссиях по структуре атомного ядра: он развил идею обменного характера взаимодействий нуклонов в ядре.

Итальянский физик Э. Ферми (1901–1954), в 1938 г. эмигрировавший из фашистской Италии в США, внес большой вклад в развитие современной теоретической и экспериментальной физики. Он заложил основы нейтронной физики, впервые наблюдал искусственную радиоактивность, вызванную бомбардировками нейтронами ряда элементов, в том числе урана, создал теорию этого явления. Позднее, а именно в декабре 1942 г., Ферми первому в мире удалось осуществить управляемую цепную реакцию в построенном им в США первом в мире ядерном реакторе.

В 1934 г. Э. Ферми пытался с помощью бомбардировки нейтронами элемента урана получить заурановые элементы, не существующие в природе. В результате бомбардировки наблюдалось образование ряда радиоактивных веществ. Химические исследования показали, что эти вещества являлись изотопами известных элементов периодической системы. Наблюдаемое им впервые в истории физики деление ядер урана не было правильно понято. Ферми предположил, что ядро урана, захватив нейтрон, становится бета-радиоактивным и после испускания бета-частицы превращается в ядро нового трансуранового элемента.

Эта работа Ферми и посвященные тем же проблемам работы его друга Э. Сегре привлекли широкое внимание ученых к возможности деления ядер урана. В конце 1934 г. известный физико-химик Ида Ноддак выступила в техническом журнале с общим тезисом о том, что с научной точки зрения недопустимо говорить

о новых элементах, не установив, что при облучении урана нейтронами не возникают какие-либо известные химические элементы: «Допустимо, что при бомбардировке тяжелых ядер нейтронами эти ядра распадаются на несколько больших осколков, которые являются изотопами известных элементов, хотя и не соседних с облученными».

«Читая сегодня эту фразу, мы видим в ней ясное предсказание возможности деления ядер» (это высказывание принадлежит В. Герлаху, известному немецкому физiku). Но в 1934 г. на эту мысль Иды Ноддак не обратили внимания, ее пророчество повисло в воздухе, и только после опубликования работ по делению ядер О. Ганом и Ф. Штрассманном в 1939 г. И. Ноддак попыталась присвоить себе честь открытия деления ядер урана. Но ученые с этим не согласились, так как Ган и Штрассманн осуществили деление ядер урана медленными нейтронами.

Период с 1932 по 1939 г. был полон ожиданий новых открытий в ядерной физике.

*
* *

В начале нашего столетия очень немногие верили в решение «атомной проблемы». В первые годы XX в. в университетских учебниках физики было написано «атомная гипотеза», даже не теория. Более того, людей, веривших в нее, высмеивали, их исследования не поддерживали. Слишком уж многое было неясно. И только ученые — физики и химики, дерзкая мысль которых проникла в строение атома, понимали, какие глубины и тайны таит в себе природа микромира.

Виднейшие ученые-физики, очень многое сделавшие для проникновения внутрь атома и его ядра, хорошо

осознавали, какая бездна трудностей ждет их на пути овладения тайнами строения ядра. В 1933 г. в своем письме Британской ассоциации великий английский ученый Э. Резерфорд заявил: «... эти превращения атомов представляют исключительный интерес для ученых, но мы не сможем управлять ядерной энергией в такой степени, чтобы это имело какую-нибудь коммерческую ценность. И я считаю, что вряд ли мы когда-нибудь будем способны это сделать. Наш интерес к этой проблеме — чисто научный».

Резерфорд интуитивно понимал, каких огромных усилий, в том числе и материальных, может потребовать управление ядерной энергией. Ему было ясно, что только военные надобности могут заставить государство освоить ядерную энергию, а этого, хотелось бы верить, опасался великий ученый. Последние фразы есть, конечно, домысел авторов. К сожалению, на алтарь войны часто приносились в жертву гениальные научные открытия, величайшие научные достижения.

Как уже говорилось, русские ученые не только внимательно следили за успехами западных коллег в области рентгенологии и радиоактивности, но и активно участвовали в этих работах в зарубежных лабораториях и у себя на родине. Выступая в 1919 г. в Петербургском университете на годовичном собрании работников Государственного оптического института, Д. С. Рождественский сказал: «Мы вступаем в мир атомов, необычайно малых величин, в мир очень малых и очень больших чисел. К этому миру с его новым масштабом надо привыкнуть, чтобы свободно обращаться с такими величинами, реальное значение которых подчас уже не ощущается. Открывается ши-

рокий путь к анализу строения всех атомов...»

В 1919 г. был основан Петроградский государственный рентгенологический и радиологический институт с физико-техническим, оптическим, радиевым и медико-биологическим отделами. Через сравнительно короткий период эти отделы преобразовались в самостоятельные институты.

В 1923 г. был основан Ленинградский физико-технический институт (ЛФТИ), возглавил его А. Ф. Иоффе. Традиционными направлениями работ ЛФТИ стали физика твердого тела, физика полупроводников, ядерная физика. ЛФТИ считается школой советских физиков, кузницей кадров ученых, занимающихся овладением ядерной энергией. Среди физиков, прославивших ЛФТИ и советскую научную школу, такие крупнейшие ученые, как А. Ф. Иоффе, А. П. Александров, А. И. Алиханов, Л. А. Арцимович, А. И. Алыханьян, А. Ф. Вальтер, Б. М. Вул, И. К. Кикоин, П. П. Кобеко, Ю. Б. Кобзарев, В. Н. Кондратьев, Б. П. Константинов, Г. В. Курдюмов, И. В. Курчатов, П. И. Лукирский, Д. А. Рожанский, Н. Н. Семенов, Д. В. Скобельцын, А. В. Степанов, Г. Н. Флеров, Я. И. Френкель, Ю. Б. Харитон, А. А. Чернышев, А. И. Шальников и другие. Забегая на несколько лет вперед, следует указать, что именно из этой когорты ученых ЛФТИ и Радиевого института, о котором говорится ниже, выдвинулись основные научные руководители ряда производств, связанных с созданием первой советской ядерной бомбы.

В 1922 г. был основан Радиевый институт Академии наук (РИАН), возглавил его В. И. Вернадский, а заместителем стал В. Г. Хлопин. В. И. Вернадскому принадлежат ве-

щие слова, которые он произнес еще в 1922 г.: «Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не может сравниться все им раньше пережитое. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет. Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть. Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направив ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука? Ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия научной работы, научного прогресса. Они должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий. Они должны связать свою работу с лучшей организацией всего человечества».

Хотелось бы обратить внимание на высокую гражданственность ученого, великолепно понимавшего, какая опасность грозит человечеству, если результаты этих научных достижений попадут в руки политических авантюристов. И, наконец, нельзя не удивляться глубокому научному предвидению В. И. Вернадского. Ведь до открытия нейтрона оставалось еще десять лет, от пуска первого исследовательского ядерного реактора его отделяли 20 лет трудных научных поисков, а до взрыва первых американских ядерных бомб оставалось почти 25 лет.

В 1922 г. сотрудникам РИАН во главе с В. Г. Хлопиным удалось получить из отечественной руды первые образцы радия, которые демонстрировались в Париже. В РИАН В. Г. Хлопиным был установлен закон изоморфной сокрис-

тализации, который стал основным средством для изучения химии радиоэлементов. Ученые РИАН научились определять геологический возраст горных пород по продуктам радиоактивного распада.

В период войны и вскоре после нее коллектив РИАН под руководством В. Г. Хлопина включился в создание ядерного оружия. Переоценить роль РИАН в осуществлении этого очень сложного радиохимического процесса невозможно: были разработаны механизм получения плутония в радиохимическом процессе, технология выделения плутония-239 из облученного в реакторе урана (первая половина 1946 г.).

В 1932 г. в РИАН по инициативе Л. В. Мысовского приступили к проектированию и сооружению мощного по тем временам (на 4 млн электрон-вольт) синхронного ускорителя ионов. Подобная установка меньшего размера незадолго до этого была сооружена в США Лоуренсом и Ливингстоном. Это был крупный успех РИАН. Циклотрон Радиевого института был тогда единственной установкой такого рода не только в СССР, но и в Европе, и он был использован как мощный источник нейтронов для получения искусственных радиоактивных элементов. На циклотроне РИАН работали И. В. Курчатов, М. Г. Мещеряков, А. И. Алиханов и другие ученые, ставшие впоследствии руководителями ядерных центров страны.

В РИАН усилиями В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина был создан чрезвычайно сильный, квалифицированный коллектив ученых, который на своих плечах вынес все тяготы организации и становления РИАН, особенно после 1943 г., когда В. Г. Хлопин был назначен научным руководителем радиохимического производ-

ства для получения плутония-239 из облученного урана, необходимого для создания первой и последующих ядерных бомб. Ученые РИАН проявляли при создании новой технологии удивительные работоспособность, смелость и самоотверженность, отдавая работе не только все свои силы, но часто и здоровье, и жизнь. Среди них помимо В. Г. Хлопина нельзя не упомянуть таких выдающихся ученых, как В. М. Вдовенко, Г. А. Гринберг, Н. А. Перфилов, П. И. Толмачев, В. И. Гребенщиков, И. Е. Старик, Б. С. Дзелепов, Л. В. Комлев, Л. В. Мысовский, А. Е. Пелешинский, Б. П. Никольский, Б. А. Никитин, К. А. Петржак, А. П. Ратнер, Г. В. Горшков, Г. С. Синицына и др.

В 1932 г. в Москве был основан Физический институт Академии наук (ФИАН). В этом центре науки были проведены важные исследования по высвобождению и использованию энергии атомного ядра. Здесь физическую науку прославили такие корифеи, как Д. В. Скобельцын, И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров, И. М. Франк, В. И. Векслер, С. И. Вавилов, П. А. Черенков, Н. Г. Басов, А. М. Прохоров и др.

В 1934 г. П. А. Черенков и С. И. Вавилов открыли одно из фундаментальных физических явлений — свечение жидкости при движении в ней электронов со скоростью, превышающей фазовую скорость света в ней. В 1935 г. Б. В. Курчатов, И. В. Курчатов, Л. В. Мысовский и Л. И. Русинов из ЛФТИ открыли явление ядерной изомерии искусственных радиоактивных атомных ядер, что послужило началом систематического изучения изомеров атомных ядер.

В 1936 г. Я. И. Френкель из ЛФТИ предложил (независимо от Н. Бора) капельную модель ядра и ввел термодинамические понятия в

ядерную физику. Он сформулировал также основы теории деления тяжелых ядер.

В 1938 г. И. Кюри вместе с П. Савичем установила, что при попадании нейтронов в ядро урана последнее разваливается и получается элемент, обладающий свойствами лантана, а не трансуранового элемента, как предполагал в 1934 г. Э. Ферми, бомбардируя уран. По существу Ферми и И. Кюри были в своих опытах очень близки к открытию деления ядер урана, к сенсации в физике, к установлению факта, что существуют ядерные реакции, при которых ядро «раскалывается» на два приблизительно равных по массе осколка. Кстати, А. фон Гроссе пытался доказать, что в опыте Ферми из урана образуется изотоп предшествующего атома — протактиния. Однако Э. Ферми образование протактиния решительно отвергал и был прав.

Физики-ядерщики, теоретики и экспериментаторы, в 1937–1938 гг. были в некоем ажиотаже, в состоянии ожидания скорой сенсации в ядерной физике. Кстати, в эти годы и в жизни народов происходили крупные события. Гитлеровская Германия набирала силу. В марте 1938 г. Германия захватила всю Австрию. На Мюнхенской конференции в сентябре 1938 г. главами Великобритании (Н. Чемберлен), Франции (Э. Даладье), Италии (Б. Муссолини) и Германии (А. Гитлер) было подписано соглашение о передаче Германии Судетской области Чехословакии (со всеми сооружениями, укреплениями, фабриками, заводами, запасами сырья, путями сообщения и пр.). Это соглашение можно рассматривать как «умиротворение» Германии за счет стран Центральной и Юго-Восточной Европы.

Многие ученые, подвергшись гонениям со стороны гитлеровского режима, были вынуждены эмигрировать из Германии и искать убежища во Франции, Англии, США и других странах. Это были годы настойчивых попыток овладеть ядерной энергией; сознавая перспективность этого нового источника энергии, ученые упорно продвигались к цели. И успех был достигнут в конце декабря 1938 г.

На какой-то стадии в дискуссии по опытам Э. Ферми и И. Жоллио-Кюри включились О. Ган, Л. Мейтнер и Ф. Штрассманн из Германии. У них был большой опыт в области радиохимии, и поэтому они считали необходимым разобраться в таком важном и сложном вопросе, как создание новых химических элементов. Новые элементы Ферми напомнили им об уране- Z , открытом О. Ганом в 1923 г. и оказавшемся изотопом протактиния. Это исключало протактиниевую гипотезу Гроссе.

Началась погоня за трансурановыми элементами, которые, как было доказано впоследствии, не могли ими оказаться.

С большим трудом и постепенно Ган, Мейтнер и Штрассманн уточняли и расширяли представления о последствиях облучения урана и тория нейтронами. (В Германии, в Далеком институте, источники нейтронов обладали слабой интенсивностью, и потому, следя за ходом опытов, Ган, Мейтнер и Штрассманн тратили много времени, сменяя друг друга каждые восемь часов.) Работа И. Кюри и Савича в Париже подтвердила, что при воздействии медленных нейтронов на уран возникает не протактиний, а элемент, напоминающий лантан, т. е. элемент с порядковым номером, гораздо меньшим номера урана. Но это утвержде-

ние не было ими распространено в среде физиков.

Работы И. Кюри и Савича послужили поводом для Гана и Штрассманна (Л. Мейтнер вынуждена была покинуть Берлин в июле 1938 г.) еще раз исследовать химическую природу бета-излучателей, возникающих в уран-нейтронных реакциях. Они выявили, что в осадок выпал и барий. Развитие этих событий запечатлено в обширной переписке между тремя главными участниками — О. Ганом, Л. Мейтнер и О. Фришем (племянником Мейтнер). Эти частные письма запечатлели историю открытия деления ядер урана медленными нейтронами. Вот одно из писем Гана в Стокгольм, Л. Мейтнер: «Вечер, понедельник, 19 декабря 1938 г. Весь день я и неутомимый Штрассманн при поддержке ассистенток Либер и Боне работали с продуктами урана. Сейчас 11 часов вечера, в 12.00 вернется Штрассманн, и я смогу пойти домой...» После рассказа о ходе эксперимента он пишет: «Через пару дней я вновь напишу тебе о результатах. Сердечный привет твоему Отто». Л. Мейтнер ответила 21 декабря: «Ваши результаты ошеломляют. Процесс, идущий на медленных нейтронах и приводящий к барии...»

21 декабря О. Ган пишет Л. Мейтнер: «Активированный барий не превращается в излучающий лантан...»

22 декабря 1938 г. в редакцию журнала «Naturwissenschaft» поступила работа О. Гана и Ф. Штрассманна «О доказательстве существования и свойствах щелочноземельных металлов, возникающих при облучении урана нейтронами». В статье было написано об образовании ядер бария.

Несколько позже Л. Мейтнер и О. Фриш показали, что ядра урана-

235 делятся под действием медленных нейтронов на два осколка. Они ввели термин «деление ядер».

Деление тяжелого ядра (урана) сопровождается выделением энергии осколков порядка 200 МэВ. В последующем было установлено, что при бомбардировке урана медленными нейтронами число нейтронов на один акт деления составляет 2,5. Для более тяжелых элементов число нейтронов несколько увеличивается, именно это обстоятельство позволяет осуществлять цепную ядерную реакцию.

28 января 1939 г. в «Naturwissenschaft» была направлена вторая, более обстоятельная статья О. Гана и Ф. Штрассманна «Доказательство возникновения активных изотопов бария из урана и тория при облучении их нейтронами». Сразу же после публикации в январе 1939 г. статьи Гана и Штрассманна о делении урана в ряде лабораторий опыты с расщеплением ядер были повторены и дали подтверждение результатов работ О. Гана и Ф. Штрассманна.

В Принстоне (США) Н. Бор и А. Уилер приступили к разработке теории деления ядра (как капли). В их статье была ссылка на работы Я. И. Френкеля (из ЛФТИ), который независимо от Бора и Уилера построил теорию деления. Капельной моделью ядра занимался и известный ленинградский физик-теоретик (эмигрировавший из СССР) Г. Гамов.

Ныне, когда прошло уже много лет с того времени, как был открыт процесс деления ядер атомов, можно с уверенностью сказать, что это было одно из тех редких открытий, которое оказало значительное влияние на жизнь всего человечества.

Качественно процесс деления был объяснен учеными сразу трех стран: Бором (Дания), Уилером (США) и

Френкелем (СССР). Деление ядер происходит при определенном соотношении кулоновских сил отталкивания, которые стремятся разорвать тяжелое ядро (урана), и сил поверхностного натяжения, которые этому препятствуют. Основной величиной в этой модели являлся так называемый порог деления, который, как предполагалось, определялся только этими противоборствующими силами. Последующие исследования процесса деления ядер показали недостаточность предположенной классической модели, но мы не будем входить в детали этих рассуждений.

В советских научных центрах, и прежде всего связанных с ядерной физикой, интерес к радиохимическим исследованиям ядра атома вспыхнул с новой силой после сообщений об открытии деления ядер урана в Германии в начале 1939 г. Уже первая информация о теории процесса позволяла сделать фантастические выводы: новая форма ядерной реакции высвобождает огромное количество энергии.

Внеочередное заседание так называемого «ядерного семинара», регулярно проводимого в ЛФТИ И. В. Курчатовым, прилекло внимание не только сотрудников Физтеха, но и ученых из других организаций, в том числе из Института химической физики: Н. Н. Семенова, Ю. Б. Харитона, Я. Б. Зельдовича и др.

На семинаре было высказано предположение, что при бомбардировке урана нейтронами возникают не только крупные осколки, но и свободные нейтроны. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович развили мысль, что свободные нейтроны могут быть захвачены соседними урановыми ядрами и реакция станет нарастать лавиной, т. е. по принципу цепной реакции, а это взрыв! В том же

1939 г. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович показали возможность осуществления цепной реакции деления ядер урана-235.

Ранее, еще в 1936 г., И. В. Курчатов объяснил факт, согласно которому два радиоактивных изотопа брома являлись ядерными изомерами, т. е. имели различные свойства при одной массе. Изучение изомерии ядер стало в настоящее время одним из главных методов получения сведений о низших возбужденных состояниях ядер атомов. С 1939 г. И. В. Курчатов полностью переключился на проблему деления тяжелых ядер.

С 1936 по 1941 г. в ЛФТИ регулярно действовал еженедельный «Ядерный семинар», руководимый И. В. Курчатовым, в котором деятельное участие принимали Г. Я. Щепкин, М. А. Еремеев, А. И. Вибе, А. А. Юзефович, Л. А. Арцимович, Я. Л. Хургин, А. Б. Мигдал, Я. И. Френкель, Г. Н. Флеров и некоторые другие.

Впечатляющие исследования, связанные с проблемой атома, проводились в РИАН. РИАН ставил задачей изучение явлений природной и искусственной радиоактивности. Запущенный в те далекие годы первый в СССР и Европе циклотрон на энергию 4 МэВ позволил получить результаты по взаимодействию нейтронов почти со всеми элементами периодической системы. С помощью циклотрона были сформированы нейтронные пучки высокой интенсивности. Среди продуктов деления В. Хлопиным, М. Пасвик и Н. Волковым весной 1939 г. были обнаружены радиоактивные изотопы брома, теллура и сурьмы.

И. В. Курчатов, работая над проблемой ядра атома, отлично сознавал, что сооружаемый в РИАН цик-

лотрон является идеальной установкой для получения интенсивных потоков нейтронов. Вложив много труда и изобретательности, Курчатов ускорил ввод этой установки и вместе с Мысовским, создателем циклотрона, получил много интересных результатов. Но И. В. Курчатов хорошо понимал, что нужен циклотрон на еще большие энергии, и получил согласие на сооружение к 1 января 1942 г. циклотрона на 12 МэВ в специально построенном для него новом здании ЛФТИ. Однако его запуску помешала война, и он был введен в эксплуатацию уже после войны, в 1949 г.

В ЛФТИ были получены сообщения, что сотрудник Калифорнийского университета У. Либби пытался наблюдать вылет вторичных нейтронов в процессе спонтанного деления ядер урана, но потерпел неудачу. Чувствительность его метода была такой, что он мог бы обнаружить спонтанное деление, если бы период полураспада не превосходил 10^{14} лет. Поручив решить эту задачу своим ученикам Г. Н. Флерову и К. А. Петржаку, Курчатов возглавил работу в целом. После длительных и упорных исследований он понял, что надо избавиться от окружающего фона путем защиты экспериментальной установки, камеры, толстым слоем вещества. Самое простое, что пришло ему в голову, — это погрузиться с аппаратурой на подводной лодке в глубины моря. Но оказалось, что вблизи Ленинграда Балтийское море мелкое — 20–30 м. Такого слоя воды было явно недостаточно для эффективной защиты от проникающего космического излучения. Тогда Курчатов договорился с руководством Московского метрополитена о том, чтобы ему разрешили провести этот эксперимент на одной из глу-

бокозаложенных шахт станции метро. Получив согласие, Курчатов откомандировал своих сотрудников Г. Н. Флерова и К. А. Петржака в Москву.

Аппаратуру они разместили на станции метро «Динамо». По ночам, когда движение поездов метро прекращалось, на глубине 60 м Флеров и Петржак проводили свои измерения. Эффект получился постоянный, без помех. Через месяц работы Курчатов пришел к заключению, что вся совокупность экспериментальных данных служит бесспорным доказательством существования нового вида радиоактивности — спонтанного, самопроизвольного деления урана. Курчатов потребовал, чтобы Флеров и Петржак подготовили сообщение об этом открытии для опубликования в печати. Короткое сообщение А. Ф. Иоффе направил по трансатлантическому кабелю — каблограммой — в американский журнал «Physical Review», и в июне 1940 г. она была опубликована.

По мнению Флерова и Петржака, под этим сообщением должна была стоять также и подпись Курчатова, но он отказался его подписывать, так как, по его выражению, не хотел «затенять» своих учеников.

Открытие спонтанного деления — самая значительная работа курчатовской группы, выполненная в довоенное время.

В конце 1938 г. при президиуме Академии наук была образована Комиссия по атомному ядру (под председательством академика С. И. Вавилова) в составе А. Ф. Иоффе, А. И. Алиханова, И. В. Курчатова, И. М. Франка, В. И. Векслера и А. И. Шпетного. Президиум Академии наук поручил 25 июня 1940 г. академиком В. И. Вернадскому, А. Е. Ферсману и В. Г. Хлопину

наметить мероприятия, которые позволили бы форсировать в Советском Союзе работы по использованию внутриатомной энергии.

В начале 1940 г. при президиуме Академии наук была образована Комиссия по проблеме урана. Следует отметить, что не все крупные ученые и даже физики положительно отнеслись к созданию этой комиссии. Вот как описывает автор книги «Творцы» отношение крупнейших ученых-физиков к этому вопросу*.

На первом заседании Урановой комиссии присутствовали В. И. Вернадский, В. Г. Хлопин, А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилов, П. Л. Капица, А. Е. Ферсман, П. А. Светлов, Д. И. Щербаков и др. Докладывая о встрече с председателем Совнаркома В. М. Молотовым, В. И. Вернадский отметил, что Канада, интенсивно добывая урановую руду, получает ежегодно 120 г радия, Бельгия интенсивно вывозит урановую руду из Конго.

Наша страна не должна, указывал Вернадский, отставать в использовании урана, и Урановую комиссию должен возглавлять физик.

Как же на это реагировали корифеи нашей физической науки?

А. Ф. Иоффе: «Вряд ли можно ожидать в ближайшем будущем практической отдачи от деления урана. Другое дело — исследование этого процесса... Здесь надо расширить фронт работ... О создании уранпроизводящей индустрии говорить рано».

С. И. Вавилов: «Надо бы исследовать, нет ли в начавшемся за рубежом урановом буме какого-то трюка промышленных фирм. Потребность в

*Снегов С. Творцы: Историческая повесть о современниках. М.: Советская Россия, 1979.

радии возрастает с каждым годом, особенно же быстро в связи с войной, а уран можно рассматривать и как побочный продукт переработки радиоактивных руд. Уран накапливается на складах, и от него хотят отделаться».

П. Л. Капица: «Скоро или нескоро получим урановую энергию — зависит и от того, какую мы приложим свою энергию для овладения энергией урана. Выделим много средств, людей, материалов, сконцентрируем на этой теме основные силы, результат будет скорый, а нет, так и будет нет. Я — инженер и привык к любой сложной проблеме подходить по-инженерному».

Реакция В. И. Вернадского на скептическое отношение физиков к созданию урановой промышленности была следующей: «Виталий Григорьевич, я не вижу энтузиазма у наших коллег-физиков. Придется Урановую комиссию возглавить Вам». Так В. Г. Хлопин стал председателем Урановой комиссии. В ее состав вошли также молодые профессора: физик И. В. Курчатов, физико-химик Ю. Б. Харитон, геохимик А. П. Виноградов.

В июле 1940 г. В. И. Вернадский и В. Г. Хлопин направили в президиум Академии наук письмо с предложением: «... Срочно приступить к разработке методов разделения изотопов урана и к конструированию соответствующих установок, для чего поручить Комиссии по изотопам (такая тоже была в Академии наук) совместно с Комиссией по атомному ядру в двухмесячный срок наметить учреждения и лиц, которые этим должны заниматься».

В середине июля 1940 г. академики В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман и В. Г. Хлопин обратились к заместителю председателя Совнаркома СССР

Н. А. Булганину с письмом; приводим его полностью.

Заместителю председателя
Совнаркома СССР,
председателю Совета
по химической и металлургической
промышленности

тов. Булганину Н. А.

Работы по физике атомного ядра привели в самое последнее время к открытию деления атомов элемента урана под воздействием нейтронов, при котором освобождается огромное количество внутриатомной энергии, превосходящей в десятки раз количество энергии, выделяющейся при радиоактивном распаде.

Вместе с тем последними работами установлено, с одной стороны, что деление ядер претерпевают лишь атомы изотопа урана с массой 235, а с другой стороны, что это происходит лишь под действием медленных, а не быстрых нейтронов, что дает, если это подтвердится, в руки исследователя возможность регулировать процесс.

Эти работы ставят на очередь вопрос о возможном техническом использовании внутриатомной энергии. Конечно, на этом пути стоит еще ряд очень больших трудностей и требуется проведение большой научно-исследовательской работы, однако, как нам кажется, трудности эти не носят принципиального характера... Если вопрос о техническом использовании внутриатомной энергии будет решен в положительном смысле, то это должно в корне изменить всю прикладную энергетику.

Важность этого вопроса вполне осознается за границей и, по поступающим отсюда сведениям, в Англии, Соединенных Штатах Америки и Германии лихорадочно ведутся работы, стремящиеся разрешить этот

вопрос, и на эти работы ассигнуются крупные средства.

На заседании от 25 июня с. г. Отделение геолого-географических наук АН поручило академикам В. И. Вернадскому, А. Е. Ферсману, В. Г. Хлопину наметить мероприятия, которые бы позволили форсировать работы по использованию внутриатомной энергии в Советском Союзе... Мы полагаем, 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.

Эти мероприятия представляются в следующем виде:

1. Поручить Академии наук срочно приступить к выработке методов разделения изотопов урана и конструированию соответствующих установок и войти в Правительство с ходатайством о специальных для этих целей ассигнованиях, а также о выделении соответствующего количества драгоценных и цветных металлов.

2. Предложить Академии наук форсировать работу по проектированию сверхмощного циклотрона ФИАН.

3. Создать государственный фонд урана.

В. И. Вернадский

А. Е. Ферсман

В. Г. Хлопин

12 июля 1940 г.

Приведенное письмо подтверждает, что советские ученые к июню 1941 г. были полностью подготовлены к освоению внутриатомной энергии. Ученые понимали необходимость овладения этим новым источником энергии, и дело оставалось за практическим осуществлением, которое

требовало огромных усилий и еще больше материальных средств и ресурсов. Кроме того, нужен был глубокий геологический поиск, широко разветвленная георазведка для нахождения урановых месторождений. Без этого ядерная промышленность не могла быть создана.

В сентябре 1940 г. Комиссия по проблеме урана приняла план работ на 1941 год, который охватывал деятельность многих институтов Ленинграда, Москвы, Харькова, Днепропетровска, а именно:

выяснение механизма деления урана и тория (исполнители: РИАН, ЛФТИ, УФТИ);

выяснение возможности развития цепной реакции в нормальной смеси изотопов урана (исполнители: Институт химической физики, ЛФТИ);

разработка методов разделения изотопов урана (исполнители: РИАН, УФТИ, Биогеохимлаборатория АН, Днепропетровский институт физической химии);

поиски богатых источников урановых руд (исполнители: РИАН, ФИАН, Геологический институт АН).

15 октября 1940 г. президиум Академии наук утвердил этот план работ, представленный Комиссией по проблеме урана, и ассигновал на 1941 г. РИАНу 74 тыс. рублей и Биогеохимической лаборатории 55 тыс. рублей.

30 ноября 1940 г. А. Е. Ферсман доложил на заседании Комиссии по проблеме урана о реальной добыче 10 т урана в год к 1942—1943 гг.

На этом же заседании было доложено о возможности разделения изотопов урана методами термодиффузии, многокамерной центрифуги, с помощью линейного ускорителя, масс-спектрометра. Но все они требовали доработки, фактической проверки и определения их технических возможностей.

17 марта 1941 г. на «Менделеевском чтении» В. Г. Хлопкин заявил: «Теперь в процессе деления урана под действием нейтронов, сопровождающемся выделением при каждом акте деления большего числа нейтронов, чем их затрачивается на то, чтобы этот акт вызвать, мы встретились с атомной реакцией, которую мы можем превратить в цепную и таким образом использовать колоссальное количество энергии, которое при этом освобождается».

В те же предвоенные годы молодые ученые Института химической физики Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович одними из первых предложили и представили расчет цепной реакции деления ядер тяжелых атомов.

Дни и месяцы предвоенного 1940 г. неуклонно вели ученых к высвобождению внутриядерной энергии, скрытой в недрах атомов. Приближение этого волнующего события чувствовал каждый, кто стремился ускорить его осуществление.

В печати, не только научной, все чаще появлялись сообщения о скором появлении нового, невиданного никогда ранее источника энергии. 26 июня 1940 г. в газете «Известия» сообщалось в одной из статей: «В последнее время советскими и зарубежными физиками установлено, что деление ядер урана происходит только под действием медленных нейтронов. Это дает возможность регулировать процесс деления атомов урана и тем самым использовать огромное количество внутриатомной энергии.

По приблизительным подсчетам одна весовая единица урана может дать в два с лишним миллиона раз больше энергии, чем такое же количество угля. Уран, таким образом, становится драгоценным источником энергии....»

А через полгода, 31 декабря 1940 г., в той же газете «Известия» в статье «Уран-235» говорилось о новом источнике энергии, в миллионы раз превосходящем все до того существовавшие. В этой статье рассказывалось: «При бомбардировке нейтронами ядер металла урана происходит необыкновенное явление: из каждого разбитого ядра вылетают новые нейтроны. Они попадают, в свою очередь, в ядра урана, расщепляют их и вновь рождают нейтроны. Процесс идет как лавина. Он идет сам.. Тот уран... это разновидность урана. один из его изотопов. Секрет заключается в том, что он почти ничем не отличается от вообще урана...

Выделить уран-235 из урана вообще — вот цель. вот задача.

Физика стоит перед открытиями, значение которых неизмеримо».

Приведенные краткие выдержки из газетных статей и высказывания советских ученых подтверждают, что овладение ядерной энергией, ее высвобождение из недр атомов становилось реальным уже к середине 1941 г. Но все упиралось в отсутствие отечественного урана и в необходимость огромных материальных затрат для создания мощной, очень крупной и специализированной ядерной индустрии.

В конце 1940 г. И. В. Курчатов представил в Урановую комиссию доклад, в котором указывал на хозяйственное и военное значение проблемы получения ядерной энергии при делении урана.

То, как оживленно в среде ученых проходили обсуждения проблем ядерной физики, хорошо показывает проведение регулярных конференций по ядерной физике, по атомному ядру с участием ведущих иностранных ученых. Первая такая конференция прошла в сентябре 1933 г., вторая — в

сентябре 1936 г., третья — в октябре 1938 г., четвертая — в 1939 г. и пятая была намечена на октябрь 1941 г., но помешала война.

Советские ученые были близки к освоению ядерной энергии, и если бы не внезапное нападение Германии на Советский Союз, то можно было бы не сомневаться, что наша армия через несколько лет имела бы на своем вооружении мощнейшее ядерное оружие, наличие которого

воспрепятствовало бы осуществлению захватнических планов Гитлера.

Но война и первые месяцы поражений надолго остановили работы, связанные с освоением ядерной энергии в СССР. Практически все работы этого направления были заморожены, так как все силы наших физических, химических и других институтов были нацелены на нужды войны. Все силы народа были брошены на фронт, «все для фронта, все для победы».

РЕШЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ПРОБЛЕМЫ В 1943—1946 гг.

А. М. Петросьянц

22 июня 1941 г. Германия, нарушив договор о ненападении, начала военные действия вдоль границы СССР по всему западному фронту. Рано утром 22 июня ее авиация нанесла сильнейшие массированные удары по аэродромам, железнодорожным узлам, военно-морским базам, местам расквартирования воинских частей и многим городам на глубину 250—300 км от государственной границы. После мощной артиллерийской подготовки в пределы СССР вторглись главные силы немецкой армии, сконцентрированные и заранее сгруппированные в мощный кулак вдоль главных направлений наступления на территорию СССР.

Одновременно в войну против Советского Союза вступили Румыния, Италия, Венгрия и Финляндия. Финляндия начала боевые действия 26 июня, Венгрия — 27 июня, Италия и Румыния — 20 июля.

Первыми удар врага приняли дивизии, расположенные вблизи границы, и пограничные войска. На всем фронте вдоль западных границ внезапный удар врага и быстрое продвижение масс танков и моторизованных войск фактически полностью нарушили управление советскими войсками. Войска приграничных военных округов понесли огромные потери в людях и технике. За

первый день войны советская авиация потеряла 1200 самолетов, причем большая часть техники была уничтожена на аэродромах, не успев вступить в бой.

Соотношение сил и средств было полностью на стороне немецких войск.

В упорных приграничных сражениях в первые дни июня 1941 г. в районах Либавы, Перемышля, Луцка, Брод, Ровно, Дубно и других городов советские войска проявили исключительное мужество, отвагу и самоотверженность. Однако остановить врага не удалось, и он упорно и быстро продвигался вперед по нашей территории, окружая города и села и захватывая огромное число пленных.

28 июня 1941 г., на шестой день войны, был оккупирован Минск, столица Белоруссии. Немцы продвигались и захватывали территории Латвии, Литвы, Эстонии, Украины, Молдавии.

Над Советским Союзом нависла смертельная опасность. Но дух патриотизма, ненависти к фашизму поднял весь народ на защиту Отечества. К июлю 1941 г. было мобилизовано и взято под ружье более пяти миллионов человек. Народ сплотился и, несмотря на огромные людские, материальные и территориальные потери

верил, что сумеет отстоять свою Родину, верил в победу. Но немецкие войска, несмотря на ожесточенное сопротивление советского народа и его армии, неудержимо рвались к центрам СССР — Киеву, Ленинграду, Москве.

Внезапное и вероломное нашествие гитлеровцев разрушило устоявшуюся жизнь советского народа, его мирный уклад и заставило направить все силы только на войну, на оборону. Заводы, предприятия и организации страны перестраивались на обеспечение нужд фронта, на массовое переселение людей и оборудования на восток — на Урал, в Сибирь, в среднеазиатские и кавказские регионы.

Естественно, что фундаментальные научные работы по ядерной физике — такие далекие от текущих потребностей военного времени — были приостановлены. Так, в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) функционировали только те лаборатории, которые могли принести пользу и давали прямую отдачу фронту.

Так же, как и многие другие научные работники ЛФТИ, И. В. Курчатов подал в военкомат заявление о направлении его на фронт. Но просьбу молодого (с 1935 г.) профессора о зачислении в армию отклонили, и тогда он, оставив все работы по ядерной физике, напросился в лабораторию к А. П. Александрову, своему другу и товарищу, для оказания конкретной помощи армии, а точнее — военно-морскому флоту. А. П. Александров сумел к началу 1941 г. создать систему защиты кораблей от магнитных мин. Система была опробована и испытана в Кронштадте и принята на вооружение. И. В. Курчатов как высококвалифицированный специалист быстро освоил эту систе-

му защиты и вместе с А. П. Александровым начал работу по размагничиванию кораблей.

Немецкие самолеты и подводные лодки начали постановку магнитных мин в районах Одессы, Очакова на Черном море, на подходах к Либаве, Риге, Таллину и Кронштадту на Балтике и т. д. Появились первые потери: на Балтике подорвались на магнитной мине крейсер «Максим Горький», эсминец «Гневный», эсминец «Быстрый», два вспомогательных судна.

Два друга собрали большой научный коллектив примерно в 80 человек, которые были разбиты на группы и направлены для обучения офицеров флота и инженеров судостроительных заводов. А. П. Александров и И. В. Курчатов отправились в Севастополь.

Уже в первый год дело развернулось таким образом, что после размагничивания ни один корабль не утонул от магнитной мины. Метод размагничивания был прост и, как говорили моряки, гениален. Он заключался в уменьшении магнитного поля корабля путем обратного намагничивания электрическим током, пропускаемым через специально уложенный вдоль корпуса корабля электрокабель.

После отбытия Александрова на Северный флот Курчатов остался старшим в севастопольской группе. Так как не все корабли могли иметь на борту обмотку из электрокабеля (подводные лодки, катера, малые суда), под руководством Курчатова был разработан и осуществлен метод безобмоточного размагничивания, т. е. размагничивание происходило с помощью временно уложенной на корабле обмотки электрокабеля. Б. П. Красиков рассказывает, что у моряков даже стало бытовать присловье: «Перед тем как в бой

идти, побывай у ЛФТИ» — так стали называть метод противоминной зашиты.

Между тем результаты военных действий в 1941, 1942 и до середины 1943 гг. были далеко не в пользу нашей родины, не считая отдельных успехов под Москвой, Сталинградом и в других местах.

Военная обстановка на фронтах с бесконечными отступлениями, с оставлением врагу городов и сел, с потерями многих миллионов людей в оккупированных немцами территориях не позволяла думать ни о чем, кроме конкретной помощи фронту.

Но находились ученые, которые даже в этих трудных условиях отступлений и поражений думали по-другому. Именно к ним принадлежал Г. Н. Флеров. До войны он вместе с К. А. Петржаком под руководством И. В. Курчатова открыл явление самопроизвольного, спонтанного деления ядер урана и сделал другие весьма примечательные работы в ЛФТИ. Он обнаружил, что с осени 1941 г. американские, английские и другие научные журналы прекратили публикацию сообщений по делению урана и по цепным ядерным реакциям, исчезли упоминания о новых результатах в этой области науки. Глухая стена. Это его сильно насторожило, и он начал задумываться над тем, что это не случайно. Очевидно, что в США начали вести работы по созданию ядерного оружия. Находясь в армии, куда он пошел добровольцем, он буквально забросал письмами-обращениями многих сильных мира сего, в том числе видных ученых-физиков о том, что несмотря на войну, и даже именно в войну надо заниматься ядерными проблемами, не то нас обгонят другие страны. Г. Н. Флеров написал об этом И. В. Курчатову, в Академию наук,

в Комитет по высшей школе С. В. Кафтанову, А. Ф. Иоффе и другим, но никто не откликнулся.

В середине 1942 г., не добившись успеха, он решил обратиться прямо к главе государства — И. В. Сталину. Приведем с некоторыми сокращениями это примечательное по слогу и содержанию письмо, опуская излишние длинноты.

«Дорогой Иосиф Виссарионович!

Вот уже 10 месяцев прошло с начала войны, и все это время я чувствую себя в положении человека, пытающегося головою прошибить каменную стену.

В чем я ошибаюсь?

Переоцениваю ли значение «проблемы урана»? Нет, это неверно. Единственное, что делает урановые проекты фантастическими, это слишком большая перспективность в случае удачного решения задачи. Мне приходится с самого начала оговориться. Может быть я не прав — в научной работе всегда есть элемент риска, а в случае урана он больше, чем в каком-либо другом... Однако представим на минуту, что с ураном «вышло». Правда, революцию в технике это не произведет — уверенность в этом дают работы последних довоенных месяцев, но зато в военной технике произойдет самая настоящая революция.

Произойдет она без нашего участия, и все это только потому, что в научном мире сейчас, как и раньше, процветает косность.

Знаете ли Вы, Иосиф Виссарионович, какой главный довод выставляется против урана? «Слишком здорово было бы, если бы задачу удалось решить. Природа редко балует человека». Может быть, находясь на фронте, я потерял всякую перспективу того, чем должна заниматься наука в настоящее время, и проблемные за-

дачи, подобные урановой, должны быть отложены на после войны. Мне кажется... мы совершаем большую ошибку... Самые большие глупости делаются с самыми лучшими намерениями...

...Мне очень тяжело писать, зная, что ко мне с полным правом может быть применен «трезвый» подход. Ну что там бушует Флеров? Занимался наукой, попал в армию, хочет выкарабкаться оттуда, ну и, используя уран, засыпает письмами всех и вся, неодобрительно отзывается об академиках, ... делая все это из самых эгоистических личных соображений.

Так вот, считаю необходимым для решения вопроса созвать совещание в составе академиков Иоффе, Ферсмана, Вавилова, Хлопина, Капицы, Лейпунского, профессоров Ландау, Алеханова, Арцимовича, Френкеля, Курчатова, Харитона, Зельдовича, докторов наук Мигдала, Гуревича, Петряка.

Прошу для доклада 1 час 30 мин. Очень желательно, Иосиф Виссарионович, Ваше присутствие — явное или неявное...

Вообще говоря, сейчас не время устраивать подобные научные турниры, но я лично вижу в этом единственный способ доказать свою правоту — право заниматься ураном, так как иные способы — личные переговоры с А. Ф. Иоффе, письма к т. Кафтанову — все это не приводит к цели, а просто замалчивается. На письмо и пять телеграмм тов. С. В. Кафтанову ответа не получил. При обсуждении плана Академии наук говорилось, вероятно, о чем угодно, но только не об уране.

Это и есть та стена молчания, которую, я надеюсь, Вы мне поможете пробить, так как это письмо последнее, после которого я складываю оружие и жду, когда удастся решить

задачу в Германии, Англии или США. Результаты будут настолько огромны, что будет не до того, чтобы определять, кто виноват в том, что у нас в Союзе забросили эту работу. Вдобавок делается это все настолько искусно, что формальных оснований против кого-нибудь у нас не будет. Никогда, нигде, никто не говорил, что ядерная бомба неосуществима, и однако создается мнение, что эта задача из области фантастики.

Поэтому первая просьба, на выполнении которой я настаиваю, — это получение от всех кандидатов будущего совещания письменных соображений о реальности проблемы урана. Заключение должен явиться ответ, какой цифрой оценивается вероятность решения задачи. Для тех участников совещания, которые сочтут свою эрудицию недостаточной для письменного заключения, этот вопрос может быть снят, но они не освобождаются от присутствия на совещании...♦

Трудно сказать, какое воздействие оказало письмо Г. Н. Флерова для привлечения внимания к урановой проблеме. Очевидно, что решающее — нет, но свою роль оно, конечно, сыграло, тем более что советское руководство располагало разведанными, что на Западе в строго секретном порядке ведутся работы, связанные с использованием ядерной энергии в военных целях. К марту 1942 г. НКВД СССР получил довольно широкий объем информации по работам, проводимым в Англии по освоению нового источника энергии. 10 марта 1942 г. за подписью Л. П. Берия было подготовлено для Государственного комитета обороны СССР (ГКО) специальное письмо, адресованное И. В. Сталину. В этом письме, довольно обширном (мы его приводим полностью), было сказано:

«В ряде капиталистических стран, в связи с проводимыми работами по расщеплению атомного ядра с целью получения нового источника энергии, было начато изучение вопроса использования атомной энергии для военных целей.

В 1939 г. во Франции, Англии, США и Германии развернулась интенсивная научно-исследовательская работа по разработке методов применения урана для новых взрывчатых веществ. Эти работы ведутся в условиях большой секретности.

В материалах, полученных НКВД из Англии агентурным путем, охарактеризована деятельность английского Уранового комитета по вопросам атомной энергии:

а) английский военный кабинет, учитывая возможности успешного разрешения этой задачи Германией, уделяет большое внимание проблеме использования атомной энергии урана для военных целей;

б) Урановый комитет военного кабинета, возглавляемый известным английским физиком Д. П. Томсоном, координирует работы видных английских ученых, занимающихся вопросами использования атомной энергии урана как в отношении теоретической и экспериментальной разработок, так и чисто прикладной, т. е. изготовления урановых бомб, обладающих большой разрушительной силой;

в) эти исследования основаны на использовании одного из изотопов урана (урана-235), обладающего свойствами эффективного расщепления. Для этого используется урановая руда, наиболее значительные запасы которой имеются в Канаде, Бельгийском Конго, в Судетах и Португалии;

г) французские ученые Хальбан и Коварский, эмигрировавшие в Анг-

лию, разработали метод выделения изотопа урана-235 путем применения оксида урана, обрабатываемого тяжелой водой. Английский ученый Пайерлс и доктор физических наук Байс разработали способ выделения изотопа урана-235 при помощи диффузионного аппарата, спроектированного доктором Симон, который и рекомендован для практического использования в деле получения урана, идущего для изготовления урановой бомбы;

д) в освоении производственного метода выделения урана-235 помимо ряда научно-исследовательских учреждений Англии непосредственное участие принимают Вульвичский арсенал, а также фирмы «Метро-Виккерс», химический концерн «Империял Кемикал Индастриес». Этот концерн дает следующую оценку состояния разработки метода получения урана-235 в производстве урановой бомбы. Научно-исследовательские работы по использованию ядерной энергии для урановых бомб достигли стадии, когда необходимо начать работы в широком масштабе. Эта проблема может быть разрешена и необходимый завод может быть построен;

е) Урановый комитет добивается кооперирования с соответствующими научно-исследовательскими организациями и фирмами США (фирма Дюпон), ограничиваясь лишь теоретическими вопросами. Прикладная сторона разработки основывается на следующих главных положениях, подтвержденных теоретическими расчетами и экспериментальными работами, а именно.

Профессор Бирмингемского университета Пайерлс определил теоретическим путем, что масса 10 кг урана-235 является критической величиной. Количество этого вещества меньше критического значения ус-

тойчиво и совершенно безопасно, в то время как в уране-235 массой больше 10 кг возникает прогрессирующая реакция расщепления, вызывающая колоссальной силы взрыв. При проектировании бомб активная часть должна состоять из двух разных половин, масса которых в сумме превышает критическую величину. Для производства максимальной силы взрыва этих частей урана-235, по данным профессора Фергюссона из научно-исследовательского отдела Вулвичского арсенала, скорость перемещения масс должна лежать в пределах 6000 футов в секунду. При уменьшении этой скорости происходит затухание цепной реакции расщепления атомов урана и сила взрыва значительно уменьшается, но все же во много раз превышает силу взрыва обычного ВВ.

Профессор Тейлор подсчитал, что разрушительное действие 10 кг урана-235 будет соответствовать 1600 т ТНТ*. Вся сложность производства урановых бомб заключается в трудности отделения активной части урана-235 от других изотопов, изготовлении оболочек бомбы и получении необходимой скорости перемещения масс.

По данным концерна «Империял Кемикал Индастриес» (ICI) для отделения изотопов урана-235 требуется 1900 аппаратов системы доктора Френсис Симон стоимостью 3 300 000 фунтов стерлингов, а стоимость всего предприятия выразится суммой в 4,5—5,0 миллионов фунтов стерлингов.

При производстве таким заводом 36 бомб в год стоимость одной бомбы будет равна 236 000 фунтов стерлингов по сравнению со стоимостью 326 000 фунтов стерлингов 1500 т ТНТ.

Изучение материалов по разработке проблемы урана для военных целей в Англии приводит к следующим выводам:

1. Верховное военное командование Англии считает принципиально решенным вопрос практического использования атомной энергии урана-235 для военных целей.

2. Урановый комитет английского верховного командования разработал предварительную теоретическую часть для проектирования и постройки завода для изготовления урановых бомб.

3. Усилия и возможности наиболее крупных ученых научно-исследовательских организаций и крупных фирм Англии объединены и направлены на разработку проблемы получения урана-235, которая особо засекречена.

4. Английский военный кабинет занимается вопросом принципиального решения об организации производства урановых бомб.

Исходя из важности и актуальности проблем практического применения ядерной энергии для военных целей СССР, было бы целесообразно:

1) проработать вопрос о создании Научно-совещательного органа при Государственном комитете обороны СССР из авторитетных лиц для координирования, изучения и направления работ всех ученых, научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами ядерной энергии;

2) обеспечить секретное ознакомление с материалами НКВД по урану видных специалистов с целью дачи оценки и соответствующего их использования.

Народный комиссар
внутренних дел
Л. Берия*.

*ТНТ — тринитротолуол.

Работы по освоению ядерной энергии в военных целях и по созданию первого в мире исследовательского ядерного котла (реактора) в строго секретном порядке велись и в США. На опытном реакторе в Чикаго 2 декабря 1942 г. была осуществлена управляемая цепная ядерная реакция. «Атомному огню» его создатель итальянский ученый Энрико Ферми разрешил «гореть» (это, конечно, условно) всего лишь 28 минут. Критическая масса составила 46 т урана, размещенного среди 385 т чистого графита, но об этом наши ученые узнали позднее.

Разными путями, и в первую очередь разведывательными, до руководства страны доходили сведения, что в США всерьез занимаются разработкой ядерного оружия. Наступало время, когда надо было и в нашей стране заняться решением урановой проблемы.

Но обстановка на фронтах в 1942 г. была необычайно сложной и опасной, и потому отвлекаться на другие вопросы казалось просто невозможным. И все же 27 ноября 1942 г. Государственный комитет обороны СССР (возглавляемый И. В. Сталиным) поручил Наркомату цветной металлургии (НКЦМ) приступить к добыче урановой руды. Начиная с 1943 г. в Таджикистане, на Табашарском руднике, куда в 1941 г. был эвакуирован одесский филиал Гиредмета НКЦМ, началась добыча и переработка урановой руды с планом получения урановых солей 4 т в год.

О том, как началась эпопея борьбы за освоение ядерной энергии в СССР в тяжелые дни войны 1942 г., рассказывает М. Г. Первухин в своих воспоминаниях, направленных в Политбюро ЦК КПСС в мае 1967 г. Он пишет, что В. М. Молотов при-

гласил к себе М. Г. Первухина и дал ему ознакомиться с докладом иностранных ученых на тему о ядерной энергии. Ознакомившись с докладом, Первухин предложил Молотову подобрать группу специалистов для оценки сведений, изложенных в этом докладе. По рекомендации директора ЛФТИ А. Ф. Иоффе он вызвал к себе тогда еще совсем молодых ученых И. В. Курчатова, А. И. Алиханова и И. К. Кикоина.

В письменном заключении они дали положительную оценку достоверности сведений и предложили организовать в наших физических институтах широкие научно-исследовательские работы по ядерной физике. Об этом было доложено В. М. Молотову, и в начале 1943 г., 15 февраля, было принято решение о создании Лаборатории № 2 АН СССР в целях раскрытия путей овладения энергией деления ядер урана и исследования возможности военного применения энергии урана. Начальником Лаборатории № 2 был назначен И. В. Курчатов. Назначение руководителем «ядерной проблемы» Игоря Васильевича Курчатова, молодого сорокалетнего профессора-физика, вызвало в среде ученых немало толков. Среди различных историй бытовала и такая. Собрали известных ученых: А. Ф. Иоффе, П. Л. Капицу, С. И. Вавилова и спросили, кого бы они рекомендовали на руководство таким большим делом. Назывались разные фамилии, но категоричней всех высказался за Курчатова его учитель Иоффе, называя его талантливым и решительным в своих действиях ученым, уже много сделавшим в ядерной физике.

Итак, во главе очень большого дела встал И. В. Курчатов. В сентябре 1943 г. его выбрали академиком. Тогда же академиком был выбран

А. И. Алиханов, его товарищ и друг. На первых порах ЛИПАН — Лаборатория измерительных приборов АН (так раньше называлась Лаборатория № 2) — ютилась в нескольких комнатах и подвале Сейсмологического института АН СССР в Пыжевском переулке и частично в помещениях Института общей и неорганической химии АН СССР на Калужской улице.

ЛИПАН опекал В. М. Молотов, и по его поручению конкретную помощь осуществлял М. Г. Первухин. Подыскивая постоянное помещение для ЛИПАН, Первухин вместе с Курчатовым осмотрели недостроенные здания Института экспериментальной медицины в Покровском-Стрешневе (на тогдашней окраине Москвы). В одном из корпусов, уже подведенном под крышу, было решено организовать основную лабораторию по ядерной физике. Вся территория, довольно обширная, была закреплена за Лабораторией № 2. Соседнее здание, которое только начинало строиться и позднее ускоренными темпами было достроено, передали под лабораторию И. К. Кикоина по диффузионным методам разделения изотопов урана.

Несколько позднее к работам по ядерной проблеме был привлечен Л. А. Арцимович, ответственный за разработку электромагнитного способа разделения изотопов урана, в которую активно включился профессор Д. В. Ефремов, бывший тогда заместителем наркома электротехнической промышленности. Ближайшим помощником И. В. Курчатова, начиная с 1943 г., был В. В. Гончаров, который рассказывает, что «...по состоянию на 25 апреля 1944 г. в Лаборатории № 2 работало всего 74 человека, из них 25 научных сотрудников, 6 ИТР, 12 рабочих и 31 человек обслуживающего персонала. В

число научных сотрудников входили И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, И. К. Кикоин, И. Я. Померанчук, С. Л. Соболев, Г. Н. Флеров, Б. В. Курчатов, В. А. Давиденко, П. Е. Спивак, В. П. Джелепов, Л. М. Неменов, М. С. Козодаев, И. С. Панасюк и др. Лаборатории № 2 помогали по отдельным заданиям Курчатова некоторые привлеченные организации, такие, как Радиевый институт АН СССР, Гиредмет НКЦМ, Московский электродный завод и некоторые другие».*

В апреле 1944 г. Лаборатория № 2 перебазировалась на свое постоянное место в Покровское-Стрешнево.

Как вспоминает М. Г. Первухин, в 1943 г. в своем первом докладе, написанном по просьбе В. М. Молотова, И. В. Курчатов писал: «На пути технического решения стоят большие трудности, но нет сомнения, что они будут преодолены и человечество получит в свое распоряжение новый мощный источник энергии...»

Эти слова показывают, как глубоко был убежден Курчатов в успешном решении «ядерной проблемы». А трудности были невероятными, и преодолеть их в условиях страны, разоренной войной и лишенной многих предприятий, было очень сложно. В этом же докладе И. В. Курчатов писал, что получение цепной реакции в уране-235 «...связано с разрешением невероятно сложной технической задачи — выделения большого количества этого изотопа из обычного урана. А пока во всех лабораториях мира удалось выделить одну миллионную грамма этого вещества. А нужно десятки килограммов».

Вторым делящимся веществом являлся плутоний-239. В своих вос-

*В. В. Гончаров. Первые этапы решения атомной проблемы в СССР. М., 1990 г., Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова.

поминаниях В. С. Емельянов рассказывает о технических сложностях, возникающих при исследовании физических свойств плутония: временного сопротивления, поперечного сжатия, ударной вязкости и пр. При всем том в распоряжении металлургов находилась только крупница плутония. Академик И. И. Черняев, получив от Курчатова задание, сказал: «Я думал, что самая маленькая вещь на свете — комариный нос, а вы хотите получить от меня пипетку, чтобы мистоль (капли — прим. ред.) комару в нос пускать?!» И. В. Курчатов воскликнул при этом: «Правильно, Илья Ильич, вы прекрасно поняли задачу. Вот именно такая пипетка нам и нужна!!»

И представьте себе, Институт общей и неорганической химии эту невыполнимую задачу решил. С привлечением многих ученых из различных институтов ЛИПАН решал задачи, преодолевая все препятствия, проводя очень много экспериментов. Во многих из них Курчатов участвовал непосредственно.

И. В. Курчатов в период организации ЛИПАН занимался и физическими, и химическими, и инженерными исследованиями, конструируя даже отдельные элементы. В ЛИПАН он привлек крупных теоретиков — Я. Б. Зельдовича, И. Я. Померанчука, С. Л. Соболева и других.

Теоретики и экспериментаторы взаимно обучались будущей ядерной технике. Теоретические и расчетно-оценочные работы велись с чрезвычайной интенсивностью.

Основной задачей ЛИПАН И. В. Курчатов считал проведение исследований, которые позволили бы осуществить цепную реакцию в ядерном реакторе на медленных нейтронах с наработкой плутония-239 и получение изотопов урана-235, т. е. глав-

ных делящихся веществ. В таком реакторе он наметил использовать природный уран, без всякого обогащения, ибо метод промышленного разделения изотопов и получения высокообогащенного изотопа урана-235 был только в «проекте». Все работы, связанные с сооружением ядерного котла (реактором его стали называть значительно позднее), Курчатов взял на себя, разделение изотопов природного урана диффузионным методом поручил И. К. Кикоину, а электромагнитным методом — Л. А. Арцимовичу.

1943 и 1944 годы ушли на организацию и создание лабораторий в ЛИПАН, на подготовительные работы, комплектацию научного коллектива. Правительство помогало. Но только отдельными мерами через М. Г. Первухина, который, будучи наркомом химической промышленности, был полностью загружен работами по восстановлению разрушенных войной заводов. Да и все дело с созданием ядерного оружия было в такой начальной стадии, что правительство не очень было уверено в ближайшем успехе и в необходимости вмешательства. В военной обстановке правительству своих забот хватало с избытком. Центр — ЛИПАН — был создан, ученые работали, такую возможность им предоставили, а дальнейшее жизнь покажет...

В качестве замедлителя нейтронов в реакторе могли быть применены графит, тяжелая вода, бериллий, обычная вода и др. Предпочтение Курчатов отдал графиту, ибо других веществ в больших количествах в те годы получить было невозможно.

Для сооружения исследовательского реактора, не промышленного, поскольку сначала надо было убедиться в получении цепной ядерной реакции на реакторе малой мощности,

требовалось несколько десятков тонн природного урана, а его в стране добывалось мало, поскольку ранее в нем не было необходимости. И тогда, по просьбе И. В. Курчатова, 8 декабря 1944 г. ГКО принял решение о создании в Средней Азии крупного уранодобывающего предприятия на базе месторождений Таджикистана, Киргизии и Узбекистана. Организация и руководство этим предприятием были поручены НКВД СССР, его 9-му Управлению, которое подчинялось заместителю наркома внутренних дел А. П. Завенягину. Ю. Н. Елфимов, автор книги «Маршал индустрии», описывает, как А. П. Завенягин, был привлечен к решению задачи добычи урановой руды*. В кабинете И. В. Сталина состоялся такой диалог: «Товарищ Завенягин, Вы металлург и горняк. Вам известно что-либо о запасах урана?» Завенягин ответил, что ему ничего не известно в отношении урановых руд. Задание Сталина было кратким: «Необходимо найти урановые руды и немедленно начать добычу». Там же, в кабинете Сталина, состоялось знакомство А. П. Завенягина с И. В. Курчатовым.

Первые технические условия на изготовление закиси-окиси урана и металлического урана для исследовательского реактора Ф-1 были выданы И. В. Курчатовым в ноябре 1944 г. В технических условиях были установлены жесткие требования по химическому составу, при которых допускалась минимальная сумма примесей в металле и оговаривалось предельное содержание ряда вредных элементов, загрязняющих уран.

Технология получения металлического урана по заданию ЛИПАН разра-

батывалась в Гиредмете НКЦМ (Народном комиссариате цветной металлургии) у Н. П. Сажина с участием З. В. Ершовой. В книге «Воспоминания об Игоре Васильевиче Курчатове» З. В. Ершова рассказывает**. В Гиредмете по просьбе И. В. Курчатова изготавливались образцы-мишени препаратов соединений урана. Эти препараты принимал сам Курчатов, тщательно обследуя каждую мишень через сильную лупу. Курчатов предложил изготовить лаборатории Н. П. Сажина и З. В. Ершовой несколько килограммов карбида урана высокой степени чистоты. Карбида урана ни в старой России, ни в СССР никогда не производили. В основу метода получения металлического урана был положен способ восстановительной плавки тетрафторида урана металлическим магнием. Эксперимент проводили сразу в укрупненном масштабе с получением килограммовых слитков. Рафинирование осуществляли вакуумной переплавкой в высокочастотной печи, и в декабре 1944 г. был выдан слиток чистого металлического урана массой более одного килограмма.

Это был первый, осязаемый по массе и объему слиток урана в нашей стране. Но для опытного реактора Ф-1 требовалось около 50 т чистого природного урана в виде металлических блоков диаметром 32 и 35 мм общей массой 36 т, а также 9 т шаров диаметром 80 мм из диоксида урана. Такое задание было дано (с утвержденными техническими условиями) заводу № 12 в г. Электросталь под Москвой.

Но задачу получения урановых блоков из природного урана российского производства осуществить было

*Ю. Н. Елфимов Маршал индустрии. Челябинск: Южно-Уральское изд-во, 1991.

**З. В. Ершова Воспоминания об Игоре Васильевиче Курчатове. М.: Наука, 1988.

нельзя, его просто не было. А добыча урановой руды была только в самом начале. Выручил немецкий уран. Его вывезли из Германии, поверженной к тому времени, за счет запасов, накопленных Германией, но не использованных ею. Производство блоков было налажено далеко не сразу, с большими трудностями (дело было новое), с помощью Ю. Н. Голованова, А. Н. Каллистова, Н. Ф. Кваскова, С. И. Золотухи, А. П. Завенягина, П. Я. Антропова. Кстати, справка для сравнения темпов работы в США и у нас. В США задача изготовления металлического урана была решена за 23 месяца (за 1941 г. и 11 месяцев 1942 г.), а в СССР — за шесть месяцев (июнь — ноябрь 1946 г.). Здесь «украденные» секреты (даже если бы они и были) ничего дать не могут. Технология исполнения требует особого оборудования, приборов, специалистов и др. При этом сравнении не следует забывать, что для опытного реактора Энрико Ферми СР-1 в Чикаго требовалось только 6 т урановых блоков, а для реактора Курчатова Ф-1 их надо было иметь 36 т.

Следующей, еще более сложной задачей было получение графита, графитовых блоков, для использования в качестве замедлителя в ядерных реакторах. Графит имеет достаточно высокую температуру плавления, обладает хорошими механическими свойствами, легко поддается обработке. Казалось бы, что для получения графитовых блоков достаточно обратиться на заводы, производящие графитовые электроды электрохимической и электрометаллургической промышленности в целях получения алюминия, электростали, ферросплавов, хлора и т. п.

Но в данном случае для ядерного реактора требовался графит особой чистоты. И. В. Курчатовым в лабора-

тории № 2 были развернуты широкие экспериментальные исследования по графиту: его физических констант, сечения захвата тепловых нейтронов и т. д. Проведены физические испытания на поглощение нейтронов в графитовых призмах, собранных из графитовых электродов лучшего качества разных фирм (помимо отечественных) — немецких и английских. Но все они, даже лучшие из них, оказались не пригодными для ядерного реактора. Требовался графит высокой степени чистоты, примеси даже в незначительных количествах, например бор, железо, титан, являлись вредными поглотителями нейтронов.

Разработку и поставку чистого графита для ядерных реакторов поручили коллективу Московского электродного завода. Прежде всего потребовалось изменить технологию производства графита, включая замену всего оборудования, с тем чтобы избежать появления вредных примесей. Главной задачей оказалось улучшение качества исходного сырья, нефтяного кокса с зольностью не более 0,04%, при этом следует сказать, что наша нефтеперерабатывающая промышленность никогда не выпускала нефтяной кокс с таким низким содержанием золы. Первую партию такого нефтяного кокса удалось получить на московском заводе «Нефтегаз» после проведения больших экспериментальных работ.

Заводу «Нефтегаз» удалось наладить выпуск нефтяного кокса в количестве 100 т в месяц с содержанием золы даже меньше 0,04% и содержанием бора от $1,2 \cdot 10^{-6}$ до $1,7 \cdot 10^{-6}$, т. е. ниже, чем требовалось по ТУ ($5 \cdot 10^{-6}$). Авторами разработки технологии производства ядерно-чистых графитовых блоков были Г. К. Банников, Н. И. Александров, А. В. Котиков, Н. Ф. Правдюк, В. В. Гончаров.

В своем открытом отчете «Атомная энергия для военных целей», вышедшем в свет в 1945 г., Смит (США) писал: «...до 1940 г. углерод никогда до этого не производился в тех количествах и с той степенью очистки, какие необходимы для замедлителя. ...К осени 1942 г. в Чикаго было получено достаточно чистого графита и металлического урана, для того чтобы построить котел с саморазвивающейся цепной реакцией...»

Ядерный котел в Чикаго был задействован 2 декабря 1942 г. Кстати говоря, в книге Смита никаких сведений о способе изготовления графита для ядерных реакторов США, о степени его чистоты и свойствах не приводилось. Впервые эти данные, как упоминает в своих воспоминаниях В. В. Гончаров, были опубликованы США на Первой международной конференции в Женеве в 1955 г.

В последующем выяснилось, что советский графит ядерной чистоты по всем параметрам был лучше, чище американского.

И. В. Курчатов параллельно с сооружением опытного ядерного котла Ф-1 лично контролировал сооружение первого московского циклотрона, на котором он рассчитывал получить некоторое, пусть малое, количество плутония. В конце 1943 г. И. В. Курчатов дал задание своим сотрудникам Л. М. Неменову, В. П. Джелепову и П. Я. Глазунову приступить к работам по сооружению циклотрона в строящемся лабораторном корпусе в Покровском-Стрешневом, т. е. в ЛИПАН.

В это время блокада Ленинграда была снята, и Курчатов направил в ЛФТИ Неменова и Глазунова, предварительно попросив М. Г. Первухина переговорить с руководством Ленинграда об отправке в Москву сохранившегося оборудования цикло-

трона, который должен был быть построен в ЛФТИ, но строительство которого из-за войны было прекращено. В том же 1943 г. детали циклотрона прибыли в двух товарных вагонах в Москву.

А. П. Гринберг рассказывает в своих воспоминаниях, что Курчатов в большом и очень теплом письме директору ЛФТИ П. П. Кобеко и его сотрудникам (письмо было подписано многими сотрудниками ЛИПАН) выразил благодарность за то, что ценнейшее оборудование ядерной лаборатории, спрятанное в подвалах, оказалось в сохранности и теперь в нужный момент будет в Москве использовано. Циклотрон был пущен 25 сентября 1944 г.

Это был первый московский циклотрон, единственный тогда действующий в СССР, на котором уже в 1945 г. были получены первые микрограммы плутония, так необходимые для последующих работ в освоении ядерной энергии. Правда, количество девяносто четвертого элемента было очень мало и далеко от весового измерения, но доступно для изучения.

После поступления графитовых и урановых блоков в Лабораторию № 2 были накоплены в результате проведения экспериментов данные, уточняющие физические параметры. При этом совершенствовалась теория реакторов, выбирались физические характеристики урановых блоков, определялись оптимальные диаметры, шаг их расположения в пространственной решетке в графите. Разведывательные данные, которые поступали в правительство, и все, что имело какое-либо, хотя бы и косвенное, отношение к ядерной проблеме, направлялось по поручению В. М. Молотова в адрес М. Г. Первухина, контролирующего все работы по этой проблеме в стра-

не. А уж М. Г. Первухин знакомил с полученными данными И. В. Курчатова как научного руководителя ядерной проблемы, и с его разрешения Курчаков передавал эти данные исполнителям. Все материалы тщательно изучали, проверяли и перепроверяли, прежде чем принять их за истину.

Несомненно, многие разведданные приносили пользу, но далеко не все, в чем мы убедимся, когда приступим к рассказу о том, как создавалась конструкция первой ядерной бомбы в СССР. По заданию Курчатова в Гиредмете (директор А. П. Зефилов) была, как уже это указывалось, разработана в конце 1945 г. технология получения чистого металлического урана. После многих контрольных проверок в Лаборатории № 2 было принято решение об организации производства металлического урана и изделий из него в г. Электросталь на заводе № 12 бывшего Наркомата боеприпасов.

До этого в Лаборатории № 2 Курчаков по получению достаточных количеств графита и урана изучал все их свойства и проверял на четырех подкритических сборках модели ядерного реактора, которые последовательно собирались в поисках оптимального варианта.

Все это позволило Курчакову оценить, правда, в достаточно приближенной степени, критические размеры сооружаемого первого в СССР опытного ядерного реактора с необходимым количеством урановых блоков (до 50 т) и графитовых блоков (до 500 т).

Теория цепной реакции деления ядер урана с размножением нейтронов была разработана Я. Б. Зельдовичем и Ю. Б. Харитоном. В результате теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в Лабо-

ратории № 2, было установлено, что процесс размножения нейтронов при цепной реакции может существенно уменьшаться за счет резонансного поглощения нейтронов природным ураном-238. Чтобы значительно уменьшить этот неблагоприятный эффект в гомогенной смеси уран-графит, было предложено не использовать в реакторе смесь урана с замедлителем (графитом), а размещать уран в виде отдельных блоков в массе замедлителя с определенным шагом в решетке, т. е. создать гетерогенную систему.

Такие теоретические расчеты были выполнены в 1943 г. И. И. Гуревичем и И. Я. Померанчуком. Для опытного реактора Ф-1 было построено специальное здание. И когда было получено достаточное количество урановых блоков и графита, качество которых было проконтролировано физическими методами, приступили к монтажу реактора.

Активная зона реактора Ф-1 представляла собой сферу диаметром 6 м, сложенную из графитовых блоков размером 100х100х600 мм. Она была окружена отражателем толщиной 800 мм, выполненным из графитовых блоков. В графитовых блоках просверлили 30 тысяч отверстий для урана с образованием пространственной решетки с определенным шагом. В реакторе было размещено три вертикальных канала для стержней управления, а также шесть горизонтальных экспериментальных каналов.

Все усилия Лаборатории № 2 Курчаков направлял на сооружение экспериментального реактора, без пуска которого нельзя было быть уверенным в осуществлении управляемой ядерной цепной реакции. В связи с принятым ГКО СССР решением о создании научного центра под руко-

водством И. В. Курчатова правительство оказывало этому центру — Лаборатории № 2 — помощь, но, скажем прямо, в ограниченном масштабе, не считая его работу важнейшей для страны. Как уже говорилось, Лаборатории № 2 были предоставлены помещения в московских институтах в виде нескольких отдельных комнат, т. е. она была размещена на птичьих правах, была разрешена прописка в Москва-ста человек, но без предоставления жилья, и т. д., в качестве постоянного места расположения были переданы недостроенные здания в Покровском-Стрешневе.

Правительство не ожидало и не требовало от ученых быстрой отдачи. Разведанные показывали, что в США ведутся работы по созданию ядерного оружия, но, по-видимому, не в ближайшей перспективе.

Разрушение японских городов Хиросимы и Нагасаки 6 и 9 августа 1945 г. американскими ядерными бомбами показало, что Соединенные Штаты Америки владеют невиданной мощью — ядерной энергией — и могут ею распоряжаться так, как сочтут это необходимым. Стало очевидным, что СССР должен ликвидировать монополию США на ядерное оружие и создать в противовес США свою собственную ядерную бомбу.

Буквально через несколько дней после получения сведений о разрушении японских городов при Государственном комитете обороны СССР 20 августа 1945 г. был образован Специальный комитет, постановление о создании которого приводится ниже полностью.

**«Государственный
Комитет Обороны СССР
Постановление ГОКО-9887
от 20 августа 1945 г. Москва, Кремль**

**О Специальном Комитете при ГОКО
Государственный Комитет Обороны
постановляет:**

1. Образовать при ГОКО Специальный Комитет в составе тт.:

1. Берия Л. П. (председатель)
2. Маленков Г. М.
3. Вознесенский Н. А.
4. Ванников Б. Л.
5. Завенягин А. П.
6. Курчатов И. В.
7. Капица П. Л.
8. Махнев В. А.
9. Первухин М. Г.

2. Возложить на Специальный Комитет при ГОКО руководство всеми работами по использованию внутриатомной энергии урана:

развитие научно-исследовательских работ в этой области;

широкое развертывание геологических разведок и создание сырьевой базы СССР по добыче урана, а также использование урановых месторождений за пределами СССР (в Болгарии, Чехословакии и других странах);

организация промышленности по переработке урана, производству специального оборудования и материалов, связанных с использованием внутриатомной энергии;

а также строительство атомно-энергетических установок, разработка и производство атомной бомбы.

3. Для предварительного рассмотрения научных и технических вопросов, вносимых на обсуждение Специального Комитета при ГОКО, рассмотрения планов научно-исследовательских работ и отчетов по ним, а также технических проектов сооружений, конструкций и установок по использованию внутриатомной энергии урана создать при комитете Технический совет в следующем составе:

1. Ванников Б. Л. (председатель)
2. Алиханов А. И. — академик (ученый секретарь)
3. Вознесенский И. Н. — член-корреспондент Академии наук СССР
4. Завенягин А. П.
5. Иоффе А. Ф. — академик
6. Капица П. Л. — академик
7. Киконин И. К. — член-корреспондент Академии наук СССР
8. Курчатov И. В. — академик
9. Махнев В. А.
10. Харитон Ю. Б. — профессор
11. Хлопин В. Г. — академик

4. Для непосредственного руководства научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями и промышленными предприятиями по использованию внутриатомной энергии урана и производству атомных бомб организовать при СНК СССР Главное Управление — Первое Главное Управление при СНК СССР, подчинив его Специальному Комитету при ГОКО.

5. Обязать Специальный Комитет при ГОКО разработать и представить на утверждение Председателя ГОКО план работ Комитета и Первого Главного Управления при СНК СССР и мероприятия по их осуществлению.

6. Специальный Комитет ГОКО принимает оперативные меры по обеспечению выполнения заданий, возложенных на него настоящим постановлением; издает распоряжения, обязательные к выполнению для наркоматов и ведомств, а в случаях, требующих решения Правительства, вносит свои предложения непосредственно на утверждение Председателя ГОКО.

Специальный Комитет при ГОКО имеет свой аппарат, смету расходов и текущий счет в Госбанке СССР.

7. Специальный Комитет при ГОКО определяет и утверждает для Первого Главного Управления при СНК СССР размер потребных ему

денежных ассигнований, рабочей силы и материально-технических ресурсов с тем, что Госпланом СССР эти ресурсы включаются в балансы распределения как «Специальные расходы ГОКО».

8. Председателю Госплана СССР т. Вознесенскому Н. А. организовать в Госплане СССР Управление по обеспечению заданий Специального Комитета при ГОКО.

Назначить начальником указанного управления зам. Председателя Госплана СССР т. Борисова Н. А., освободив его от другой работы по Госплану и ГОКО.

9. Установить, что финансирование расходов и содержания Специального Комитета при ГОКО, Первого Главного Управления при СНК СССР, научно-исследовательских, конструкторских, проектных организаций и промышленных предприятий последнего, а также работ, выполняемых другими наркоматами и ведомствами по приказам Управления, относится на союзный бюджет по статье «Специальные расходы «ГОКО».

Финансирование капитального строительства для Первого Главного Управления проводить через Госбанк.

Освободить Первое Главное Управление и подведомственные ему учреждения и предприятия от регистрации штатов в финансовых органах.

10. Утвердить начальником Первого Главного Управления при СНК СССР и заместителем Председателя Специального Комитета при ГОКО тов. Ванникова Б. Л. с освобождением его от обязанностей Народного Комиссара Боеприпасов.

Утвердить заместителями начальника Главка:

Завенягина А. П. — первый заместитель

Борисова Н. А. — заместитель
Мешлика П. Я. — заместитель
Антропова П. Я. — заместитель
Касаткина А. Г. — заместитель

11. Установить, что Первое Главное Управление при СНК СССР, его предприятия и учреждения, а также работы, выполняемые другими наркоматами и ведомствами для него, контролируются Специальным Комитетом при ГОКО.

Никакие организации, учреждения и лица без особого разрешения ГОКО не имеют права вмешиваться в административно-хозяйственную и оперативную деятельность Первого Главного Управления, его предприятий и учреждений или требовать справки о его работе или работах, выполняемых по заказам Первого Главного Управления. Вся отчетность по указанным работам направляется только Специальному Комитету при ГОКО.

12. Поручить Специальному Комитету в 10-дневный срок внести на утверждение Председателю ГОКО предложения о передаче Первому Главному Управлению при СНК СССР необходимых для его работы научных, конструкторских, проектных, строительных организаций и промышленных предприятий, а также утвердить структуру, штаты и оклады работников аппарата Комитета и Первого Главного Управления при СНК СССР.

Председатель Государственного
Комитета Обороны И. Сталин»

Итак, в задачу Специального комитета ГОКО входила быстрейшая ликвидация монополии США в области ядерного оружия.

То, что во главе Специального комитета ГОКО, на который было возложено руководство всеми работами

по использованию внутриатомной энергии урана, стал Л. П. Берия, было сделано далеко не случайно. Будучи руководителем НКВД, он получал данные разведки о работах, проводимых в Англии и США в области научных изысканий по освоению ядерной энергии в военных целях. Регулярно докладывал И. В. Сталину о необходимости проведения подобных работ в СССР, он указывал, что «Верховное военное командование Англии считает принципиально решенным вопрос практического использования ядерной энергии для военных целей...» и что то же самое делается и в США. Все нити разведанных потоком сходились к Берия, он полностью был в курсе хода событий по созданию сверхсекретного ядерного оружия.

Кроме того, в распоряжении НКВД находилось громадное количество бесплатной рабочей силы в концлагерях.

Заклоченные работали в таежной глуши, на угольных шахтах, добыче полезных ископаемых, строительстве водных каналов. Их бросали на самые трудные и тяжелые работы, не спрашивая на это их согласия. НКВД в состоянии был выполнить любые задания «руководящего верха».

Л. П. Берия с 1938 г. возглавлял НКВД СССР, до этого работая в органах ЧК и НКВД Азербайджана и Грузии. Эти ведомства под руководством Берия осуществляли массовые аресты и казни, жестокие операции по выселению коренных жителей Ингушетии, Чечни, Осетии, крымских татар, калмыков и других народностей в глухие степи Казахстана, Средней Азии. Во время войны с гитлеровской Германией Берия создал СМЕРШ и заградительные отряды, принесшие гибель многим людям.

Но у Берия — карателя и организатора массовых арестов — было и другое лицо. Будучи по природе своей очень умным человеком, с хорошей технической хваткой (в молодости он окончил механико-строительное техническое училище, увлекался архитектурой), он стал в предвоенные и военные годы крупнейшим организатором военной техники. Курируя по поручению Сталина военные отрасли промышленности в годы войны, руководя соответствующими наркоматами, он сумел наладить выпуск многих тысяч танков, самоходных артиллерийских установок, многих миллионов боеприпасов, снарядов, обеспечивал в тылу бесперебойную работу металлургии — черной и цветной и др.

Среди всех членов Политбюро ЦК КПСС и других высших руководителей страны Берия оказался наиболее подготовленным в вопросах технической политики и техники. Все это я знал не понаслышке, а по личным контактам с ним по многим техническим вопросам, касавшимся танкостроительной и ядерной тематики. В интересах исторической справедливости нельзя не сказать, что Берия, этот страшный человек, руководитель карательного органа нашей страны, сумел полностью оправдать доверие Сталина, использовал весь научный потенциал ученых ядерной науки и техники (Курчатова, Харитона и многих, многих других), имевшийся в нашей стране. Он придал всем работам по ядерной проблеме необходимые размах, широту действий и динамизм. Он обладал огромной энергией и работоспособностью, был организатором, умеющим доводить всякое начатое им дело до конца. Часто выезжал на объекты, знакомился с ходом и результатами работ, всегда оказывал необходимую помощь и в то же

время резко и строго расправлялся с нерадивыми исполнителями невзирая на их чины и положение. В процессе создания первой советской ядерной бомбы его роль была в полном смысле слова неизмеримой. Его усилия и возможности в использовании всех видов и направлений отраслей промышленности страны в интересах создания ядерной индустрии, научно-технического потенциала страны и громадных масс заключенных, страх перед ним обеспечили ему полную свободу действий и победу советскому народу в этой научно-технической эпопее.

30 августа 1945 г. решением Совнаркома СССР было оформлено образование Первого главного управления (ПГУ) при Совнаркоме СССР для практического осуществления мероприятий, связанных с использованием ядерной энергии. В состав ПГУ несколько позднее вошли: В. С. Емельянов — заместитель наркома металлургической промышленности, Е. П. Славский — заместитель наркома цветной металлургии, А. Н. Комаровский — начальник Главпромстроя НКВД.

27 августа состоялось первое заседание Технического совета при Специальном комитете.

30 августа 1945 г. в подчинение ПГУ при СНК СССР было передано предприятие-завод № 12 Наркомата боеприпасов в г. Электросталь.

Тогда же в конце августа был создан Инженерно-технический совет под председательством М. Г. Первухина.

На этих советах в сентябре 1945 г. были рассмотрены вопросы о состоянии научно-исследовательских и практических работ в Лаборатории № 2 и привлеченных институтах Академии наук в области использования внутриатомной энергии. В качестве при-

меров приведем названия докладов, с которыми выступили: 5 сентября И. В. Курчатова, Г. Н. Флерова, А. И. Алиханова — Об исследованиях по получению плутония в уран-графитовых реакторах (котлах), охлаждаемых легкой водой, и в уран-тяжеловодных реакторах; 6 сентября И. К. Киоин, П. Л. Капица — О состоянии исследований по получению обогащенного урана газо-диффузионным методом; 10 сентября Л. А. Арцимович, А. Ф. Иоффе — Об обогащении урана электромагнитным методом.

После создания Специального комитета и ПГУ период проведения научно-исследовательских и промышленных работ ограниченными силами только одних ученых и инженеров закончился. Государство полностью включилось в руководство ядерной проблемы и оказание всей необходимой помощи для овладения ядерным оружием.

Нужна была мощная производственная база, очень специфичная и резко отличная от всего, что когда-либо было создано в нашей стране, для получения расщепляющихся материалов — плутония и урана-235.

Организация Спецкомитета и ПГУ для оказания помощи ученым и воздействия на них и руководителей министерств и ведомств всех организаций и предприятий, нужных и привлекаемых для скорейшего создания ядерной бомбы, придала решению этой проблемы форму высочайшей государственной ответственности. Спецкомитет, его члены обладали (по своему должностному положению) всем необходимым, чтобы применять все виды административного воздействия на тех руководителей (независимо от их ранга и служебного положения), которые пытались как-либо уклониться от выполнения

требований по оказанию помощи ученым Лаборатории № 2.

Все должно было неукоснительно выполняться и обеспечиваться. Отказы не принимались. Все требования надо было выполнять быстро и качественно. В стране существовал и был установлен строгий и твердый порядок, обязательный для всех без исключения руководителей ведомств. Нельзя было начинать строительство нового или реконструкцию старого предприятия без предварительно рассмотренных и утвержденных соответствующими органами проектов и смет. А организациям ПГУ был разрешен порядок начинать любое дело, любое строительство, любой заказ на оборудование без утвержденных проектов и смет. Работы выполнялись по так называемым чертежам-белякам, по фактическим расходам. Чертежи-беляки отправлялись в дело прямо с чертежного стола конструктора или проектанта. Это приводило (и довольно часто) к лишним затратам, к вынужденным переделкам и даже к бросовым работам. Но все это в конечном счете окупалось быстротой решения, быстротой исполнения.

Главное — не снижать быстроты выполнения работ. Темпы, темпы и еще раз темпы! Вот был главный и решающий лозунг при создании первой советской ядерной бомбы.

Говоря о сложности создания ядерного оружия, уместно привести высказывание из доклада Э. Теллера, который был сделан в 1961 г. на общеамериканской конференции по проблемам руководства комплексными программами, в том числе и по программам ядерной и водородных бомб*. Он писал: «У нас было четыре

*Наука — техника — управление: Пер. с англ. М.: Советское радио, 1966.

пути, каждый из которых вел к производству расщепляющихся материалов. Производство расщепляющихся материалов — самый трудный момент в создании ядерной бомбы. Когда страна достигнет этого и успешно его осуществит, то можно считать, что через несколько месяцев она будет обладать бомбой».

В программе по созданию ядерной бомбы наибольшую трудность представлял огромный размах работ, которые необходимо было осуществить по проектированию, технической разработке и освоению производства расщепляющихся материалов. Выполнить весь необходимый объем работ в военный период могли лишь страны, имеющие мощную экономику и возможности мобилизовать все необходимые материальные и людские ресурсы. Во время войны такой страной могли быть только Соединенные Штаты Америки.

Какие же это четыре пути получения ядерной взрывчатки, реализовать каждый из которых много сложнее, чем сконструировать и создать саму ядерную бомбу? Эти пути изучались учеными, и хорошо известно, что уже 17 июня 1942 г., когда США развернули практические работы по созданию ядерного оружия, они были изложены Президенту США в специальном докладе:

электромагнитное разделение урана;

диффузионное разделение урана; разделение урана на центрифугах с получением делящегося изотопа урана-235;

получение плутония-239 с помощью управляемой самоподдерживающейся цепной ядерной реакции.

В то время нельзя было сказать, каким из этих способов будет легче и дешевле получить ядерную взрыв-

чатку. И работы в США велись по всем программам.

Как видим, примерно такая же программа работ была предложена Курчатовым, за исключением работ по разделению урана на центрифугах для получения делящегося изотопа урана-235. Курчатов хорошо понимал, что овладение методом центрифуг потребует исключительно сложного оборудования, аппаратуры и автоматизации, которыми наша страна не располагала, а в условиях только что окончившейся войны и разрушения почти всех отраслей промышленности это тем более было невозможно.

В скором освоении методов диффузии и электромагнитного способа, как нам кажется, у него особой уверенности не было. Надо также заметить, что И. В. Курчатов никогда и нигде никаких сомнений не высказывал. Но главные силы, все свое умение и талант он направлял на освоение реакторной технологии, на уран-графитовые реакторы. В своих воспоминаниях В. В. Гончаров рассказывает, что Курчатов считал, что создание уран-графитового реактора быстрее всего приведет к изготовлению ядерного оружия.

Работая с конца 1946 г. заместителем начальника ПГУ в качестве куратора и ответственного вместе с И. К. Кикоиным за освоение метода газовой диффузии получения высокообогащенного урана-235, я ощущал, чувствовал, что И. В. Курчатов, имея в своей ядерной программе задачу получения урана-235, не считал эту задачу главной, первоочередной. Все его помыслы и силы были отданы быстрейшему получению плутония-239. Это было видно по его отношению к объекту № 813. Туда он наезжал очень редко, и его визиты были очень кратковременными, фактически

ки даже без ночевки. В то же время на объекте № 817, где сооружался уран-графитовый реактор, он бывал часто, а затем и просто жил там, следя за всем и концентрируя там все свои научные силы и руководство Спецкомитета и ПГУ*.

Только теперь, после раскрытия многих закрытых документов, мне стало понятно, что мои интуитивные соображения были верными. И. В. Курчатов в своей пространной восьмистраничной записке, написанной от руки в единственном экземпляре, в адрес М. Г. Первухина (заместителя Председателя Совета Народных Комиссаров Союза ССР) под грифом «совершенно секретно» четко сказал в разделе «Трансураны и урановая бомба»: «Если в действительности эка-осмий обладает такими же свойствами, как и уран-235, его можно будет выделить из «уранового котла» и употребить в качестве материала для «эка-осмиевой» бомбы. Бомба будет сделана, следовательно, из «неземного» материала, исчезнувшего на нашей планете.

Как видно, при таком решении всей проблемы отпадает необходимость разделения изотопов урана, который используется и как топливо, и как взрывчатое вещество».

Вышеприведенная записка в адрес М. Г. Первухина была подписана и послана И. В. Курчатовым 22 марта 1943 г., т. е. уже тогда И. В. Курчатовым был взят основной курс на создание уранового котла и это стало целью всей его деятельности. И первая советская ядерная бомба была начинена эка-осмием, т. е. плутонием, и взорвана в августе 1949 г.

Надо указать, что к реакторам на тяжелой воде он особых симпатий не высказывал. Причина одна — сложность и большая энергоемкость получения тяжелой воды. Хотя в то же

время преимущества тяжеловодных реакторов перед уран-графитовыми несомненны.

*
*
*

В результате, как это уже указывалось, к августу 1945 г. удалось разработать и освоить специальный технологический процесс и начать производственный выпуск графита необходимого качества, который стал поступать в Лабораторию № 2 для сооружения опытного реактора Ф-1.

Немного позднее стали прибывать с завода № 12 и урановые блоки. По мере поступления графитовых и урановых блоков днем и ночью в палатках и землянках собирались графитовые призмы с ураном. Наконец приступили к монтажу реактора Ф-1, и наступил момент, по-видимому, важнейший в жизни Игоря Васильевича Курчатова, когда последние приготовления заканчивались и надо было начинать пуск реактора.

Утром 25 декабря 1946 г. стало ясно, что уже все готово и надо приступать к самому ответственному моменту — пуску реактора. Проведены все работы, Курчатов вновь и вновь все проверил сам и, как говорится, все ощупал. Вновь вчитался в программу пуска, составленную им самим и отработанную со своими ближайшими сотрудниками. Отпустил всех рабочих и сотрудников, оставив для участия в пуске четырех своих ближайших помощников — И. С. Панасюка, А. К. Кондратьева, Б. Г. Дубовского и Е. Н. Бабулевича. Вместе с ними еще раз проверил готовность всех систем управления и защиты реактора. Наступил решающий момент.

Курчатов сам сел за пульт первого реактора, сам двигал регулирующие стержни, следил за работой счетчиков и ионизационных камер, сам

осуществлял этот первый пуск и следил, не отрывая взгляда, за «зайчиком» гальванометра, соединенного с основным индикатором мощности реактора. И вот вспыхнули световые сигналы и взвыли звуковые сирены.

В котле началась цепная саморазвивающаяся ядерная реакция. Это были первые зримые и слышимые знаки победы. Волнение всех присутствующих достигло предела, когда дублирующая установка, расположенная в подземной лаборатории, начала щелкать все быстрее и быстрее. Курчатов нажал на кнопку сброса аварийных стержней — сигналы индикаторов стали исчезать.

Цепная реакция, вызванная волей человека, была человеком же и остановлена, погашена. Так, в 6 часов вечера 25 декабря 1946 г. в Москве, впервые на европейском континенте, была получена самоподдерживающаяся управляемая цепная реакция деления урановых ядер. Это была победа, торжество, наконец был пройден первый этап, ведущий к получению нового, искусственного делющегося вещества 94-го элемента, плутония, — вещества, не имеющегося в природе, созданного волей, умом и руками человека. В Москве это торжество прошло незамеченным. Нигде о нем не писалось, по радио не сообщалось. Это была глубокая тайна. Никто извне, т. е. за пределами нашей страны, не должен был знать, что СССР владеет секретом получения плутония и что таким образом он близок к созданию своего ядерного оружия.

Когда о пуске физического реактора было доложено И. В. Сталину, то (как рассказывает об этом М. Г. Первухин) он «... с большим пристрастием расспрашивал И. В. Курчатова и других о значении этого события. Убедившись в достовернос-

ти наших сообщений и соображений, он предложил держать этот факт в самом строгом секрете, чтобы заграничная разведка об этом достижении в СССР не разнюхала».

И ведь что интересно, и об этом нельзя еще раз не сказать, в США, в Чикаго, 2 декабря 1942 г. впервые в мире была осуществлена цепная самоподдерживающаяся ядерная реакция деления ядер урана на реакторе, который построил и которым руководил крупнейший всемирно прославленный итальянский ученый-эмигрант, бежавший от фашистов, — Энрико Ферми.

Спасаясь от преследований Муссолини и Гитлера, многие крупные ученые эмигрировали и оседали в США. Такие ученые, как Альберт Эйнштейн, Эдвард Теллер, Виктор Вайскопф, Лео Сцилард, Энрико Ферми, Нильс Бор и многие другие, стали инициаторами овладения ядерной энергией. Они боялись, что Германия сможет первой овладеть страшным ядерным оружием. Единственным спасением было создать ядерную бомбу в США, тем самым опередить Гитлера и не дать ему возможность покорить Европу и весь мир.

Они обратились с письмом к президенту США Франклину Рузвельту и убедили его приступить к созданию ядерного оружия. США, это богатейшая страна в мире, обладающая высокоразвитой наукой и техникой во всех областях, высокоразвитой индустрией, могла позволить израсходовать на Манхэттенский проект (так называлась организация, занимавшаяся созданием и освоением ядерного оружия) ни много ни мало как два с лишним миллиарда долларов (это в 1940—1945 гг.!).

Между тем у нас вся работа по овладению ядерным оружием проходила в разоренной войной стране с

участием только наших советских ученых, конструкторов, инженеров и рабочих, с использованием только наших советских материалов, оборудования и аппаратуры.

Невозможно сравнивать США, жившие мирно и богатевшие от войны, с нашей страной, разоренной, пережившей войну, оккупацию многих своих районов, регионов, потерявшей в войну почти 25 миллионов человек, в то время как США потеряли не многим более полумиллиона.

Тем не менее мы в сроки, потребных для освоения и создания ядерной бомбы, не отстали от США. В декабре 1942 г. был пущен в США, в Чикаго, первый в мире исследовательский ядерный реактор, в июле 1945 г. было проведено испытание ядерной бомбы на полигоне в штате Невада в США, т. е. через 2 года 7 месяцев.

В декабре 1946 г. был пущен в Москве первый в Европе исследовательский ядерный реактор, а в августе 1949 г. на Семипалатинском полигоне было проведено испытание первой советской ядерной бомбы, т. е. через 2 года 8 месяцев.

Итак, в США — через 2 года 7 месяцев, а в СССР — через 2 года 8 месяцев. В этом факте четко проявляется ум, трудолюбие и смекалка нашего народа. Раз надо, то будет сделано даже в труднейших и сложнейших условиях.

Но было и еще одно обстоятельство, о котором никто не говорил ни с кем, даже с закадычным другом. Все ведущие ученые и инженеры, руководители всех рангов отлично понимали, что если в конечном счете на испытательном полигоне не будет получен ожидаемый, положительный результат, то всем (во всяком случае большинству из них) неотвратимо грозит суровое наказание.

В своих воспоминаниях М. Г. Первухин, один из первых, привлеченных к ядерной проблеме, ответственный в качестве министра за химическую промышленность страны и одновременно заместитель Председателя Совета Министров СССР, писал: «Колоссальный труд наших ученых, инженеров и рабочих увенчался грандиозным успехом. Советский Союз создал ядерную бомбу и тем самым лишил США монопольного положения. ...На нас лежала колоссальная ответственность за успешное решение ядерной проблемы... Мы все понимали, что в случае неудачи нам бы пришлось понести суровое наказание за неуспех...»

Да, это было. Это наказание было возможным и неотвратимым и для самого М. Г. Первухина, кстати, без суда и следствия. Такова уж была система, установленная в нашей стране И. В. Сталиным и твердо выполнявшаяся Л. П. Берия.

И ведь показательно (и ярко характеризует нашу прошлую жизнь), что неприкрытую боязнь, страх наказания высказывает в своих воспоминаниях один из ведущих и очень умных руководителей страны, обладающий крупнейшими знаниями, инженер М. Г. Первухин. А что уж говорить о рядовых участниках решения ядерной проблемы, они-то хорошо знали, что могут быть незаслуженно и беспощадно наказаны. Но, в конце концов, все прошло благополучно, испытания на Семипалатинском полигоне подтвердили, что СССР овладел тайнами ядерной энергии, получил в свое распоряжение ядерную бомбу и ликвидировал монополию США на владение ею.

И все участники были награждены орденами и медалями или поощрены званиями, никто не был забыт.

И. В. Курчатов в 1958 г. писал: «Вспоминаю волнение, с которым впервые на континенте Европы мне с группой сотрудников довелось осуществить цепную реакцию деления в Советском Союзе на уран-графитовом реакторе».

Создание и пуск реактора Ф-1 под руководством Курчатова — крупнейшее достижение советской науки и техники того периода, первый этап в решении сложнейшей и труднейшей проблемы. Это был, без всякого преувеличения, трудовой подвиг ученых, инженеров и рабочих, создавших первый реактор и, что не менее важно, урановую и графитовую промышленность. Выполненные на реакторе Ф-1 исследования имели огромное значение. Были измерены основные ядерные константы, определена оптимальная решетка для первого промышленного реактора, уточнены его расчетные характеристики, изучены вопросы управления и регулирования, безопасности и средств защиты от излучений. В октябре 1944 г. был получен искусственный элемент плутоний путем облучения соединений урана радий-бериллиевым источником в мизерном (индикаторном) количестве, а затем на московском циклотроне в Лаборатории № 2 в 1945—1946 гг. химик Б. В. Курчатов (брат И. В. Курчатова) выделил из 50 кг соединений урана несколько микрограммов плутония. А после пуска реактора Ф-1, периодически работая на повышенных мощностях, Б. В. Курчатов активно участвовал в выделении 23,5 мкг плутония из десятков килограммов облученных урановых блоков.

С помощью действовавшего реактора Ф-1 был разработан метод количественного контроля (по изменению реактивности) физических

свойств урана, графита и уран-графитовых решеток. По этому методу проверялось качество урана, графита и других изделий, выпускавшихся для первого промышленного реактора.

Интересно отметить, что проектирование первого промышленного реактора по указанию Курчатова было начато еще до пуска реактора Ф-1. Настолько была сильна уверенность Курчатова в положительном исходе пуска Ф-1, да и сроки поджимали. Курчатову не хотелось терять время. И он с отчаянным риском, в том числе и лично для себя, пошел на то, чтобы как главный научный руководитель ядерной проблемы приступить к проектированию, а потом и к строительству крупнейшего промышленного ядерного уран-графитового реактора, а затем и сложнейшего радиохимического завода по разработкам В. Г. Хлопина (РИАН).

К этому времени И. В. Курчатов имел большой теоретический багаж и, кроме того, получал разведывательные данные о ходе работ по использованию ядерной энергии в военных целях в Англии и США. Пройденные этапы работ по Манхэттенскому проекту в США внушали ему уверенность.

В марте 1946 г. (а Ф-1 был пущен в декабре 1946 г.) в конструкторских бюро под руководством И. В. Курчатова началась параллельная разработка двух вариантов промышленного реактора в горизонтальном и вертикальном исполнениях. Главным конструктором вертикального исполнения был Н. А. Доллежал, директор НИИ химического машиностроения, а горизонтального — Б. М. Шелкович, руководитель КБ Подольского машиностроительного завода.

В Лаборатории № 2 шла усиленная работа по изучению и возмож-

ности получения высокообогащенного изотопом урана-235. Состояние работ по этому направлению на Техническом совете было доложено в первых числах сентября 1945 г. Работа шла по нескольким выбранным технологиям:

по газодиффузионному методу работы шли под руководством профессора чл.-корр. И. К. Кикоина,

по электромагнитному — профессора чл.-корр. Л. А. Арцимовича,

по термодиффузии — чл.-корр. А. П. Александрова.

В конце 1945 г. Спецкомитет принял решение о привлечении в целях ускорения работ оборонных отраслей промышленности с их конструкторами и технологами.

В помощь И. К. Кикоину для ускорения работ по газовой диффузии 27 декабря 1945 г. правительство приняло решение об организации Особого конструкторского бюро на Кировском заводе в Ленинграде (ОКБ ЛКЗ, главный конструктор С. А. Аркин) и на Горьковском (Нижний Новгород) машиностроительном заводе ОКБ ГМЗ во главе с директором этого завода А. С. Еляном и главным конструктором А. И. Савиным.

ЛКЗ обладал большим опытом в турбостроении, а ГМЗ — в области создания артиллерийских систем. С первых месяцев 1946 г. обе эти конструкторские организации интенсивно включились в работу. Научное руководство разработками диффузионного метода было возложено на трех ученых во главе с И. К. Кикоиным: И. К. Кикоина — физика процессов, И. Н. Вознесенского — инженерные решения, С. Л. Соболева — расчетно-теоретические работы.

Для решения смежных вопросов были привлечены предприятия и институты различных ведомств. Такими вопросами были производство

гексафторида урана, электрооборудование, контрольно-измерительные приборы, разработка и изготовление подшипников, специальной смазки для них, оборудование вакуумной техники и многое другое.

Отечественный опыт, накопленный в лабораториях страны до 1946 г., был явно недостаточен, хотя научный задел и был. Так, в 1934 г. А. И. Бродский впервые получил небольшое количество тяжелой воды (дейтерия) методом электролиза. В конце 30-х годов немецкий ученый-эмигрант Ф. Ланге в Харьковском физико-техническом институте вел лабораторные опыты с применением горизонтальной высокооборотной центрифуги в целях разделения изотопов отдельных веществ. В 1945 г. эта установка Ланге была перебазирована в Москву, в Лабораторию № 2 к Кикоину.

В 1944–1945 гг. Л. А. Арцимович, создавая электромагнитный метод разделения изотопов урана на ионах его фтористого соединения, установил возможность развития этого метода.

Некоторый успех сопутствовал исследованиям по разделению гексафторида урана диффузией против потока пара, которые проводил Д. Л. Симоненко в Лаборатории № 2. Образцы с заметным обогащением по урану-235 были получены в 1947 г.

Вопрос о выборе метода промышленного получения высокообогащенного урана изотопом-235 после длительных обсуждений был решен в пользу диффузионного метода.

Появившаяся в США в 1945 г. и переведенная на русский язык книга Г. Д. Смита «Атомная энергия для военных целей», как официальный отчет о разработке ядерной бомбы под наблюдением правительства

США принесла нашим специалистам несомненную пользу. Г. Д. Смит указывал, что серьезное изучение метода диффузии было начато в США с середины 1941 г. В конце 1941 г. была в принципе доказана возможность разделения шестифтористого урана посредством одноступенчатой диффузионной установки с пористыми перегородками... Для людей, работавших по газовой диффузии, период до 1945 г. был наполнен упорным трудом... *Вероятно больше, чем какая-либо другая группа в Манхэттенском проекте, группа, работавшая над газовой диффузией, заслуживает награды за храбрость и настойчивость, так же как и за научные и технические дарования*» (выделено нами).

С января 1943 г. в США была разрешена постройка завода в долине реки Теннесси, в Клинтоне. Ядерная бомба, сброшенная 6 августа 1945 г. на Хиросиму, была изготовлена из высокообогащенного урана. Таким образом, решение научно-технического совета о выборе диффузионного метода было подтверждено опытом США.

*
* *

Научный руководитель инженерных разработок диффузионной проблемы, заведующий кафедрой гидромашин Ленинградского политехнического института профессор И. Н. Вознесенский в начале 1946 г. выдал ОКБ Горьковского машиностроительного завода техническое задание на разработку и изготовление стенда для отработки конструкции гидравлического уплотнения вращающего вала.

Одновременно И. Н. Вознесенский выдал задание ОКБ Кировского завода на разработку 24-ступенчатой диффузионной машины.

Параллельно был подготовлен технический проект 30-ступенчатого агрегата, который Вознесенский передал для рабочего проектирования ОКБ ГМЗ. Но там полученный проект был забракован как нетехнологичный и непригодный к серийному производству. Тогда ГМЗ получил совместное с конструкторами И. Н. Вознесенского задание разработать под его руководством новый проект и в процессе разработки, не теряя ни одного дня, превращать чертежи в металл, не боясь неизбежных переделок. Главное было выиграть время. Была также поставлена задача уже в 1946 г. изготовить два таких агрегата. Заказу на ГМЗ была дана «зеленая улица». Главным конструктором этой системы, получившей индекс НВК ЗИС-30, правительство назначило И. Н. Вознесенского, а его заместителем — А. И. Савина, главного конструктора артиллерийского производства ГМЗ.

Однако к концу 1946 г. и ОКБ ЛКЗ (в Ленинграде), и ОКБ ГМЗ (в Горьком) пришли к однозначному выводу, что принятая и столь энергично продвигаемая концепция многоступенчатой машины ошибочна, она заводит в тупик. Появившийся отчет Г. Д. Смита показал, что следует по примеру американцев разрабатывать одноступенчатую машину и по числу их должно быть очень много. С вертикальной компоновкой такая система становится технологичной.

Но беды и неудачи этим не ограничивались, они еще были впереди. И об этом будет рассказано дальше, в отдельной главе, посвященной освоению газодиффузионного метода в нашей стране.

*
* *

Пуск и освоение физического реактора Ф-1 в конце декабря 1946 г.

означали, что этап накопления и освоения необходимых данных и, главное, материальных условий (в смысле получения высокочистого графита и урановых блоков) завершился и что предстоят огромные трудности в создании особой, никогда не виданной отрасли промышленности, такой как ядерная индустрия. Наступало время напряженной, многомесячной, многотрудной работы и огромных расходов денежных и материальных средств страны и использования многих тысяч людей.

США, наш первейший и лучший союзник в борьбе с гитлеровской Германией, становились потенциальным противником, имевшим в распоряжении своей армии ядерное вооружение.

Между тем наша страна, взявшись за создание ядерного оружия, не имела у себя не только на складах, но и в своих земных недрах известных ресурсов природного урана. Хотя еще до войны Урановая комиссия пыталась обнаружить запасы урановых руд и еще в 1940 г. академик А. Е. Ферсман докладывал, что приняты меры, чтобы к 1942 г. добиться добычи урановых руд в объеме 4 т в год, война 1941–1945 гг. спутала многие карты и не только эти. Природного урана в стране не было даже для загрузки малого опытного ядерного реактора Ф-1.

После разгрома Германии в районы, занятые нашими войсками, была направлена специальная комиссия под руководством А. П. Завенягина и ряда специалистов, которая в восточной зоне Германии обнаружила 100 т урана. В конце 1945 г. он был доставлен в г. Электросталь на завод № 12, где из него получили урановые брикеты, а затем и урановые блоки для загрузки реактора Ф-1. В 1945 г. рудоуправление № 6 в Средней Азии

выдало 7 т урановых солей, а в 1946 г. — 40%-ный концентрат солей урана в количестве 20 т. Но для питания промышленного реактора это были слишком малые количества.

Итак, потребовалось создание специализированной горнорудной промышленности для добычи урановой руды.

Многие несведущие люди полагали, что для создания ядерной бомбы достаточно иметь хорошую лабораторную базу, специалистов, теоретиков и экспериментаторов, кое-какое оборудование, приборы — и бомба будет изготовлена.

Но приведенные факты — примеры получения урановых блоков — показали, что дело обстояло далеко не так. Да, конечно, лаборатории нужны и хорошо оснащенные, и укомплектованные отлично подобранными специалистами, они всегда нужны, но главное — необходима широко развитая и мощная индустрия для получения делящихся ядерных материалов — плутония и высокообогащенного урана. А для этого нужны специализированные крупные заводы, комбинаты и хорошо развитая горнодобывающая, металлургическая и химическая промышленность. Нужен центр по созданию ядерных зарядов, нужна теория ядерных взрывов, словом, нужен хорошо оснащенный и оборудованием, и специалистами высоких квалификаций, теоретиками и экспериментаторами, занимающимися «натурной отработкой» взрывных устройств, ядерный центр. А на все это требуются средства, материальные ресурсы, и огромные.

Страна туго затянула пояс, были сокращены государственные вложения даже по статьям прямых расходов для улучшения жизни народа. Были зажаты многие и очень необхо-

димые для страны восстановительные работы для поднятия из руин городов и сел. В 1980 г. Президент АН СССР А. П. Александров писал: «Теперь можно открыто и прямо сказать, что значительная доля трудностей, пережитых нашим народом в первые послевоенные годы, была связана с необходимостью мобилизовать огромные людские и материальные ресурсы, с тем чтобы сделать все возможное для успешного завершения в кратчайшие сроки научных исследований и технических проектов для производства ядерного оружия...»

Хотя А. П. Александров и пишет: можно об этом «открыто и прямо сказать», но ведь так и не было сказано, во что это обошлось, сколько для этого потребовалось материалов, оборудования, денежных средств, скольких в значительной части лучших наших людей привело к гибели — ученых, специалистов, рабочих, отдавших свое здоровье и жизнь только для достижения поставленных целей. О том, какие большие дозы радиоактивного облучения получали наши первопроходцы — ученые, инженеры и рабочие, создававшие условия для снаряжения делящимися веществами ядерных бомб, будет рассказано в последующих главах нашей книги.

*
* *

8 декабря 1944 г. ГКО принял решение о создании в Средней Азии крупного уранодобывающего Комбината № 6 на базе месторождений Таджикистана, Киргизии и Узбекистана.

В системе НКВД было организовано Управление № 9 во главе с А. П. Завенягиным — заместителем наркома по строительству. А. П. Завенягину был также подчинен Главпромст-

рой НКВД (начальник А. Н. Комаровский), которому и было поручено строительство объектов уранодобывающего Комбината № 6. После организации ПГУ Комбинат № 6 и НИИ-9 были 1 октября 1945 г. переданы из системы НКВД в ПГУ.

В последующем сырьевая урановая база страны — Комбинат № 6 — состоял из Табашарского, Адрасманского, Майлисуйского, Уйгурского и Тюямуонского рудоуправлений.

Отсутствие природного урана для промышленных реакторов и питания газодиффузионного завода сделали строительство комбината первоочередной задачей. Комбинату № 6 только на I квартал 1946 г. (Средняя Азия) было выделено 12 млн. руб.

Для пояснения масштаба строительных работ, осуществлявшихся Главпромстроем (А. Н. Комаровский), говорят следующие цифры, иллюстрирующие расходование средств в I квартале 1946 г.:

Комбинату № 817 (Южный Урал) для строительства промышленного ядерного реактора	— 10 млн. руб.
ЛИПАН (Лаборатории № 2)	— 7 млн. руб.
Комбинату № 813 (Средний Урал) для строительства газодиффузионного завода	— 5 млн. руб.

К 1945 г. добыча урановых руд в СССР была явно ниже требуемых количеств. Геологоразведочные работы также не приносили удовлетворения, новых месторождений было мало и они были очень бедны по содержанию урана.

Нужда заставила повернуть взоры на Запад. В Чехии в районе Яхимово уран добывали еще в прошлом веке. 23 ноября 1945 г. с Чехословакией был заключен договор, предусмат-

ривающий развитие яхимовских рудников и поставку добываемой руды на советские предприятия. В октябре 1946 г. аналогичный договор был заключен с восточной зоной Германии. Впоследствии на территории ГДР было создано советско-немецкое акционерное общество «Висмут» по добыче урановой руды и поставке ее в СССР. Таким образом, первые годы после организации ПГУ в основном обеспечивалось за счет чехословацких и немецких урановых руд.

В дальнейшем геологоразведочные работы по поиску урановых месторождений велись у нас широким фронтом по всей территории СССР и привели в конце концов к тому, что страна была полностью и с избытком обеспечена урановыми рудами, но об этом будет рассказано в последующих главах книги.

Надо отметить, что после организации в 1945 г. Специального комитета под руководством Л. П. Берия и ПГУ под начальством Б. Л. Ванникова 1946 год стал решающим годом в истории создания ядерной промышленности.

Организационно был оформлен Центр ядерной науки и техники — Лаборатория № 2 (ЛИПАН). И. В. Курчатов сумел к концу 1946 г. собрать очень серьезный и высококвалифицированный коллектив ученых и инженеров.

Был сооружен первый московский циклотрон.

Был пущен первый опытный физический реактор Ф-1 (без преувеличения можно сказать — любимое детище Курчатова).

Была решена проблема получения графита высокой чистоты и урановых блоков необходимого качества.

Значение пуска физического реактора было велико не только в чисто научном отношении. Как отмечал в

своих воспоминаниях М. Г. Первухин: «...пуск реактора вселил уверенность во всех ученых, инженеров и конструкторов, которые работали над ядерной проблемой. Он подтвердил, что мы стоим на правильном пути. Это было очень важно, ибо среди привлеченных к ядерным делам специалистов было немало таких, которые не верили в положительный результат наших усилий. После этого все работы пошли гораздо успешнее и быстрее».

Приступили к проектированию и строительству первого промышленного ядерного реактора на Южном Урале для получения плутония и который сумел выдать необходимое количество плутония для снаряжения первой ядерной бомбы.

Приступили также к освоению и строительству первого газодиффузионного завода, хотя к этому времени не было ни изготовлено, ни поставлено специальное оборудование. Все было в проектах и поисках. Но время торопило, и пришлось пускать телегу впереди лошади, а отсюда просчеты, провалы и лишние расходы. Но, как известно, в науке часто бывает, что опыт выходит неудачным, тупиковым, но и отрицательный результат — тоже результат, значит надо идти другим путем. Так получилось и с многоступенчатой диффузионной машиной с последующим переходом потом на одноступенчатую.

В начале 1946 г. нашлась площадка в районе Саровского монастыря для строительства там центра по созданию ядерных зарядов. В будущем он станет Всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной физики (ВНИИЭФ). Научным руководителем филиала Лаборатории № 2 (КБ-11, Арзамас-16) стал Ю. Б. Харитон, а его первым директором — П. М. Зернов.

В систему ПГУ вошли завод № 12, проектный институт ГСПИ-11, урановые рудники и некоторые другие организации. При ПГУ организовался очень сильный научно-технический совет, в котором участвовали и работали все наркомы ведущих ми-

нистерств и даже два заместителя Председателя СНК СССР.

Словом, годы 1943—1945 и особенно 1946 год оформили организационную систему руководства ядерной индустрией, и страна подошла вплотную к ее практическому созданию.

ОТ ОПЫТНОГО РЕАКТОРА Ф-1 В ЛАБОРАТОРИИ № 2 К ПЕРВОМУ ПРОМЫШЛЕННОМУ ЯДЕРНОМУ РЕАКТОРУ В ЧЕЛЯБИНСКЕ-40 — КОМБИНАТ № 817

А. К. Крутлов

В 1945–1946 гг. были приняты основные организационные и научно-технические решения по получению делящихся материалов урана-235 и плутония-239 для ядерной бомбы.

К началу интенсивного строительства промышленного уран-графитового реактора на Южном Урале (недалеко от г. Кыштыма) в Наркомцветмете (Гиредмет и Московский электродный завод), в ПГУ (НИИ-9 и завод № 12) по техническим заданиям Лаборатории № 2 была отработана технология получения особо чистого графита и урана для использования в опытном реакторе. Руководство ПГУ и Специального комитета обеспечило получение 400 т графита на Московском электродном заводе и 50 т изделий из металлического урана и его оксидов на заводе № 12. Как известно, 25 декабря 1946 г. после сооружения реактора Ф-1 в СССР была осуществлена первая управляемая цепная ядерная реакция. Уран для реактора Ф-1 и частично для первой загрузки создаваемого промышленного опытного реактора был вывезен в 1945 г. из Германии. Еще до сооружения Ф-1 из расчетов было известно, что для промышленного реактора потребуется в 3–4 раза большее количество урана и графита. Кроме того, большое количество ура-

на было необходимо для строящегося на Среднем Урале в поселке Верх-Нейвинск завода диффузионного обогащения, а также для уральского предприятия по разделению урана электромагнитным методом.

По-видимому, тогда считалось, что получить из природного урана высокообогащенный уран-235 для ядерной бомбы легче, чем получить плутоний. Это мнение частично подтверждается распоряжением правительства (№ 3878 от 23 марта 1946 г.) с поручением Главпромстрою НКВД СССР о строительстве первых очередей завода № 813 (Свердловск-44, получение урана-235) в сентябре 1946 г., завода № 817 (Челябинск-40, получение плутония = 239) во II кв. 1947 г.

Решение по выбору площадок под строительство этих заводов — будущих комбинатов — было принято в 1945 г. сразу после образования Специального комитета и ПГУ. Управлению Главпромстроя № 859 и № 865, обеспечивающим строительство этих комбинатов, разрешалось финансирование через Госбанк (без проектов и смет) по фактической стоимости выполненных работ, включая изготовление оборудования и производство проектно-изыскательских работ. Об основных усилиях строителей и монтажников, предприятий и инсти-

тутов, подчиненных ПГУ, можно судить по распределению капитальных вложений на I кв. 1946 г.:

Комбинат № 817 (Челябинск-40)
— 10 млн. руб.,

Комбинат № 813 (Свердловск-44)
— 5 млн. руб.

В последующие годы объем капитальных вложений на строительство этих комбинатов существенно увеличивался. Капитальные вложения на развитие экспериментальной базы и строительство Лабораторий № 2, № 3 и в НИИ-9 в 1946 г. составили соответственно 7; 2 и 4 млн. руб., а затем непрерывно возрастали.

Для внеочередного обеспечения запросов ПГУ всеми видами ресурсов в Госплане СССР было создано Первое управление, которое составляло план специальных работ, беспрекословно выполняемый всеми ведомствами, заводами и стройками.

Основные результаты, полученные на реакторе Ф-1 для первого промышленного реактора

Впервые данные о создании первого в СССР и на территории Европы и Азии физического ядерного реактора были приведены в докладе В. С. Фурсова в июле 1955 г. на сессии Академии наук СССР по мирному использованию атомной энергии.

В 1944—1945 гг. Лабораторией № 2 были разработаны технические условия на изготовление урана и графита высокой чистоты. Требования к чистоте графита предусматривали, например, содержание поглощающего тепловые нейтроны бора не более нескольких миллионов долей. Работники Московского электродного завода воспринимали эти требования как неосуществимые и утверждали, «что изготавливать графитовые блоки,

чистота которых должна быть значительно выше, чем у алмаза, невозможно». Об этом вспоминает ближайший помощник И. В. Курчатова В. В. Гончаров.

Существующая на заводе технология графитизированных электродов усилиями сотрудников предприятия и Лаборатории № 2 была полностью изменена. В результате использования малозольного сырья и целого ряда мероприятий при осуществлении процессов термического и газового рафинирования удалось разработать специальный технологический процесс по выпуску графита требуемого качества. Аналогичные требования предъявлялись и к урану. Как вспоминает З. В. Ершова, работавшая тогда начальником лаборатории урана Гиредмета, не меньшие трудности были с получением металлического урана. Однако графит и уран, поступавшие с завода в Лабораторию № 2, имели разбросы по свойствам и примесям, поэтому необходимо было решить сложную задачу использования в реакторе Ф-1 всего полученного к тому времени разносортного графита и урана. Как отмечал В. С. Фурсов, «...имелись некоторые основания рассматривать предстоящую постройку уран-графитового реактора не как достаточно гарантированное предприятие, а как решающий эксперимент по измерению ядерных постоянных уран-графитовой системы». Физиков Германии на аналогичном пути в 1941—1942 гг. постигла неудача, так как измеренные ими сечения поглощения нейтронов графитом привели к ошибочному выводу: «...углерод вообще не может быть использован в качестве замедлителя нейтронов в ядерном реакторе на тепловых нейтронах,» поэтому там с самого начала отказались от попы-

ток строить уран-графитовые реакторы.

На основании выполненных в ЛИПАН в 1944 г. расчетов для первого реактора требовалось 25–50 т металлического урана и несколько сот тонн особо чистого графита, которые и были к середине 1946 г. изготовлены и поставлены в Лабораторию № 2. С этого времени в Секторе № 1, возглавляемом И. В. Курчатовым и И. С. Панасюком, начались интенсивные работы по уточнению параметров оптимальной решетки и измерению коэффициента размножения при разных расстояниях между урановыми блоками, размещаемыми в графитовых кирпичах. Перед пуском реактора были проведены опыты на четырех подкритических моделях реактора, показавшие, что возможность получения цепной реакции реальна. В опытах по созданию первого физического реактора было установлено, что диаметр блоков из металлического урана в пределах 30–40 мм слабо влияет на коэффициент размножения нейтронов в реакторе. Для размещения урана в графитовых кирпичах размером 100х100х600 мм на расстоянии 200 мм друг от друга было просверлено более 30 тыс. отверстий. В окончательном варианте для построения реактора была принята квадратная решетка с шагом 200

мм. В узлах решетки размещались урановые блоки различного диаметра, а также прямоугольные и шаровые брикеты из оксида урана. Всего в реактор было загружено 45,07 т урана и примерно 400 т графита. В табл. 1 приведены данные о размерах урановых изделий и общей массе урановой загрузки в реактор Ф-1. Реактор начал работать при меньшей загрузке.

Исторический пуск реактора и порядок сборки графита и урана в специально построенном здании с подземной лабораторией на территории Лаборатории № 2 многократно описаны. Конечный результат — получение саморазвивающейся цепной ядерной реакции был достигнут в 18 ч 25 декабря 1946 г. При первых пусках реактора, проводившихся под руководством И. В. Курчатова, присутствовали уполномоченный Совета Министров СССР Н. И. Павлов и научные сотрудники Сектора № 1 И. С. Панасюк, Е. Н. Бабулевич, Б. Г. Дубовский, И. Ф. Жежерун, А. А. Журавлев, Н. В. Макаров, К. Н. Шлягин, а также лаборанты А. К. Кондратьев и Р. С. Силаков.

Для сравнения укажем, что первая в мире управляемая цепная реакция, осуществленная в США под руководством Э. Ферми в г. Чикаго (2 декабря 1942 г.), была получена при загрузке в реактор 6 т металли-

Т а б л и ц а 1. Количество урана и его оксидов, загруженных в реактор Ф-1 Лаборатории № 2

Компонент	Масса брикета, кг	Количество, шт	Общая масса, т
Оксид урана (брикеты размером 49х58х67 мм)	0,88	3143	2,77
Оксид урана (брикеты в форме шара Ø 80 мм)	1,18	7473	8,8
Металлический уран (блочки Ø 32 мм и длиной 100 мм)	1,4	2503	3,5
Металлический уран (блочки Ø 35 мм и длиной 100 мм)	1,7	17 523	20,00
Итого		30 642	45,07



И. В. Курчатов, руководитель Уранового проекта, научный руководитель Комбината № 817 (1903–1960)

ческого урана, 40 т оксида урана, 385 т графита.

Реактор Ф-1 не имел принудительного отвода тепла, но за счет теплоемкости системы удавалось кратковременно (несколько минут) поднимать мощность реактора до 3890 кВт. При извлечении стержней системы управления защитой реактора (СУЗ) создавалась надкритичность (превышение коэффициента размножения реактора) $k_{\text{эф}} - 1 = 2 \cdot 10^{-3}$, а затем система самокомпенсировалась: из-за разогрева урана мощность резко снижалась. За 30 мин суммарное энерговыделение составляло 540 кВт · ч. При таких больших пусках реактора Ф-1 происходило максимальное накопление плутония в загруженных в активную зону реактора урановых блоках (1–2 мг за пуск). Активная зона реактора Ф-1, собранная из графитовых кирпичей и урановых блоков, представляла собой сферу диаметром 6 м. Отражатель

нейтронов вокруг нее имел толщину 800 мм. В реакторе было три вертикальных канала для стержней СУЗ и шесть экспериментальных горизонтальных каналов (рис. 1–3). Реактор имел отрицательный температурный эффект, и как видно из рис. 4, мощность реактора самопроизвольно снижалась с 3890 кВт до существенно меньших значений. Из-за медленного остывания графита через 30 мин от начального момента большого пуска реактора для прекращения управляемой цепной реакции сбрасывались СУЗ реактора. Анализ различных пусков реактора Ф-1 позволил определить значения температурных коэффициентов отдельно для урана и графита. Реактор оказался саморегулирующейся системой, что делало его эксплуатацию безопасной. На реакторе Ф-1 сотрудниками ЛИПАН были проведены необходимые исследования для определения размеров и физических параметров, а так-

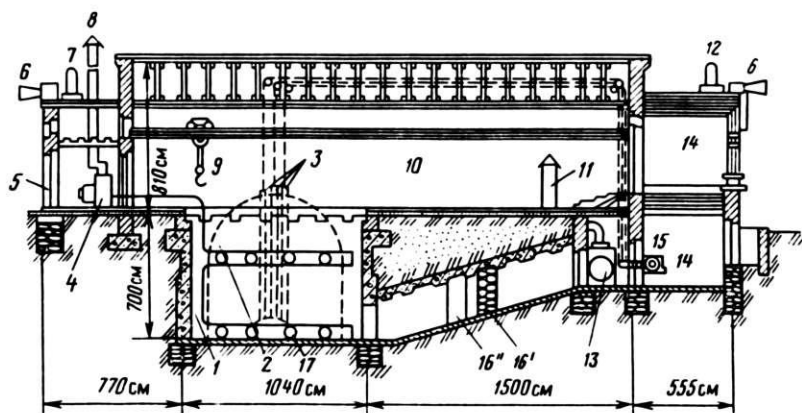
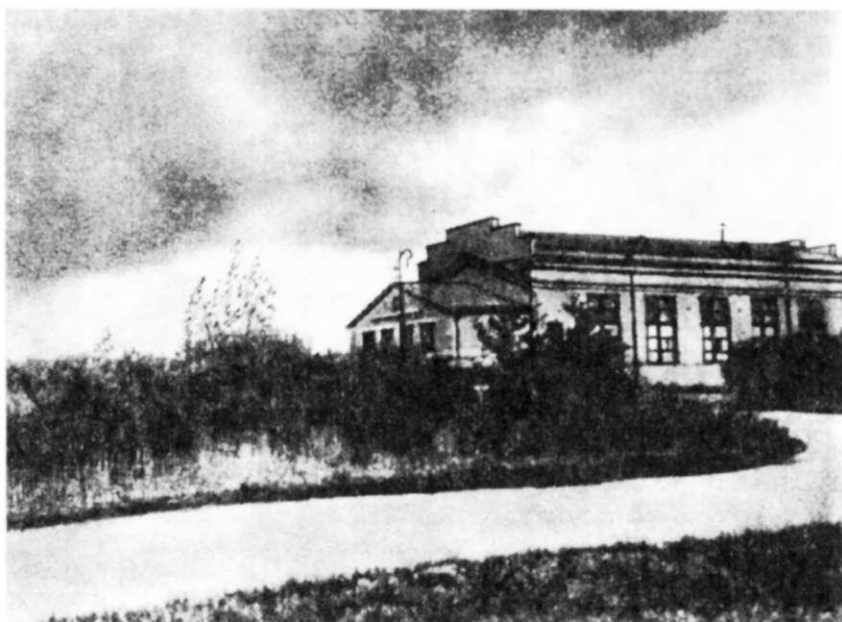


Рис. 1. Общий вид (вверху) и схема продольного разреза (внизу) здания реактора в первые годы его эксплуатации:

1 – котлован 10х10х7 м; 2 – реактор и его модели (контуры); 3 – регулирующий и аварийные стержни; 4, 8, 17 – система вытяжной вентиляции воздуха; 5 – ворота здания; 6, 7, 12 – звуковая и световая сигнализации радиационной опасности вокруг здания; 9 – подъемный кран; 10 – главный зал; 11, 13 – система нагнетающей вентиляции воздуха; 14 – подземная лаборатория; 15 – лебедка для дистанционного ручного управления стержнями; 16', 16'' – проход из подземной лаборатории в котлован

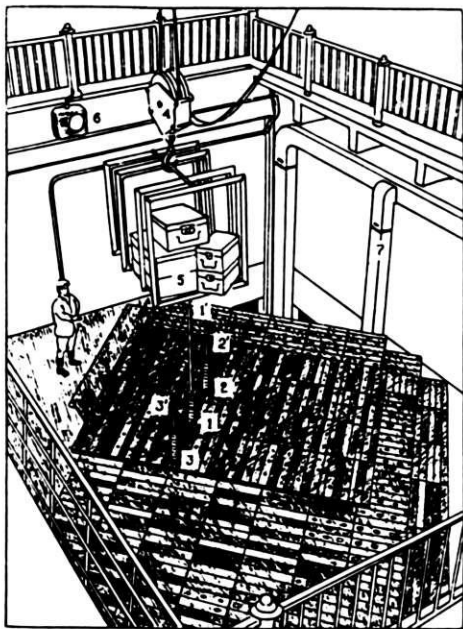
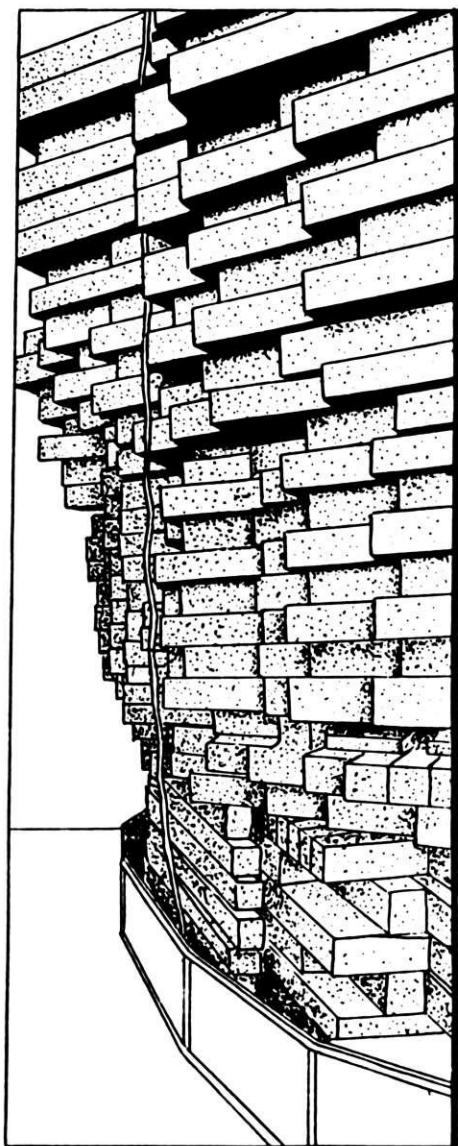


Рис. 2. Сборка первого ядерного реактора в надкритическом состоянии ($k_{eff} > 1$):

1–3 – вертикальные каналы диаметром 55 мм; 1' – кадмиевый регулирующий стержень диаметром 50 мм; 2', 3' – кадмиевые аварийные стержни диаметром 50 мм; 4 – узел мостового крана; 5 – ящики с урановыми блоками; 6 – громкоговоритель для связи с оператором у пусковой ВФ₃-установки; 7 – вентиляционная система

Рис. 3. Вид на ядерный реактор со дна котлована. Внизу графитовой кладки виден металлический барьер для защиты нижних слоев графитовой кладки отражательной зоны реактора от случайного попадания воды в котлован



же было получено подтверждение работоспособности промышленного уран-графитового реактора. Этот вывод позволил начать создание реактора в Челябинске-40 по получению плутония для первой ядерной бомбы. Урановые блоки этого реактора диаметром 35 мм, высотой 100 мм имели оболочку из алюминия или его сплавов и загружались в техноло-

гические каналы из алюминиевого сплава. В зазоре блок–труба находилась вода, отводящая энергию деления урана-235. Для уточнения шага решетки активной зоны промышленного реактора, определения оптимальных зазоров для охлаждения урановых блоков обычной водой с учетом того, что вода, а также герметизирующая уран оболочка блоков и

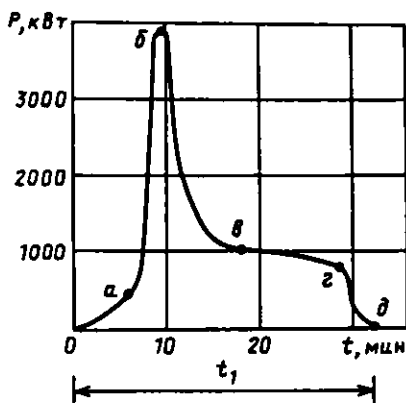


Рис. 4. Зависимость мощности от времени при большом пуске реактора (стержни СУЗ полностью извлечены):

аб — быстрый подъем мощности после освобождения реактивности $2 \cdot 10^{-3}$; б — точка самокомпенсации реактора ($k_{\text{эф}} = 1$); бв — быстрый спад мощности за счет нагревания урана; вг — медленный спад за счет нагревания графита; гд — спад после сброса стержней СУЗ

технологические трубы являются дополнительными поглотителями нейтронов, важнейшей задачей было установить возможность достижения критических размеров этого реактора. Для этого в реакторе Ф-1 создавались решетки с шагом (расстояния между отверстиями) в графитовых кирпичах для загрузки урановых блоков от 15 до 25 см и диаметрами урановых блоков 30, 35 и 40 мм. Зазор между оболочкой блоков и алюминиевой трубой заполнялся парафином, который сравним по поглощению нейтронов с водой. Из экспериментов с 30 различными решетками становилось очевидным, что количество урана и графита в промышленном реакторе для достижения управляемой цепной реакции должно быть увеличено в 3–4 раза. Расчетные оценки размеров промышленного реактора проводились в соответствии с разработанным в 1944 г. физиком-теоретиком И. Я. Померанчуком уравнением для определе-

ния критической массы ядерного реактора. В. С. Фурсов, впоследствии заместитель научного руководителя по уран-графитовым реакторам, предложил формулу, по которой различие эффективного коэффициента размножения $k_{\text{эф}}$ реактора Ф-1 и полученных данных $k_{\text{эф}}$ для испытываемых решеток определяло эффективный радиус реактора, т. е. его загрузку ураном и размеры графитовой кладки. Кольцевой слой воды в зазоре блок — труба изменялся от 2 до 4 мм.

Выполненные в основном в 1947 г. эксперименты на реакторе Ф-1 позволяли надеяться, что интенсивно строящийся на Южном Урале промышленный реактор достигнет критичности, будет управляем и обеспечит наработку необходимых для первой ядерной бомбы килограммовых количеств плутония.

Первый промышленный уран-графитовый реактор «А» для наработки плутония на Комбинате № 817

Главным конструктором первого промышленного реактора в начале 1946 г. был назначен директор НИИХИММАШ Н. А. Доллежалъ. До этого в Лаборатории № 2 рассматривалось несколько наиболее перспективных схем реакторной установки с использованием природного урана, из которых к середине 1945 г. предпочтение было отдано схеме уран-графитового реактора, охлаждаемого обычной водой. Эта схема и предусматривалась для будущего промышленного реактора. При этом учитывались имеющиеся в то время возможности промышленности нашей страны, только что вышедшей из состояния войны. При решении многочисленных проблем создания бу-



Н. А. Доллежалъ,
директор НИИХИММАШ, главный кон-
структор первого промышленного реактора

дущего реактора максимальное участие в работе Лаборатории № 2 под руководством И. В. Курчатова принимали В. В. Гончаров, И. С. Панасюк, В. И. Меркин, П. И. Шестов, Н. С. Богачев, И. И. Гуревич, В. С. Фурсов, С. А. Скворцов, Ю. А. Прокофьев. После 1947 г. для многих из них постоянным рабочим местом стала площадка промышленного реактора. В своих записках главный конструктор Н. А. Доллежалъ отмечает, что к реализации атомной программы он был привлечен в январе 1946 г. М. Г. Первухиным (с 1943 г. ответственным от Правительства за программу), работавшим тогда наркомом химической промышленности. Ученый секретарь НТС ПГУ Б. С. Поздняков и И. В. Курчатов поставили перед Н. А. Доллежалем задачу: «Сейчас нам необходимо в кратчайший срок создать урановый «котел» промышленного назначения».

Исходные данные для этого уран-графитового «котла» (ядерного реактора) Лаборатория № 2 выдала, исходя из горизонтального расположения технологических каналов, в которых размещались урановые блоки, охлаждаемые водой. Эта схема соответствовала схеме уран-графитового реактора, построенного в США. Разработка реактора для промышленного производства плутония велась в условиях «холодной войны», которая началась после известного выступления У. Черчилля в г. Фултоне 5 марта 1946 г. Сроки, установленные Специальным комитетом и руководством ПГУ, были жесткими, главный конструктор обязан был представить технический проект реактора и рабочие чертежи основных деталей реактора к августу 1946 г. Для работы над проектом в НИИХИММАШ было создано пять групп конструкторов, которыми руководили П. А. Деленс, В. В. Рылин, В. В. Вазингер, Б. В. Флоринский, М. П. Сергеев.

Работая над конструкцией реактора и его технологических систем, Н. А. Доллежалъ уже в феврале 1946 г. предложил вместо горизонтальной схемы реактора схему с вертикальным размещением технологических каналов. В этом варианте снимались проблемы деформации многих конструктивных элементов работающего реактора. При нагревании конструкции они переставали быть нагруженными. В марте 1946 г. комиссия с участием крупных специалистов, руководителей Уранового проекта И. В. Курчатова, В. А. Малышева, Б. Л. Ванникова, М. Г. Первухина, А. П. Завенягина, В. С. Емельянова, Б. С. Позднякова и Е. П. Славского одобрила вертикальный вариант реактора. Горизонтальный вариант реактора продолжали разрабатывать конструкторы КБ-10 Нарком-



А. И. Гутов, директор ГСПИ-11
(1907–1982)

тяжмаша (в г. Подольске — гл. конструктор Б. М. Шолкович) и проектанты Ленинградского проектного института (ГСПИ-11). Переданный в систему ПГУ 4 сентября 1945 г. ГСПИ-11 в начальный период развития атомной промышленности был единственной организацией по проектированию строительства объектов, нарабатывающих плутоний и получающих высокообогащенный уран-235. Многие атомные города, полигоны, НИИ и КБ отрасли также проектировались этим институтом.

В НИИХИММАШ решением правительства был создан специальный Гидросектор, для работы в котором привлекали конструкторов из других организаций. В работе НИИХИММАШ над проектом участвовали также следующие институты и КБ: Проектстальконструкция (директор Н. П. Мельников), КБ Министерства авиационной промышленности (начальник КБ А. С. Абрамов), Инсти-

тут авиационных материалов (директор А. В. Акимов), Институт физической химии (директор академик А. Н. Фрумкин), Всесоюзный институт гидромашиностроения (подразделение профессора В. В. Мишке). Проект здания под реактор и других сооружений, обеспечивающих охлаждение реактора, разрабатывал ГСПИИ-11, он же выполнял все строительные чертежи. В НИИХИММАШ ввели должность уполномоченного Совета Министров, который помогал главному конструктору заниматься организационными вопросами.

Общее научное руководство и контроль за разработкой конструкции реактора непрерывно осуществлял И. В. Курчатов. Н. А. Доллежалъ отмечает: «Каждые три-четыре дня в институт заезжал И. В. Курчатов обычно в сопровождении кого-либо из руководства ПГУ или директоров, сотрудничавших с нами, и неизменно В. И. Меркина, которого он называл своим главным технологом». НИИХИММАШ имел свой экспериментальный завод и поэтому быстро создал все необходимые стенды, что позволило проверять работоспособность деталей и различных узлов. Усилиями больших коллективов конструкторов, металлургов, машиностроителей, металлургов и прибористов, специалистов по коррозии и водно-химическому режиму охлаждения урановых блоков была создана надежная конструкция промышленного ядерного реактора со всеми необходимыми системами контроля и управления ядерной цепной реакцией.

Следует отметить, что в реакторе «А» каждый технологический канал с охлаждаемыми водой урановыми блоками имел четыре системы контроля: снижения расхода воды (сигнал СРВ); повышения расхода воды (сигнал

ПРВ); определения температуры охлаждающей уран воды в канале; определения влажности в зазоре труба — графит.

Все указанные сигналы СРВ и ПРВ от технологического канала были введены в систему аварийной защиты. Температуру воды на выходе из каналов измеряли вручную на «штекерной панели» пульта управления (четыре оператора в смену). Влажность воздуха в зазоре труба — графит определяли также вручную. Измерение этих параметров позволяло устанавливать степень разрушения урановых блоков или текущий канал. При попадании воды в графит технологический канал аварийно разгружался, а если в нем зависали блоки, реактор останавливался. Учитывая, что таких каналов было более тысячи, можно представить сложности, которые возникали при эксплуатации реактора. Кроме этих систем была создана главная система управления и аварийной защиты — система СУЗ, которая не только регулировала распределение выделяемой по радиусу активной зоны реактора мощности, но и гарантировала «заглушение» цепного процесса при исчезновении в реакторе такого поглотителя нейтронов, как вода, охлаждающая уран и графит.

Среди других главных систем, без которых реактор не мог работать, следует отметить системы загрузки и разгрузки урановых блоков, аварийного охлаждения реактора при отключении электроэнергии или разрушении трубопроводов, подающих в реактор воду.

Система разгрузки урановых блоков, разработанная под руководством Н. А. Доллежала, на стенде в институте была проверена лишь на единичном канале. На практике при использовании подобных разгрузоч-

ных механизмов урановые блоки часто застревали и от этой системы пришлось отказаться. Горьковскому заводу № 92 (директор А. С. Елян) было поручено срочно разработать и изготовить новую систему разгрузки. Главным конструктором системы был назначен Ю. Н. Кошкин. Разработанная так называемая кассетная система была установлена на реактор, она оказалась работоспособной и впоследствии использовалась на всех реакторах подобного типа. Замена системы разгрузки задержала пуск реактора на несколько месяцев.

Аварийное энергообеспечение реактора дублировалось специально построенной ТЭЦ, работающей на угле, мощность которой позднее, после строительства других реакторов, была увеличена до 12 МВт. При безаварийной работе электроэнергии, вырабатываемая ТЭЦ, передавалась в систему Уралэнерго.

В зданиях, примыкающих к реактору, размещались бассейны выдержки облученного в реакторе урана для распада короткоживущих продуктов деления.

Для обеспечения нормальной работы реактора на проектной мощности необходимо было непрерывно пропускать через технологические каналы для охлаждения урана несколько тысяч кубометров специально очищенной воды. Для этого было предусмотрено строительство специальных насосных станций, а также отдельно расположенного объекта химводоподготовки и специальной очистки воды, поступающей для охлаждения реактора из озера Казыл-Таш, находящегося от реактора на расстоянии около одного километра (объект № 22).

Все рабочие чертежи ядерного реактора и основные материалы проектных институтов согласовывались

с научным руководителем Комбината № 817 И. В. Курчатовым и после утверждения руководством ПГУ принимались к срочному исполнению заводами-изготовителями, строителями и монтажниками. При необходимости аппарат ПГУ вместе с учеными готовил постановления правительства, обязывающие промышленность срочно поставлять на стройку все предусмотренное атомной программой.

Как выше отмечалось, для загрузки промышленного реактора требовалось около 150 т особо чистого урана в виде урановых блоков и более тысячи тонн графита с ничтожными примесями «вредных» материалов (бора и др.).

При накоплении заданного количества плутония в урановых блоках их необходимо регулярно перегружать. Изделия же из графита (размеры кирпичей 200x200x600 мм) для активной зоны и боковых и торцевых отражателей (после их сборки и монтажа биологической защиты) должны быть работоспособны без замены в течение всего срока работы промышленного реактора. При монтаже реактора использовали графит четырех сортов (табл. 2). Наиболее чистые графитовые блоки укладывались в центр активной зоны реактора, а остальные (минимальный физический

Т а б л и ц а 2. Свойства графита, используемого в активной зоне первого промышленного реактора

Сорт	Масса графита, т	Физический индекс	Средние значения физического индекса
0	62	До 2,5	2,44
I	186	2,6-2,7	2,66
II	425	2,8-3,0	2,95
III	680	3,1-3,4	3,16

индекс) — в периферийные районы графитовой кладки. Внутренние отверстия графитовых кирпичей были строго сцентрированы, и в них ставились трубы из алюминиевого сплава толщиной 1 мм (диаметр 43/41 мм) с тремя ребрами на внутренней поверхности. Урановые стержни (диаметр 35 мм, высота 100 мм), очехлованные оболочкой из алюминиевого сплава ($\delta = 1$ мм), центрировались указанными ребрами, высота которых обеспечивала наличие водяного зазора между блоком и трубой, который позволял нормально охлаждать активную зону реактора. Разрушение оболочки уранового блока или технологической трубы приводило к образованию «козлов» — сплавлению урана с графитом.

Технологию изготовления урановых блоков можно было в дальнейшем совершенствовать, а плохое качество графита делало невозможным проведение в реакторе управляемой цепной ядерной реакции. Испытания на Московском электродном заводе качества графита (под руководством В. В. Гончарова и И. С. Панасюка) позволяли верить в возможность создания работоспособного реактора, однако чистоту графита дополнительно проверяли при сборке графитовой кладки.

Для выполнения большого объема строительных работ по созданию реактора и других объектов в начале 1947 г. начальником строительства вместо Я. Д. Раппопорта был назначен генерал М. М. Царевский, имевший до этого опыт руководства строительством Горьковского автомобильного завода, Нижне-Тагильского металлургического комбината и других. Тогда же на Научно-техническом совете ПГУ было принято решение о выборе наиболее правильного и безопасного размещения строящегося

города по отношению к промышленной площадке. Были проведены исследования по изучению направления ветра, проработаны вопросы разбавления примесей, выбрасываемых с реакторного и радиохимического производства в атмосферу, определены оптимальные размеры труб промышленных объектов. С помощью главного инженера строительства Комбината № 817 В. А. Сапрыкина специально созданный исследовательский отряд выдал необходимые данные по размещению производственных объектов и будущего города — Челябинска-40. Многие участники создания Комбината № 817 и города Челябинска-40 впоследствии высоко оценивали деловые качества главного инженера строительства Комбината, будущего академика архитектуры В. А. Сапрыкина.

Общее руководство работой строителей комбината и обеспечение их всем необходимым осуществлялось лично Б. Л. Ванниковым и заместителями начальника ПГУ А. П. Завенягиным и А. Н. Комаровским.

К концу 1947 г. коробка здания первого атомного промышленного реактора была готова, что позволило приступить к монтажным работам. Начальником реактора «А» был назначен С. А. Пьянков, а первым главным инженером промышленного реактора — В. И. Меркин, которых вскоре сменили Н. А. Архипов (начальник реактора), а также главные инженеры Н. А. Семенов*, В. Е. Логиновский, Д. С. Пинхасик, Ф. Я. Овчинников**. Научным руководителем объекта назначается заместитель



В. А. Сапрыкин, главный инженер строительства Комбината № 817 (1890–1954)

руководителя Сектора № 1 Лаборатории № 2 И. С. Панасюк. Первыми начальниками смен реактора «А» Специальным комитетом назначаются Н. Н. Архипов, А. Д. Рыжов, А. И. Забелин, Л. А. Юровский, Д. С. Пинхасик. Усилиями ПГУ реактор укомплектовывался эксплуатационным персоналом, создавались необходимые инженерные службы и лаборатории, которыми руководили: Н. Д. Степанов — заместитель главного инженера, начальник производственной лаборатории; П. В. Глазков — главный энергетик; И. А. Садовников — главный механик; Н. М. Розман — руководитель службы дозиметрии; А. Ф. Попов — руководитель службы КиП; С. Н. Вьюшкин — руководитель отделения загрузки реактора; П. Г. Добия — начальник отделения автоматики; Б. Э. Глезин — руководитель отделения готовой продукции; Е. Е. Кулиш — начальник физической лабо-

*Н. А. Семенов впоследствии работал первым заместителем министра среднего машиностроения.

** Ф. Я. Овчинников впоследствии работал директором НВАЭС и заместителем министра энергетики.

ратории; В. И. Шевченко – начальник лаборатории дозиметрического контроля.

Практически с 1948 г. на комбинате был организован филиал Лаборатории № 2. Первым директором Комбината № 817 был П. Т. Быстров. В середине 1947 г. ввиду исключительного важного значения создания промышленного реактора директором Комбината № 817 назначается заместитель начальника ПГУ, руководитель управления по получению плутония Е. П. Славский. Одновременно И. В. Курчатов назначается научным руководителем Комбината № 817, на котором кроме промышленного ядерного реактора строятся радиохимический завод по выделению плутония-239 из облученного в реакторе урана и завод по изготовлению изделий из плутония для ядерной бомбы (ядерных зарядов).

В конце 1947 г. директором Комбината назначается Б. Г. Музруков, работавший до этого директором Уралмаша, а Е. П. Славский переводится главным инженером Комбината № 817.

В январе 1948 г. на площадке реактора под руководством представителя главного конструктора В. Ф. Гусева начинается монтаж металлических конструкций реактора и основного оборудования. К выкладке активной зоны и отражателя из графитовых блоков приступили в марте 1948 г. В. И. Меркин вспоминает: «В еще не полностью закрытом здании над реакторной зоной был образован воздушный шлюз, не допускающий проникновения одновременно с холодным воздухом пыли и грязи из окружающего помещения. Там еще велись строительные и сварочные работы». На всем протяжении работ по укладке графитовых кирпичей в активную зону реактора груп-



Е. П. Славский (1898–1991)

па И. С. Панасюка с помощью специальных нейтронных зондов контролировала чистоту графитовой кладки. К концу мая был закончен основной монтаж и началось опробование механизмов и систем контроля реактора. Практически в течение 5 месяцев на площадке находился главный конструктор реактора Н. А. Доллежалъ.

Монтаж оборудования и самой конструкции реактора осуществляли ведущие строительные и монтажные организации страны:

СМУ-21 «Стальконструкция» (руководители М. Н. Гринберг, Г. А. Маранци);

СМУ-11 «Союзпромонтаж» (руководители Е. А. Николаевский, Е. П. Федотенко, П. А. Герасименко);

ПМУ-71 «Уралэлектромонтаж» (руководители Б. В. Бакин*, А. М. Гнесин);

* Б. В. Бакин с 1967 г. – заместитель министра, а в 1975–1989 гг. – министр монтажных и специальных строительных работ.



Б. Л. Ванников, начальник Первого главного управления при СНК СССР (1897–1962)



Б. Г. Музыкув, директор Комбината № 817 в 1947–1953 гг. (1904–1979)

СМУ «Теплоконтроль» (руководители М. Е. Раковский, В. Г. Литвиненко);

СМУ «Уралсантехмонтаж» (руководители Б. Н. Янишевский, Б. Я. Куколев, Н. К. Смазнов).

На объекте было смонтировано 5000 т металлоконструкций и оборудования, 230 км трубопроводов разного диаметра, 165 км электрического кабеля, 5745 единиц запорно-регулирующей арматуры, 3800 различных приборов.

Б. Л. Ванников и И. В. Курчатов жили в финском домике вблизи строящегося объекта в течение всего периода монтажа и пуска реактора (более года). Объект регулярно посещали Л. П. Берия, А. П. Завенягин, М. Г. Первухин и другие представители ПГУ и Специального комитета, обеспечивающие контроль за ходом строительства, поставкой оборудования и проведением монтажных работ.

Об объеме строительных работ на площадке Комбината № 817 можно судить и по данным отчета руководителей стройки весной 1948 г. у А. П. Завенягина: «Вынута грунта 190 тыс. м³, значительная часть — скальная порода, уральская. Уложено бетона 82 тыс. м³, кирпича 6 тыс. м³. ...На крупнейшей стройке ПГУ вместе с ИТР работает 45 тыс. человек».

На этом же совещании отмечалось, что несмотря на то, что промышленный реактор — важнейший объект на Комбинате № 817, строительство радиохимического завода необходимо закончить к декабрю 1948 г. М. М. Царевскому и В. А. Сапрыкину предлагалось постепенно переводить туда высвобождающихся с реактора строителей и монтажников.

На площадке строящегося реактора Б. Л. Ванников с участием И. В. Курчатова и руководителей Комби-

ната регулярно проводил оперативные совещания с заслушиванием отчета о ходе работ у строителей и монтажников.

Как отмечал директор Комбината № 817 Б. Г. Музруков, по личному указанию И. В. Курчатова на объекте начали строить лабораторные корпуса, в которых разместились физическая и радиохимическая лаборатории. К исследованиям в этих лабораториях были привлечены инженеры-исследователи объекта «А» Е. А. Доильницын, Е. Е. Кулиш, В. Н. Нефедов, Г. Б. Померанцев, Ю. И. Корчемкин и др.

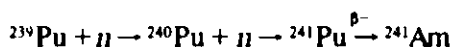
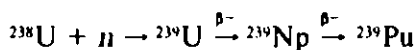
Позднее была создана центральная заводская лаборатория (руководитель П. А. Мещеряков), сотрудники которой не только занимались совершенствованием технологических процессов действующих объектов, но и проводили научные исследования на уровне ведущих головных институтов отрасли. Как отмечал Б. Г. Музруков: «Подбор критической массы, чистота графита и конструкционных материалов, автоматика управления, конструкция механизма сброса блочков, захоронение радиоактивных отходов, радиационная защита персонала — вот далеко не полный перечень проблем, которые решались на месте под руководством и при непосредственном участии И. В. Курчатова». В начале июня 1948 г. после установки в графитовую кладку технологических каналов (ТК) была проверена система работы насосов и поступления воды по всем ТК и водоводам, включая сброс воды в промышленное озеро. После этого началась круглосуточная загрузка урановых блочков. Контроль за ходом загрузки урана в активную зону реактора осуществлял Б. Л. Ванников, его рабочее место было в центральном зале. После загрузки блочков в канал

специальным лотиком, опускаемым в ТК, уточняли правильность загрузки. Однажды, как вспоминают ветераны Л. А. Алехин и Н. И. Козлов, проверяющий правильность загрузки заместитель начальника смены Ф. Е. Логиновский, опуская лотик в канал, упустил вместе с ним трос, к которому был подвешен лотик. Б. Л. Ванников отобрал у Ф. Е. Логиновского пропуск, предупредив, что если тот не извлечет трос, то не только не получит свой пропуск, но и вообще останется в зоне вместе с заключенными. Пришлось специальным приспособлением извлекать трос из канала. Строгость, иногда проявляющаяся в шутливой, но достаточно жесткой форме, была вообще характерна для Б. Л. Ванникова.

Трудоемкая операция по загрузке урановых блоков в 1000 ТК была проведена с особой тщательностью. В работе первой бригады по загрузке блоков лично принимали участие начальник ПГУ Б. Л. Ванников, И. В. Курчатова и руководители завода. Надежная работа систем управления и аварийной защиты, контроль изменений расхода воды в ТК и температуры, нормальные дозиметрические характеристики в помещениях являлись необходимыми условиями пуска реактора. За параметрами, контролирующими начало возникновения цепной ядерной реакции, с помощью пусковой аппаратуры непрерывно следили и физики под руководством И. С. Панасюка, начальника Сектора № 1 Лаборатории № 2, научного руководителя реактора «А». Вечером 7 июня 1948 г. И. В. Курчатовым, взявшим на себя функции главного оператора пульта управления реактором, в присутствии Б. Л. Ванникова, руководства завода, начальника смены и дежурных инженеров управления реактором, после

перекрытия воды в реакторе и извлечения аварийных (поглощающих нейтроны) стержней был начат эксперимент по физическому пуску реактора. 8 июня 1948 г. в 00 ч 30 мин при достижении мощности реактора 10 кВт И. В. Курчатов «погасил» полученную на промышленном реакторе цепную реакцию деления ядер урана. Однако необходим был пуск реактора при наличии воды в реакторе. Этот пуск занял около 2 сут. После подачи воды в реактор не хватило исходной загрузки урана для получения критической массы даже при извлеченных стержнях — поглотителях нейтронов, т. е. цепная реакция при этом не осуществилась. Для пуска реактора с водой в ТК пришлось порциями, с перерывами, загружать (20% проектной загрузки) дополнительные урановые блоки*. Как вспоминали ветераны: «Лишь после загрузки пятой порции урана реактор с водой достиг критического состояния, когда было извлечено только две трети последнего регулирующего стержня». Это произошло 10 июня в 20 ч. В этот же день мощность реактора с водой была доведена до 1000 кВт, и в течение суток реактор работал на этой мощности. 19 июня в 12 ч 45 мин завершился длительный период подготовки реактора для работы на проектной мощности. Начался пуск с нуля, и 22 июня 1948 г. реактор был выведен на проектную мощность, которая, как следует из публикации М. Г. Первухина, равнялась 100 тыс. кВт. Началась непрерывная круглосуточная постоянная работа объекта с шестичасовыми сменами. Начался непрерывный учет выработанной реакто-

ром энергии и нарабатываемого в нем плутония для первой ядерной бомбы. Естественно, что тогда эти количественные данные, кроме узкого круга лиц, были никому не доступны. Точность же расчетов накапливаемого в реакторе плутония не могла быть высокой, так как в то время еще изучались сечения взаимодействия нейтронов различных энергий с ядрами урана-238, из которого получался плутоний-239. Кроме того, нужно было знать сечения взаимодействия с нейтронами как урана-235, так и плутония-239. Помимо деления под действием нейтронов количество делящегося плутония-239 уменьшалось и из-за обычного захвата нейтронов без деления. С учетом приведенной ниже реакции



Продукты деления

становится очевидным, что реальная наработка плутония-239 в реакторе требовала экспериментального уточнения после его извлечения на радиохимическом заводе. Сделать это было чрезвычайно сложно, так как скорость наработки плутония в разных зонах реактора сильно различалась, а коэффициент извлечения плутония на разных стадиях технологического процесса на радиохимическом заводе был еще не изучен.

Перед передачей облученных урановых блоков на радиохимический завод их выдерживали в бассейнах выдержки на реакторе «А», чтобы весь нептуний-239, имеющий период полураспада 2,3 сут. перешел в плутоний-239. При этом в несколько раз вследствие распада короткоживущих продуктов деле-

*В каждый технологический канал было загружено по 49 холостых блоков из алюминиевого сплава и 75 урановых блоков \varnothing 37 мм и высотой 102,5 мм (по оболочке).

ния ядер урана-235 и плутония-239 снижалась суммарная радиоактивность урановых блоков.

Трудности эксплуатации первого промышленного реактора

Непрерывная работа реактора требовала надежной эксплуатации систем управления и защиты, безотказной работы систем контроля температуры и расхода воды в каждом технологическом канале. В зависимости от распределения мощности по радиусу и высоте активной зоны реактора тепловые нагрузки на урановые блоки сильно различались. Для различных зон реактора устанавливались свои пределы срабатывания от СРВ и ПРВ аварийной защиты — заглушение реактора при недопустимой динамике изменений расхода воды, охлаждающей урановые блоки. Коррозия алюминиевых труб в ТК и оболочек урановых блоков, а также их эрозионный размыв приводили к другим неприятностям, связанным с появлением в воде радиоактивности. Появление влаги в графитовой кладке требовало замены каналов и перегрузки урановых блоков. Наличие влаги в графите изменяло его физические свойства, и при сильном «замачивании» графитовой кладки реактора в нем могла просто прекратиться цепная ядерная реакция. Графит в таком случае требовалось сушить, а применение системы воздушной продувки реактора через зазоры графита — ТК затягивало эту сушку на многие часы. Реактор не работал и не выполнял свои функции наработчика плутония.

Все эти неприятности происходили в первые недели и месяцы эксплуатации реактора. Были случаи и образования так называемых козлов, когда разрушенные по раз-

ным причинам урановые блоки спекались с графитом. На реакторе «А» были впервые выявлены такие эффекты, как «распухание» урана и графита под действием нейтронов. Эти эффекты изучались с участием работников ЦЗЛ Комбината № 817 А. Г. Ланина, Г. И. Клименкова и других специалистов Комбината и институтов под личным руководством сначала И. В. Курчатова, а позднее А. А. Бочвара, С. И. Конобеевского и других ученых.

Крупнейшая авария на реакторе произошла в первые сутки работы реактора*. 19 июня 1948 г. в 24 ч начальником лаборатории «Д» на площадке влагосигнализации была зарегистрирована повышенная радиоактивность воздуха. Выяснили, что в ячейке 17-20 (в центре активной зоны) из-за приоткрытия клапана холостого хода в технологическом канале недостаточен расход охлаждающей уран воды. Реактор был остановлен, а оставшиеся в графитовой кладке разрушенные урановые блоки частично извлекли, применяя и фрезеровку ячеек. Работы велись до 30 июля 1948 г.

Вскоре на реакторе в ячейке 28-18 сделали второго козла. Реактор надо было останавливать и, следовательно, прекращать наработку плутония. Однако Б. Л. Ванниковым и И. В. Курчатовым было принято решение ликвидировать козла на работающем реакторе, что приводило к загрязнению помещений, переоблучению сменного персонала и бригады ремонтников и неизбежному попаданию воды в кладку, так как инструмент по расчистке ячеек требовалось охлаждать. Наличие воды в графитовой кладке

*В. И. Шевченко. О себе и первом реакторном заводе (1947—1957 гг.). г. Озерск, Рукопись.

при ее контакте с алюминиевыми трубами вызывало их коррозию, и к концу года началась массовая течь каналов*. 20 января 1949 г. реактор был остановлен на капитальный ремонт.

Особо сложной в то время была проблема, обусловленная малой добычей природного урана, так как горнодобывающая урановая промышленность у нас только начинала развиваться.

Как известно, при первой загрузке промышленного реактора даже использовали уран, вывезенный после войны из Германии. Как отмечал Ю. Б. Харитон: «В 1945 г. в Германию была послана комиссия. Возглавлял ее Завенягин. ... Вместе с Кикоиным мы начали искать уран в Германии. ... На границе с американской зоной нам все-таки удалось обнаружить приблизительно 100 т урана. Это позволило нам сократить создание первого промышленного реактора на год». Этот вывод очень условен, так как 100 т не было достаточно для загрузки реактора Ф-1 и реактора «А».

В поставленных в реактор алюминиевых каналах в первой загрузке не была сделана анодировка поверхности труб. Из-за контакта графит — вода — алюминий возник интенсивный коррозионный процесс. Эксплуатировать реактор с этими трубами стало невозможно. Возникла сложнейшая проблема замены каналов и сохранения урановых блоков. Разгрузить урановые блоки через сконструированную систему разгрузки было возможно.

*Главной причиной попадания воды в графитовую кладку считались ошибки главного конструктора и научного руководителя при создании системы влагосигнализации, которая не исключала подсос влаги при начальной продувке воздуха с низа реактора.

Однако их прохождение вниз по технологическому тракту (канал — шахта разгрузки — кубель — бассейны выдержки) привело бы к механическим повреждениям оболочек блоков, не допускающим повторную загрузку их в реактор. А запасной загрузкой урана в то время не было, так как добыча урана была еще недостаточна.

Нужно было сохранить уже частично облученные, но сильно радиоактивные урановые блоки. По предложению А. П. Завенягина была предпринята попытка извлечь разрушенные трубы и, оставив в графитовых трактах урановые блоки, поставить новые анодированные трубы, однако это оказалось невозможным, так как при извлечении разрушенных труб, которые имели для центровки урановых блоков внутренние ребра, центровка столба блоков нарушилась — блоки сместились к стенкам графитовых кирпичей.

Работниками службы главного механика реактора В. П. Григорьевым и И. А. Садовниковым по предложению Г. В. Кругликова были разработаны приспособления — штанги, позволяющие специальными «присосками» извлекать урановые блоки из разрушенных технологических труб через верх в центральный зал реактора. Без переобучения участников извлечения блоков обойтись было нельзя. Надо было делать выбор: либо остановить реактор на длительный период, который по оценке Ю. Б. Харитона мог составить один год, либо спасти урановую загрузку и сократить потери в разработке плутония. Руководством ПГУ и научным руководителем было принято второе решение. Урановые блоки извлекали «присосками» через верх реактора с привлечением к этой «грязной» операции всего мужского персонала

объекта*. Урановые блоки должны были затем использоваться для повторной загрузки в новые трубы из алюминиевого сплава с защитным анодированным покрытием. Однако замачивание водой всей графитовой кладки, имеющей в работающем реакторе температуру свыше 100°C , требовало ее сушки перед постановкой в активную зону новых ТК и загрузкой реактора ураном. Обо всем этом докладывалось руководителю Специального комитета Л. П. Берия. И. В. Курчатов писал: «К 1 февраля мы закончили сушку агрегата и достигли равномерного распределения температур по его сечению. Выделение конденсата и пара прекратилось». После выполнения всех работ по перегрузке реактора 26 марта 1949 г. в 13 ч 30 мин был начат вывод реактора на проектную мощность.

Другим видом неприятностей, связанных с переобучением персонала и остановками реактора, были работы по ликвидации «козлов» и очистке графитовых ячеек от последствий обрыва технологических каналов при зависаниях урановых блоков. Зависания урановых блоков происходили по разным причинам.

При нарушении оболочки блока вследствие образования продуктов коррозии урана уменьшался зазор уран — труба, сильно снижался расход воды через ТК. Система СРВ позволяла в большинстве случаев предупредить сильное зависание блоков в трубе и давала возможность без обрыва трубы специальной пешней пробить столб блоков (выше зависшего) в шахту разгрузки. Иногда происходили обрывы труб и урановые блоки оставались без охлаждения в



Б. Г. Дубовский, участник пуска реактора Ф-1 и первого промышленного реактора на Комбинате № 817, с 1951 г. — научный руководитель реактора «А»

графитовой кладке. Реактор не работал, пока специальным инструментом уран не удаляли из графитовой ячейки. Большой вклад в определение причин зависания блоков и их устранение внес Б. Г. Дубовский, который впоследствии был назначен научным руководителем промышленного реактора.

Позднее учеными было установлено, что другой причиной зависания блоков является распухание уранового сердечника под действием нейтронного облучения. В отдельных загрузках урана в реакторе происходили массовые зависания, что заставляло досрочно разгружать урановые блоки. Указанные две причины зависания блоков в каналах ставили серьезные задачи перед институтами, разрабатывающими урановые сердечники, сплавы алюминия для оболочек блоков и ТК. Необходимо было совершенство-

*Было извлечено, как отмечает В. И. Шевченко, 33 тыс. урановых блоков в течение 34 сут.

вать технологические процессы на заводах-изготовителях этой продукции. Комиссия под руководством И. В. Курчатова, А. П. Александрова, Р. С. Амбарцумяна, В. В. Гончарова, В. И. Меркина и др. поручила ВИАМ (Р. С. Амбарцумян) с привлечением других институтов (НИИ-9, НИИ-13) и завода № 12 усовершенствовать технологию изготовления урановых блоков. Наибольший вклад по обеспечению надежности работы урановых блоков в начальный период эксплуатации промышленного реактора внес Р. С. Амбарцумян.

Отклонения от нормального технологического режима работы реактора были многочисленными: это и заклинивание кубеля с облученными блоками в разгрузочной шахте, и попадание в технологические тракты различных деталей. В одну из смен (начальник Д. С. Пинхасик) после пробивки зависших блоков в технологический тракт упустили пешню — металлический стержень длиной более 25 м, что вызвало много непредвиденных работ в тяжелых условиях.

Технологический процесс подготовки передачи урановых блоков на радиохимический завод включал операцию отделения рабочих урановых блоков от холостых алюминиевых, загружаемых в ТК ниже активной зоны. В каждом выгруженном из шахты разгрузки кубеле с блоками из нескольких каналов находилось примерно 40% холостых блоков. В отделении готовой продукции вручную специальными приспособлениями под водой эти блоки рассортировывались. Затем в специальных вагонах-контейнерах урановые блоки железнодорожным транспортом перевозились на радиохимическую переработку. Холостые блоки, изгото-



Р. С. Амбарцумян, заместитель директора ВИАМ (1911–1971)

товленные из «авиала», отправляли в специальные могильники — находящиеся на территории объекта забетонированные в земле емкости. Аварийные ситуации иногда возникали и при этих операциях.

При ликвидации отдельных аварий дозы радиационного воздействия были недопустимо велики. Особенную опасность представляло заклинивание урановых блоков, находящихся в кубелях, извлекаемых из разгрузочной шахты. Иногда последствия таких работ были трагическими.

Работы по ликвидации последствий зависания блоков обуславливали необходимость проведения калибровки графитовых ячеек и даже их расверловки специально разработанными штангами и фрезами. Требовалось проследить операции в каждой графитовой ячейке, поэтому была введена система ведения истории ТК. Эту работу выполняла специальная

группа ведения учета работы реактора (ГУРА), которой в течение нескольких лет руководил Г. Б. Померанцев — будущий член-корреспондент АН Казахской ССР.

Дальнейшая эксплуатация реактора выявила массу недоработок в системах контроля ведения технологического процесса, который непрерывно совершенствовался. Условия работы были приведены в норму только спустя 8–10 лет после начала эксплуатации реактора.

Промышленный реактор — основная база наработки радиоизотопов, измерения некоторых ядерных констант и радиобиологических исследований

Начало регулярного выпуска радиоизотопов для народного хозяйства практически совпадает с началом работы промышленного реактора на проектной мощности. С 1948 г. в стране налажен выпуск радиоизотопов. Использование радиоизотопов, особенно в медицине, где дозировка радиации — основное условие для успешного лечения, еще в 1946 г. находилось под научным руководством Лаборатории радиационных препаратов, возглавляемой Г. М. Франком. АМН СССР своим решением № 310 от 3 июля 1946 г. ввела ее в состав своих организаций. Позднее на ее базе был организован Институт биофизики (ИБФ) Минздрава СССР. В 1948 г. постановлением Совета Министров СССР (№ 2521 от 10.07.48 г.) и постановлением АМН СССР (№ 587 от 21.09.48 г.) на этот институт были возложены функции, связанные с изучением воздействия радиации на человека и безопасным применением радиоактивных источников в медицине и в народном хозяйстве. Первым директором ИБФ был

Г. М. Франк (1948–1951 гг.), будущий академик. Позднее этот востуший научный центр страны возглавляли крупнейшие ученые: академик АН СССР А. В. Лебединский (1954–1962 гг.), академик АМН СССР П. Д. Горизонтов (1962–1969 гг.).

Начало вывода промышленного ядерного реактора на проектную мощность в 1948 г. совпало с организацией в Институте биофизики Минздрава СССР Специальной препаративной лаборатории. Работающая на сырье («мишенях»), облученном нейтронами в ядерных реакторах или заряженными частицами на ускорителях, уже имеющихся в это время в Радиовом институте и в Лаборатории № 2, лаборатория ИБФ поставляла радиоизотопы разным учреждениям страны.

В активной зоне промышленного реактора плотность потока тепловых нейтронов достигла 10^{11} – 10^{12} нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. При такой высокой для того времени плотности потока нейтронов в отведенные каналы вместо урановых блоков могли загружаться специально изготовленные блочки-мишени с исходными стабильными изотопами, которые за короткий срок при захвате нейтронов превращались в радиоактивные.

По инициативе И. В. Курчатова уже в первые годы работы реактора были выделены отдельные ячейки для получения кобальта-60, полония-210, фосфора-32, хлора-36, углерода-14 и некоторых других радионуклидов. Естественно, в промышленном реакторе не могли нарабатываться изотопы с малым периодом полураспада, которые затем следовало передавать в Специальную препаративную лабораторию. За время перевозок такие изотопы распадались.

Для определения накопления как плутония, так и других радиоактив-

ных изотопов необходимо иметь большие плотности нейтронов. Кроме реактора «А» в то время в стране не было подобного источника нейтронов. Поэтому на практике по указанию И. В. Курчатова начали с 1949 г. проводить различные физические измерения, включая продолжение исследований по открытой еще до войны под его руководством ядерной изомерии. В центральном зале реактора появилась специальная установка – селектор нейтронов, на которой работники Комбината Е. А. Доильницын, Е. Е. Кулиш, Г. М. Драбкин, В. Н. Нефедов и др. вместе с сотрудниками Лаборатории № 2 проводили необходимые измерения. Позднее для наработки изотопов и физических исследований были построены сначала тяжеловодные реакторы в Лаборатории № 3 и на Комбинате № 817, а затем специальные ядерные реакторы в других организациях. Значительный вклад в развитие экспериментальной базы для наработки изотопов и проведения физических исследований внес ученый секретарь НТС ПГУ Б. С. Поздняков.

Любое увеличение количества ячеек промышленного реактора, загруженных «мишенями» для наработки других изотопов, связано с уменьшением количества технологических каналов, загружаемых ураном. Это приводит к ухудшению физических параметров реактора, уменьшая в нем коэффициент размножения и выработку плутония. При этом в технологических каналах несколько возрастает энергонапряженность урановых блоков, что увеличивает энергию нейтронов и изменяет их взаимодействие как с ураном-235, так и с плутонием-239. Поэтому увеличение мощности как отдельного ТК, так и реактора в целом изменяет не только скорость накопления плутония, но и



Б. С. Поздняков, ученый секретарь НТС
Первого главного управления (1903–1980)

его выгорание, характеризующееся как делением плутония-239, так и его превращением в более тяжелые изотопы плутония, отрицательно влияющие на свойства ядерной взрывчатки. Таким балластным изотопом является плутоний-240. Избежать наработки плутония-240 практически нельзя, поэтому в промышленном реакторе деятельность облучения урана-238 ограничивалась малыми сроками (несколько месяцев).

Количественные оценки наработки как плутония, так и любых других радиоизотопов в реакторе определяются энергией деления урана-235 и плутония-239, которая выделяется в ядерном реакторе.

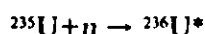
Полная энергия деления распределяется следующим образом:

кинетическая энергия осколков деления	— 162 МэВ
энергия мгновенного γ -излучения	— 6 МэВ
энергия β -распада	

осколков деления	— 5 МэВ
энергия γ -излучения	
осколков деления	— 5 МэВ
кинетическая энергия	
нейтронов, возникающих	
при делении	— 6 МэВ
энергия, уносимая	
нейтрино (в реакторе	
не выделяется)	— 11 МэВ

Общая энергия без нейтрино	184 МэВ
-------------------------------	---------

Уран-235 не только делится под действием тепловых нейтронов. Около 18% по реакции



переходит в долгоживущий изотоп уран-236, который с периодом полураспада $2,5 \cdot 10^7$ лет превращается в торий-232.

Указанное выше значение энергии деления (184 МэВ) практически и определяет мощность ядерного реактора. При выделении энергии 1 Вт · с необходимо, чтобы разделилось $3,1 \cdot 10^{10}$ ядер. Количество же разделившихся ядер, находящихся примерно в 1,1 г урана-235, выделяют энергию 1 МВт.сут. Всего же будет израсходовано урана-235 на выделение указанной энергии 1,3 г, так как около 18% урана-235 превратится в уран-236.

Количество нарабатываемых в реакторе радиоизотопов (в граммах) будет определяться простой формулой

$$M_{\text{гр}} = 1,31 \frac{A}{235} X W t,$$

где A — атомный номер изотопа; X — удельный выход изотопа; W — мощность реактора, МВт; t — время эффективной работы реактора на указанной мощности, сут.

Количество нарабатываемого плутония-239 за время t

$$M_{\text{гр}} = 1,33 X_{\text{пу}} W t,$$

где $X_{\text{пу}}$ — плутониевый коэффициент, характеризующий отношение нарабатываемого в реакторе плутония к сгоревшему урану-235.

Для реакторов на тепловых нейтронах, работающих на природном уране, значение $X_{\text{пу}}$ обычно равно 0,7–0,8.

Если принять, что $X_{\text{пу}}=0,75$, то за 1 сут при $W=100$ МВт реактор нарабатывает 100 г плутония. Даже через 3–4 мес непрерывной работы реактора на указанной мощности при загрузке 150 т урана в тонне урановых блоков концентрация плутония не будет превышать 60–80 г/т (в центре реактора она выше, на периферии существенно ниже).

В дальнейшем при увеличении мощности реактора энергия нейтронов будет возрастать и коэффициент $X_{\text{пу}}$ будет изменяться. Для определения наработки других радиоизотопов в каждой загруженной «мишенями» ячейке измерялись нейтронные потоки и их сечения взаимодействия с облучаемым материалом.

Для проведения радиобиологических исследований на реакторе был создан биологический исследовательский канал (БИК). Он находился на границе с отражателем и имел достаточно большой диаметр, позволяющий размещать в нем подопытных животных. В зависимости от доз гамма- и нейтронного излучения, а также от температуры и времени нахождения животных в БИК радиобиологи изучали предельные параметры их жизнестойкости. В ЦЗЛ Комбината был создан Биологический отдел, в котором работали Г. Д. Байсоголов, Н. К. Лемберг, Р. Е. Либензон и

*Из урана-236 в реакторах нарабатывается долгоживущий изотоп нептуний-237.

другие ученые. Позднее на базе этого отдела в Челябинске-40 был организован филиал № 1 Института биофизики, который ведет интенсивные работы по изучению влияния радиации на эксплуатационный персонал Комбината и население окружающих районов Челябинской области.

Облучение персонала первого промышленного реактора в начальный период его эксплуатации

Одновременно с началом работы реактора «А» в августе 1948 г. руководством ПГУ и Минздрава СССР были подготовлены Общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работающих на объектах Комбината № 817. Дневная норма при шестичасовой смене устанавливалась в 0,1 бэр, т. е. за год не более 30 бэр. В случае аварии этими нормами разрешалось однократное облучение в дозе 25 бэр за время не менее 15 мин. После такого облучения проводилось медицинское обследование работника, а затем либо отпуск, либо работа, исключаяющая воздействие радиации.

Имеющаяся тогда дозиметрическая аппаратура предназначалась для контроля мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. Индивидуальный контроль работников промышленного реактора осуществлялся с помощью фотоплочных дозиметров, которые могли регистрировать дозу от 0,05 до 3 бэр с погрешностью около 30%. Проявление пленки должно было проводиться ежесменно.

При наличии такого фотоплочного дозиметра в кармане комбинезона у каждого работника регистриро-

валась доза облучения на все тело. На объекте «А» была организована служба дозиметрии, возглавляемая И. М. Розманом, ранее работавшим в Лаборатории № 2 над проблемами контроля интенсивности радиации. В Минздраве СССР была создана специальная система санитарного и медицинского надзора, которой многие годы руководил заместитель министра генерал-лейтенант А. И. Бурназян. Как уже отмечалось, практически все технологические операции на промышленном реакторе были сопряжены с работой в условиях повышенной радиации. Из недавно опубликованных данных (табл. 3) видно, что после начального этапа работы в 1948 г., когда лишь 4,8% работающих получили дозу облучения более 100 бэр/год, в 1949 г. радиационная обстановка резко ухудшилась. Ликвидация аварийных ситуаций, в первую очередь при извлечении урановых блоков не по традиционной схеме, обрывы технологических труб при зависаниях привели к

Таблица 3. Персонал промышленного ядерного реактора, %, получивший определенные дозы облучения в первые годы эксплуатации

Годы	Доза, бэр				Средняя доза, бэр/год
	25	25-100	100-400	400	
1948	84,1	11,1	4,8	—	19,6
1949	10,7	57,7	31,1	0,5	93,6
1950	52,2	47,2	0,6	—	30,7
1951	74,9	25,1	—	—	18,1
1952	83,9	16,1	—	—	14,9
1953	79,3	18,4	2,3	—	19,6
1954	97,0	3,0	—	—	8,9
1955	95,5	4,5	—	—	9,5
1956	98,7*	0,6	0,7	—	5,1

*Более 90% работающих на промышленном реакторе получали дозу чуть менее 10 бэр/год.

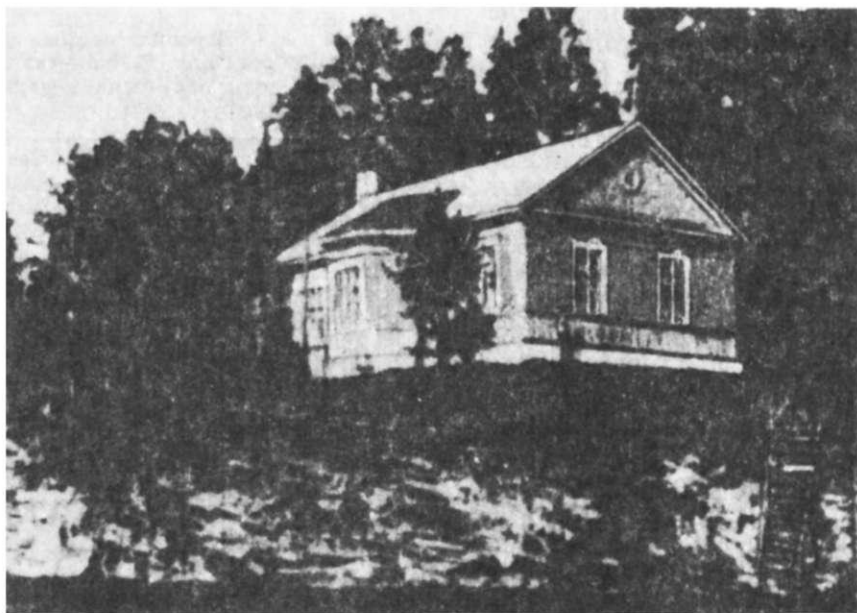
увеличению радиационного воздействия на персонал в среднем до 93,6 бэр/год. Только через 7 лет радиационная обстановка стабилизировалась и превышение среднегодовых доз облучения наблюдалось лишь у 5% работающих.

Позднее, в 1952 г., был введен новый норматив, ограничивающий дозу облучения за рабочую смену значением 0,05 бэр, или 15 бэр за год. Дозы разового облучения в аварийных ситуациях по-прежнему составляли 25 бэр за время не менее 15 мин. При такого рода работах, а также при ремонте оборудования отдельным лицам разрешалось получать ежегодную дозу до 100 бэр. В 1954–1956 гг. был установлен порядок перевода работников по дозиметрическим данным в «чистые» условия на срок 6 мес при суммарном облучении за последний год более 45 бэр и за последние два года свыше 75 бэр. Только с 1970 г. были введены правила, где годовой

уровень облучения не должен был превышать 5 бэр. Показатели, характеризующие внешнее гамма-облучение работников различных служб производственного персонала за первые десять лет работы промышленного ядерного реактора, приведены в табл. 4. Наибольшему радиационному воздействию подвергались тогда механики и энергетики, а также основной со-

Т а б л и ц а 4. Средняя суммарная доза внешнего гамма-облучения в различных профессиональных группах за период 1948–1958 гг.

Участок производства и профессия	Доза гамма-облучения, бэр
Работники службы дозиметрии	109,7
Работники службы КИПиА	128,6
Работники служб механика и энергетика	207,5
Основной персонал центрального зала реактора	203,8



Домик И. В. Курчатова

став работников центрального зала реактора.

По заключению доктора медицинских наук Н. А. Кошурниковой, ведущего в стране специалиста по радиационной гигиене, увеличение в 1,5 раза онкологической смертности у групп персонала, получивших свыше 100 бэр за 10 лет и 25 бэр за год, можно расценивать как результат влияния радиации. Уровень же смертности в группах с меньшими дозами не отличается от уровня онкологической смертности взрослого населения, который составляет 200 случаев на 100 тыс. чел/год, что за 30 лет составит примерно 6%.

Главной причиной получения повышенных доз радиации работниками, эксплуатирующими первый промышленный реактор, была в основном необходимость в кратчайшие сроки получить делящийся материал для ядерного оружия — плутоний. Поэтому недостатки в организации реакторного производства устранялись в течение нескольких лет под руководством И. В. Курчатова и других руководителей. Для проживания их в г. Челябинске-40 на берегу оз. Иртяш в городском парке был построен коттедж. Впоследствии этот коттедж был перенесен в город, и в нем функционирует музей И. В. Курчатова.

ПЕРВЫЙ РАДИОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД КОМБИНАТА № 817 ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ПЛУТОНИЯ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ БОМБЫ

А. К. Круглов

Как уже отмечалось, сложнейшей, наиболее трудоемкой задачей создания ядерного оружия было получение делящихся материалов. На всех стадиях работы с плутонием участники подвергались воздействию радиации. Наряду с получением управляемой цепной реакции, строительством и пуском первого промышленного реактора для наработки плутония на Комбинате № 817 не менее сложная проблема решалась при создании радиохимического завода, который из режимных соображений называли тогда заводом «Б».

Основными задачами технологического процесса на радиохимическом заводе было растворение полученных с завода «А» облученных урановых блоков, отделение высокорadioактивных многочисленных продуктов деления от урана и плутония, получение концентрированных растворов плутония и передача их на следующий объект — завод «В» на химико-металлургическое производство для изготовления деталей из металлического плутония для ядерной бомбы.

Естественно, что и в другом продукте радиохимического завода — регенерированном уране, который тогда был особо дефицитным, были самые минимально достижимые примеси плутония и ничтожно малое

содержание продуктов деления. Поэтому кроме плутония другим конечным продуктом радиохимического завода являлся уран, который после очистки от искусственных радиоактивных продуктов имел изотопный состав практически как природный уран. За счет деления урана-235 и превращения ничтожных количеств урана-238 в плутоний-239 суммарное количество выгоревшего в реакторе урана в первые годы его работы составляло всего лишь 200—300 г/т из 1 т урана. Количество же урана-235 в регенерированном уране за счет незначительного его выгорания в реакторе уменьшалось несущественно и оставалось в пределах 0,69—0,70% (в природном 0,714%). Использование этого регенерированного урана предусматривалось на заводе диффузионного обогащения урана-235 на строящемся в Верх-Нейвинске на Среднем Урале Комбината № 813, где форсированно создавалась технология получения высокообогащенного урана-235 — второго вида делящегося материала для ядерного оружия.

Полученный на заводе «Б» концентрированный (после отделения от урана и продуктов деления) раствор плутония должен был подвергаться дополнительной очистке, чтобы при поступлении к металлургам

плутоний имел минимальное гамма- и бета-излучение. Разрабатывал технологию завода Радиевый институт под руководством академика В. Г. Хлопина. В РИАН была создана более сложная (по сравнению с радиевой технологией) радиохимия получения микроколичеств радиоизотопов. В результате использования уточненных сотрудниками законов распределения вещества между различными фазами: жидкость — твердая фаза, раствор — раствор, жидкость — газ стало возможным отделять плутоний от урана и от продуктов деления. С именем В. Г. Хлопина связано создание отечественной радиохимии, которой он начал заниматься в Радиологической лаборатории, организованной В. И. Вернадским при Российской Академии наук еще в 1915 г. Под его руководством, как отмечает в своих воспоминаниях наш крупнейший ученый по работе с радиоактивными материалами, ветеран атомной промышленности З. В. Ершова*, была организована пробная переработка радиоактивных руд и 1 декабря 1921 г. были получены первые русские радиевые препараты. Он организовал работу по получению радия из отечественных руд. «Своей одержимостью и настойчивостью В. Г. Хлопин напоминал первооткрывателей радиоактивных элементов. Он использовал весь опыт работы, приобретенный Марией и Пьером Кюри при извлечении радия из радиоактивных руд...» Сначала радий извлекали на Урале, где в г. Березники был создан специальный радиевый завод.

Разработке технологии выделения плутония предшествовали многие



В. Г. Хлопин, академик с 1939 г. (1890–1950)

публикации В. Г. Хлопина по получению и использованию радиоактивных элементов. Среди них следует назвать опубликованную в 1940 г. работу о путях использования радиоактивных элементов и ядерных частиц, а также открытую публикацию в 1947 г. краткого очерка истории развития радиевого дела в России. Под научным руководством В. Г. Хлопина и И. Я. Башилова в Москве на Заводе редких металлов (1929–1930 гг.) была организована переработка урановых руд. В конце 1931 г. при переработке сотен тонн урана было получено 200 мг радия в виде бромида радия — бария. Паспорт на ампулы с радием в Радиевом институте сверялся с Международным эталоном Венского радиевого института и в первые годы подписывался В. Г. Хлопиным. Урановую руду добывали в Средней Азии на Тюя-Муюнском месторождении, а после его истощения и при отсутствии других разведанных запасов урановых руд в

* По предложению В. Г. Хлопина в 1936–1937 гг. проходила стажировку в Париже в Институте радия в лаборатории Ирен Кюри, с 1945 г. работала в НИИ-9 (ВНИИНМ).

1936 г. производство радия в Москве прекратили.

Итак, до введения в действие завода «Б» практически единственным институтом в стране, способным быстро организовать выделение плутония из высокоактивного сырья и очистку урана от продуктов деления в промышленных масштабах, был лишь Радиевый институт. Именно этому коллективу, имеющему в своем составе высококвалифицированных радиохимиков, физиков, радиометристов и других специалистов, работающих с радиоактивными материалами, в 1944 г. поручили создать технологию радиохимического производства, а научным руководителем назначили академика В. Г. Хлопина*. В 1944–1945 гг. в Радиевом институте (после возвращения из Казани) был восстановлен циклотрон и были проведены первые радиохимические исследования на облученном уране с импульсными «количествами» нептуния и плутония.

Создание в 1945 г. при ГКО Спецкомитета и ПГУ ускорило работы в РИАН. Уже в 1946 г. вышел первый научно-технологический отчет по способу переработки облученного урана. Технология, предложенная Радиевым институтом, вначале была проверена на близком химическом аналоге элемента 94, на элементе с номером 93, короткоживущем изотопе — нептуний-239. Период полураспада нептуния-239 составляет приблизительно 2,3 сут. Создание сложнейшего процесса, выполненного на имитаторах плутония, с его индикаторными количествами, находящимися в облученном уране, которые

регистрировались по излучению распадающегося нептуния-239, подтверждало высокий класс школы отечественных радиохимиков, созданной В. Г. Хлопиным и его воспитанниками в РИАН. Среди них ведущее место занимали Б. А. Никитин, А. П. Ратнер, В. И. Гребенщикова, И. Е. Старик, К. А. Петржак, В. М. Вдовенко, а также соратники В. Г. Хлопина Б. П. Никольский и А. А. Гринберг.

До пуска в декабре 1946 г. реактора Ф-1 в Лаборатории № 2, на котором только в 1947 г. могли (в облученном уране) нарабатывать незначительное количество плутония, в 1945 г. Б. В. Курчатов получил всего лишь 10^{12} атомов плутония. Для этого в течение трех месяцев облучали нейтронами радий-бериллиевый источника гидроксид урана. Практически тогда же в Радиевом институте были получены первые импульсные количества нептуния и плутония с использованием циклотрона РИАН. В Лаборатории № 2 после пуска в 1945 г. более мощного циклотрона плутоний можно было получать даже в весовых (доли микрограмма) количествах.

Как отмечает З. В. Ершова, «...научный отчет Радиевского института, известный всем радиохимикам как «синяя книга» (он имел синий переплет), изучался химиками, технологами, физиками, имеющими отношение к этому вопросу. На этом материале учились химики и технологи, которые ранее ничего не знали о радиохимии и даже о радиоактивных элементах. Этот отчет долгое время был настольной книгой».

Именно эта работа, а также результаты доклада В. Г. Хлопина 20 мая 1946 г. на НТС ПГУ дали возможность руководству Уранового проекта (Спецкомитет, ПГУ) уже

*В предвоенный период, с 30 июля 1940 г., В. Г. Хлопин возглавлял Урановую комиссию, которая уже тогда наметила предварительную программу получения обогащенного урана-235 и использования энергии деления ядер.

летом 1946 г. развернуть строительство в Челябинске-40 радиохимического завода. Решение НТС по докладу В. Г. Хлопина обязало также М. Г. Первухина, В. С. Емельянова, И. В. Курчатова, В. Б. Шевченко обеспечить ускорение проведения работ в Лаборатории № 2, касающихся не только окончания строительства и пуска реактора Ф-1, но и строительства при нем опытного радиохимического цеха, где можно было бы проверить на урановых блочках, облученных в реакторе Ф-1, возможность выделения весовых количеств плутония по выданной РИАН технологии. В этом цехе, построенном в НИИ-9, который потом был назван установкой № 5, и проводились с конца 1946 г. основные экспериментальные работы для отработки технологии строящегося завода «Б». На НТС ПГУ (протокол № 9 от 20/VIII 46 г.) также был заслушан и главный проектант завода Б. Я. Зильберман (ГСПИ-11, главный инженер В. В. Смирнов).

На НТС И. В. Курчатову установили срок 1 марта 1947 г., к которому с реактора Ф-1 облученные урановые блоки с накопленным в них ничтожным количеством плутония должны были поступить на опытную радиохимическую переработку в НИИ-9. Ему же вместе с В. Г. Хлопиным, В. С. Емельяновым и В. Б. Шевченко поручили в течение 10 дней установить технические характеристики на урановые блоки, поступающие для радиохимической переработки с реактора «А» на завод «Б». Тогда же по предложению председателя комиссии М. Г. Первухина, согласованному с В. Г. Хлопиным, НТС рекомендовал из четырех схем радиохимической переработки урановых блоков принять для завода «Б» ацетатно-лантанно-фторидную технологию.

В то время в РИАН проводили интенсивные исследования химических свойств плутония на импульсном количестве, получаемом на циклотроне, работой которого руководил М. Г. Мещеряков*. Радиометрическими исследованиями руководил другой ученик И. В. Курчатова, один из авторов открытия в 1940 г. спонтанного деления урана, К. А. Петряк вместе с Б. С. Желеповым и Г. Н. Горшковым. Радиохимические методики разрабатывались под руководством Б. А. Никитина, И. Е. Старика, А. П. Ратнера и других ученых РИАН.

В марте 1946 г. в русском переводе появилась книга Г. Д. Смита «Атомная энергия для военных целей», которая являлась официальным отчетом о разработке ядерной бомбы в США. Эта книга (в США в 1945 г. в июле и сентябре вышло два издания) была в то время основным пособием в вузах для подготовки специалистов для работы в нашей атомной промышленности. Несколько позднее в двух томах были изданы книги под редакцией К. Гудмена «Научные и технические основы ядерной энергетики», в которых были отражены основные сложности, возникшие у ученых США при решении атомной проблемы. Например, в разделе «Технология ядерного горючего» этой работы отмечалось, что при выделении плутония-239 нужно не удалять алюминиевую оболочку урановых блоков механическим путем, а проводить химическое растворение.

* В 1946 г. он присутствовал при испытании двух ядерных бомб США на атолле Бикини. С 1947 по 1953 г. работал зам. директора ЛИПАН, а с 1953 по 1956 г. возглавлял в г. Дубне Институт ядерных проблем АН СССР, на базе которого был образован Объединенный институт ядерных исследований.

При обращении с опасными продуктами деления наиболее надежными признавались методы, связанные с проведением технологических операций на значительном расстоянии от густонаселенных районов, для хранения радиоактивных отходов строили специальные достаточно большие хранилища. Огромная интенсивность ионизирующего излучения от продуктов деления, сравнимая с тоннами радия, требовала ведения дистанционного управления всеми химическими операциями. По-видимому, с учетом всего этого В. Г. Хлопин рекомендовал на строящемся радиохимическом предприятии предусмотреть следующую структуру завода и ориентировочные размеры отдельных цехов:

цех приготовления реагентов — 12х40 м;

цех с дистанционным управлением — 40х65 м;

цех с обслуживающим персоналом — 15х80 м.

Кроме этих цехов на заводе «Б» по его предложению следовало организовать:

цех аффинажа плутония;

хранилища сбросных (радиоактивных) растворов (по 15 тыс. м³ на каждый год);

станцию нейтрализации сбросных растворов;

цех регенерации лантана;

цех регенерации плавиковой кислоты;

склады и вспомогательные цеха.

Чтобы судить об объемах реагентов, растворов и их химической и коррозионной агрессивности в получаемых продуктах, приведем ориентировочные данные о некоторых предполагаемых расходах реагентов, т, необходимых для переработки 1 т урановых блоков:

Азотная кислота 65% (техническая)	— 11,6
Ацетат натрия (58%)	— 11,0
Едкий натр (технический)	— 2,75
Плавиковая кислота (40%)	— 0,46
Вода технологическая чистая	— 56
Вода для охлаждения	— 2000
Пар	— 50

Кроме указанных в докладе В. Г. Хлопина назывались и другие реагенты со значительно меньшими нормами их использования для растворения 1 т урановых блоков.

Учитывая сложность радиохимической технологии и сверхнапряженные сроки строительства и ввода в эксплуатацию завода «Б», Ученый совет Радиевого института рекомендовал руководству ПГУ привлечь к научным разработкам коллективы других институтов.

Комиссия № 1, созданная при химико-металлургической секции НТС ПГУ (секция № 4, председатель В. С. Емельянов) в составе Б. А. Никитина, А. Н. Фрумкина, И. И. Черняева*, И. В. Курчатова с участием А. А. Гринберга и С. З. Рогинского, на своем заседании 1 ноября 1946 г. рассмотрела предложение РИАН. Для лучшей координации работ, конкретизации ответственности коллективов институтов за создание технологии завода «Б» Комиссия решила возложить руководство разработками по технологии завода «Б» на следующих специалистов:

Б. А. Никитина — определение выходов конечного продукта по всем стадиям технологического процесса (РИАН);

А. А. Гринберга — изучение окислительно-восстановительных процес-

* А. Н. Фрумкин — академик АН СССР с 1932 г., директор ИФХАН.

И. И. Черняев — академик с 1943 г., директор Института общей и неорганической химии (ИОНХ).

сов при отделении конечного продукта (РИАН);

С. З. Рогинского — изучение действия радиоактивных излучений на операции технологического процесса, выделение конечного продукта и поведение продуктов деления (ИФХАН);

Б. В. Курчатова — изучение сорбции конечных продуктов и продуктов деления при получении плутония (ЛИПАН).

Эти проблемы были важнейшими, и все трудности, проявившиеся в начальный период работы завода, так или иначе связаны с именами указанных ученых и руководителей институтов, ответственных за их решение.

В условиях интенсивной ионизации изменяется скорость многих характерных химических реакций, в том числе: ускоряется коррозия материалов оборудования; образуются перекиси в водных растворах; органические вещества диссоциируют и полимеризуются; энергия излучения нагревает растворы и затрудняет контроль температуры при ведении технологического процесса. Все это привело к большим трудностям при эксплуатации завода, которые сразу же проявились в первый год (1949 г.) работы.

Как уже отмечалось, для опробования отдельных процессов разработанной РИАН технологии в Москве рядом с реактором Ф-1 во вновь созданном институте НИИ-9 (директор В. Б. Шевченко) в 1946 г. ввели опытную установку № 5. Сочетание этой установки и опытного реактора Лаборатории № 2 давало возможность на облученных в реакторе Ф-1 урановых блоках не только опробовать технологию, выданную РИАН, но и проверять отдельные разработки конструкций оборудования и сис-

тем контроля будущего радиохимического завода. Так как содержание плутония в уране было незначительным (микрограмм на килограмм), а опыт работы с радиоактивными материалами отсутствовал, установка не содержала биологической защиты. Из РИАН для работы на установке направили группу научных сотрудников, которые вместе с работниками НИИ-9 и специалистами других привлеченных институтов проверяли одобренную Научно-техническим советом ПГУ технологическую схему. Общее научное руководство работами на установке (начальники П. И. Точеный*, М. В. Угрюмов) осуществлял заместитель директора РИАН, член-корреспондент АН СССР Б. А. Никитин. Его заместителями были член-корреспондент АН СССР А. П. Виноградов (ГЕОХИ), а также профессора Б. П. Никольский и А. П. Ратнер и член-корреспондент АН СССР И. Е. Старик (РИАН).

На этой установке, проработавшей 1,5 года, были проведены десятки операций, начиная с загрузки облученных в реакторе Ф-1 урановых блоков и кончая получением готового концентрата плутония. План научно-исследовательских работ всех институтов-соисполнителей по проверке технологии РИАН в НИИ-9 на установке № 5 был доложен 3. В. Ершовой 12 июля 1947 г. на секции № 4 НТС ПГУ и в целом одобрен.

Во второй половине 1947 г. на установке на облученном материале проверяли ацетатно-фторидную схему, позволяющую решить такие проблемы:

определение выхода плутония на отдельных операциях;

*П. И. Точеный вскоре был назначен первым директором завода «Б».



В. Б. Шевченко, директор НИИ-9 с 1945 по 1952 г. (1906–1981)



Б. А. Никитин, первый заместитель директора РИАН, член-корреспондент АН СССР с 1943 г. (1906–1952)



И. Е. Старик, заместитель директора РИАН, член-корреспондент АН СССР с 1946 г. (1902–1964)



З. В. Ершова, научный руководитель установки № 5 ВНИИНМ (1904–1995)

полноту удаления продуктов деления;

степень возможной очистки от радиоактивного иода и ксенона;

обезвреживание сбросных растворов.

Кроме того, проводили работы по определению степени коррозии оборудования, надежности измерительной аппаратуры, по проверке эффективности методов защиты обслуживающего персонала. Для этих исследований, как отмечала З. В. Ершова, необходимы были исследования на материале с максимальной радиоактивностью до 10 Ки.

Особенно важной проблемой для завода «Б», которую тогда решали, была производственная вентиляция. Необходимо было выяснить, насколько безопасно для окружающего комбинат населения сбрасывание в атмосферу таких газообразных продуктов деления, как иод, ксенон и другие, полученные после растворения урановых блоков. Тогда было известно, что особо опасный иод-131 имеет период полураспада приблизительно 8 сут и предварительная выдержка облученных блоков в бассейнах промышленного реактора, хотя и уменьшала его содержание в 15–30 раз, была недостаточна. В конце 1946 г. (протокол № 19 от 1/XI 46 г.) секция № 4 НТС с участием Е. П. Славского (ПГУ), В. Г. Хлопина, Б. А. Никитина (РИАН), И. В. Курчатова, В. И. Меркина (ЛИПАН), С. З. Рогинского, В. И. Спицына, О. М. Тодеса (ИФХАН), А. З. Ротшильда (ГСПИ-11), З. В. Ершовой (НИИ-9) и ведущих специалистов НИИ-26 (Минхимпром) рассмотрела сообщения ГСПИ-11 и ИФХАНа по проектному заданию вентиляции завода «Б» и решила принять его за основу для технического проектирования.

Было решено выброс газов, образующихся при растворении урановых блоков, осуществлять в атмосферу через трубу высотой около 130 м с предварительным разбавлением воздухом в трубе. Для отделения парообразного радиоактивного иода сорбционным способом от других газообразных продуктов деления по предложению С. З. Рогинского (ИФХАН) и Б. А. Васьковского (НИИ-26) в качестве материала был выбран селикагель, покрытый азотнокислым серебром. Кроме того, институты получили задание разработать предложения по удалению аэрозолей, которые не задерживаются предлагаемым сорбентом. Эти и многие другие проблемы нужно было решить в 1947 г. — начале 1948 г., т. е. в сроки, необходимые для проектирования завода «Б».

Практически неразрешимой проблемой тогда была проблема полного обезвреживания растворов, сбрасываемых после ацетатных осадений.

Заслушав и обсудив в течение двух дней (25–26 июля 1947 г.) на секции № 4 НТС доклады головных институтов (от ИФХАН — С. З. Рогинского; от РИАН — И. Е. Старика) и убедившись, что разработки институтов не позволяют в сбросных растворах уменьшить радиоактивность ниже 10^{-7} Ки/см³, секция признала неизбежным сброс таких растворов в открытую гидросеть. В обращении секции в Минздрав к руководителю Государственной службы радиационной безопасности страны А. И. Бурназяну была высказана просьба сообщить главному проектировщику завода «Б» ГСПИ допустимые (толерантные) дозы с связи со сбросом «частично» радиоактивных растворов в водоемы в районе строительства Комбината.

Получаемые на установке № 5 в НИИ-9 результаты проверки техно-

логии, выданной РИАН и описанной в «синей» книге (М. Г. Гладышев называл ее «голубой»), также коллегиально обсуждались радиохимики двух институтов с участием ученых и других ведущих академических институтов (ИОНХ, ИФХАН и др.).

Среди будущих руководителей радиохимического завода на установке № 5 работали: Б. В. Громов — первый главный инженер радиохимического завода, М. В. Гладышев — заместитель главного инженера, А. И. Пасевский — заместитель главного инженера, Н. С. Чугреев — начальник отделения № 8 конечной стадии извлечения концентрата плутония фторидным методом, Н. Г. Чемарин — начальник технологической лаборатории, Я. П. Докучаев* — начальник группы радиометрических методов контроля технологического процесса завода «Б» и многие другие.

Выполняемая в НИИ-9 на установке № 5 работа также была под контролем ПГУ, Лаборатории № 2, и ее сотрудники М. И. Певзнер, Б. В. Курчатов и др. работали в тесном контакте с некоторыми лабораториями НИИ-9.

Испытания на установке в НИИ-9 подтвердили правильность выбранной РИАН технологии получения плутония. Они имели огромное значение для работников проектного института, которые на основании уточненных данных проектировали радиохимический завод.

К сожалению, как позднее отмечалось: «...мешала сорбция плутония на стенках аппаратуры и в осадках, и так как весовые концентрации плутония и продуктов были очень малы, это приводило к тому, что плутоний



Н. В. Гладышев, директор Плутониевого завода после его реконструкции

в конечных продуктах не обнаруживали. Сочетание осадительных и экстракционных процессов позволило получить первые концентраты плутония сначала (в конце 1947 г.) в микрограммовых и в 1948 г. — в миллиграммовых количествах.**

Одновременно с выделением плутония решали и проблемы улавливания радиоактивных аэрозолей, радиоактивных газов и летучих радиоизотопов, намечали пути обезвреживания радиоактивных отходов, а также выделения ценных радионуклидов из продуктов деления. Учитывая огромную радиоактивность, которая в тонне облученных в реакторе урановых блоков была эквивалентна сотням тысяч грамм-эквивалентов радия, необходимо было перед передачей с реактора «А» на завод «Б» продукции увели-

*29 августа 1949 г. был участником испытания первой ядерной бомбы на Семипалатинском полигоне.

**М. В. Гладышев. Плутоний для атомной бомбы. Директор Плутониевого завода делится воспоминаниями. Челябинск-40, 1992.

чить выдержку не только для распада нептуния-239, из которого (с периодом полураспада 2,3 сут) получается плутоний-239, но и распада многих короткоживущих продуктов деления. Особо вредный и трудно очищаемый иод-131, имеющий период полураспада приблизительно 8 сут, указывал, например, на необходимость снижения его концентрации в топливе в 1000 раз, что требовало увеличения выдержки урановых блоков после разгрузки из реактора в течение 120–140 сут. Суммарная радиоактивность продуктов деления за это время должна была уменьшиться в 100 раз.

1. Проектирование и строительство радиохимического завода

Ленинградский проектный институт (ГСПИ-11) приступил к разработке проекта завода (здание 101) в 1946 г. на основании исходных данных РИАН, которые, как показано выше, уточнялись до середины 1948 г. Первое проектное задание на строительство радиохимического завода было представлено РИАН (В. Г. Хлопин, Б. А. Никитин, А. П. Ратнер) совместно с ГСПИ-11 (Я. И. Зильберман и Н. К. Хоманский) еще в начале 1946 г.

Руководством ГСПИ-11 (А. И. Гуттов, В. В. Смирнов, А. Н. Матвеев) было создано специальное Бюро комплексного проектирования № 2 (начальник Л. А. Сытин, главный инженер А. А. Хоникевич). Проектные работы выполняли Я. И. Зильберман, М. А. Ходос, А. Н. Кондратьев, В. А. Хохлов и многие другие сотрудники института. Разделами проекта различных отделений завода руководили В. В. Смирнов, А. А. Черняков,



В. В. Смирнов, главный инженер ГСПИ-11 с 1946 по 1956 г. (1896–1969)

А. З. Ротшильд, А. В. Гололобов, В. А. Курносков* и др. По мере отработки технологии технические задания корректировались РИАН и руководством Комбината. На первом этапе проектирования РИАН участвовал во всех деталях проекта, включая следующие:

- технологический процесс;
 - контрольно-измерительную аппаратуру;
 - выбор конструкционных материалов;
 - решение проблем регенерации и чистоты реагентов;
 - очистку сбросных растворов от радиоактивных продуктов;
 - мероприятия по защите персонала.
- В проекте одновременно с выделением плутония решали и пробле-

*В настоящее время директор проектного института ГСПИ-11 (был переименован во ВНИИПИЭТ, теперь называется Российский институт проектирования объектов энергетики).

мы улавливания радиоактивных аэрозолей, радиоактивных газов и летучих радиоизотопов, намечали пути обезвреживания радиоактивных отходов, а также выделения ценных радионуклидов из продуктов деления. Для уменьшения концентраций загрязнения прилегающих к Комбинату территорий газовыми радиоактивными выбросами радиохимического завода в проекте было предусмотрено строительство самой высокой на Урале вытяжной трубы (высота 151 м*, диаметр у основания 11 м, а наверху 6 м). Сложности строительства и монтажа оборудования завода изложены в некоторых публикациях.

На основании проекта завода, выполненного Ленинградским проектным институтом (директор А. И. Гуттов), строительство и монтаж оборудования завода выполнялись под руководством Строительного и монтажного управления ПГУ (руководитель А. Н. Комаровский, который был и начальником Главпромстроя НКВД СССР). Его заместитель П. К. Георгиевский был постоянным куратором строительства завода. Начальником строительства Комбината и завода «Б» с начала 1947 г. был М. М. Царевский, а начальником одного из монтажных трестов — Н. К. Смазнов**. Десятки заводов и институтов страны изготовляли оборудование, многочисленные приборы и системы дистанционного контроля, создавали самые различные коррозионностойкие материалы. Завод «Б», как и в целом весь Комбинат и город Челябинск-40, строили гражданские и военные строители, а также большое количество заключен-



А. Н. Комаровский, начальник Главпромстроя НКВД СССР, заместитель начальника ПГУ (1906–1973)

ных. Руководителями строительных и монтажных работ, как правило, были вольнонаемные инженеры и офицеры, которые служили в войсках МВД. Как отмечают ветераны радиохимического завода, большинство рабочих строителей — это десятки тысяч заключенных, привезенных из различных лагерей ГУЛАГа. Было много и вольнонаемных рабочих, которые привлекались с разных предприятий страны, а затем становились постоянными работниками стройки, а некоторые переходили работать в коллективы эксплуатационников***. Для монтажа оборудования привлекали специалистов различных заводов и выпускников учебных заведений. Как организовывалось в то время строительство крупнейших предприятий страны, гигантов нашей

*В конце 1946 г. высота трубы намечалась 130 м (решение секции № 4 ИТС, протокол № 19).

**Впоследствии работал руководителем в Главмонтаже Минсредмаша.

***Как отмечалось в гл. 3, в строительстве заводов Комбината и города вместе с ИТР в 1948 г. работало 45 тыс. человек.

индустрии, известно из опубликованной в 1973 г. Воениздатом книги А. Н. Комаровского «Записки строителя». Среди проектировщиков, строителей и монтажников особо запомнились работникам эксплуатации завода «Б», как отмечает М. В. Гладышев, следующие специалисты-руководители:

среди проектировщиков — Я. И. Зильberman, Г. Н. Локтев; Г. А. Ротшильд;

среди строителей — А. К. Грешнов, А. В. Пичугин;

среди монтажников — Н. К. Смазнов, Е. С. Ключин, Е. Я. Николаевский, А. А. Дершин, Г. М. Кауфман.

Трудно перечислить, а тем более запомнить специалистов, построивших завод «Б». Их было во много раз больше. Следует только подчеркнуть, что ход всех работ по созданию радиохимического завода находился под непрерывным контролем Спецкомитета (Л. П. Берия), научного руководителя проблемы И. В. Курчатова, руководства Первого главного управления (Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, А. Н. Комаровский), дирекции Комбината (Б. Г. Музруков, Е. П. Славский), руководителей пусковой бригады РИАН Б. А. Никитина и А. П. Ратнера, а также главного инженера завода «Б» Б. В. Громова.

Подчеркивая роль Спецкомитета в решении атомной проблемы, не хочется безапелляционно соглашаться с делающимися сейчас утверждениями Ю. Б. Харитона и Ю. Н. Смирнова, что только с переходом проблемы лично в руки Л. П. Берия кардинально изменился темп работы над атомным проектом. Со ссылкой на многих ветеранов отрасли ими отмечается, что если бы атомный проект был под руководством В. М. Молотова (и М. Г. Первухина), «...трудно было бы рассчитывать на быстрый успех в



Б. В. Громов, главный инженер радиохимического завода (1909–1984)

проведении столь грандиозных по масштабу работ».

Необходимо сказать, что авторы и «многие» ветераны, на которых они ссылаются, по-видимому, забывают, что В. М. Молотов и М. Г. Первухин руководили атомным проектом во время войны в 1943–1945 гг., когда все ресурсы страны были направлены на помощь фронту. Во второй же половине 1945 г., когда сначала в США, а затем над городами Японии Хиросима и Нагасаки американцы взорвали ядерные бомбы и продемонстрировали готовность диктовать миру свои требования, отношение к атомному проекту у нас в стране стало совершенно другим. Здесь уместно привести высказывания И. В. Курчатова, сделанные им еще в 1958 г.:

«В конце войны, когда Германия капитулировала, а военная мощь Японии рухнула, американские самолеты сбросили две атомные бомбы на японские города Хиросима и Нагаса-

ки. От взрыва и пожаров погибло более 300 тыс. человек, а 200—250 тыс. мирных жителей было ранено и поражено радиацией. Эти жертвы понадобились американским военным политикам для того, чтобы положить начало беспримерному атомному шантажу и холодной войне против СССР».

Созданный по указанию И. В. Сталина Специальный комитет подчинил в послевоенный период основные ресурсы страны решению проблемы создания ядерного оружия. После 1945 г. над урановым проектом работали четыре заместителя председателя Совнаркома: Л. П. Берия, М. Г. Первухин, В. А. Малышев, Н. А. Вознесенский, каждый из которых лично отвечал за свой круг проблем не только перед Спецкомитетом, но и лично перед И. В. Сталиным. Как ранее писал Ю. Б. Харитон, «НАМ ДАВАЛИ ВСЕХ И ВСЕ». Могла ли страна во время Отечественной войны дать атомному проекту все и всех? Не только институты и КБ нужно было обеспечивать всем необходимым. Крупнейшие стройки страны на Южном и Среднем Урале, в Средней Азии создавали основу ядерного оружия — обеспечивали получение плутония-239 и урана-235. Обеспечить всем необходимым вновь создаваемые производства и в послевоенный период было чрезвычайно трудно.

При наличии требований военного времени как к ученым, так и ко всем участникам создания атомного проекта и выделении всех требуемых ресурсов на Плутониевом комбинате, который много позднее стал называться комбинат «Маяк», примерно за 2,5 года были построены и введены в эксплуатацию крупнейшие уникальные производства: первый промышленный реактор, первый радиохими-

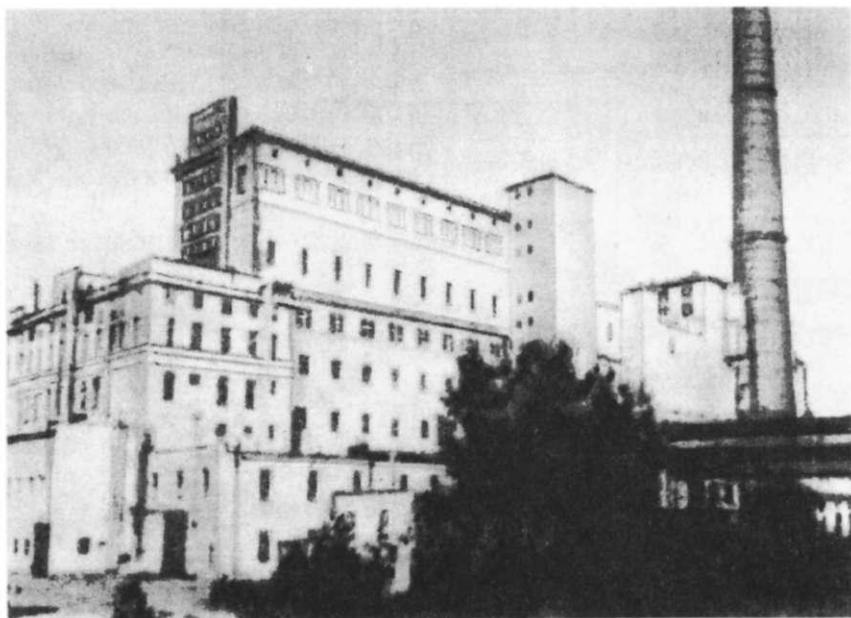
ческий завод (здание 101), а также подготовлен к пуску конечный завод Комбината — завод «В».

К середине 1948 г. были построены и сданы в эксплуатацию обеспечивающие работу трех указанных заводов все дополнительные объекты, включая ТЭЦ, заводы водоснабжения и химической очистки воды для охлаждения промышленного реактора, ЦЗЛ, жилой поселок — г. Челябинск-40, ремонтно-механические цеха, ветка железной дороги от ст. Кыштым и многие другие объекты.

К концу 1948 г. радиохимический завод был подготовлен к переработке облученных в промышленном ядерном реакторе урановых блоков для выделения плутония.

2. Начальный период работы радиохимического завода «Б»

Перед пуском радиохимического завода усилиями кадровой службы ПГУ были укомплектованы эксплуатационным персоналом все службы, цеха и смены. Директором завода был назначен П. И. Точеный, а главным инженером — Б. В. Громов. Среди других руководителей подразделений завода следует назвать Ю. С. Фролова — начальника дозиметрической службы, Н. С. Чугреева — начальника отделения № 8, впоследствии заместителя главного инженера 4-го Главка, Ю. Н. Лаврентьева — начальника экстракционного отделения, Б. Н. Броховича — главного энергетика, будущего директора Комбината № 817, С. Б. Цфасмана — главного прибориста, М. Е. Сопельняка — главного механика, М. И. Ермолаева — начальника аналитической лаборатории, А. Ф. Пашенко — начальника отделения



Главное здание первого радиохимического завода (здание 101)

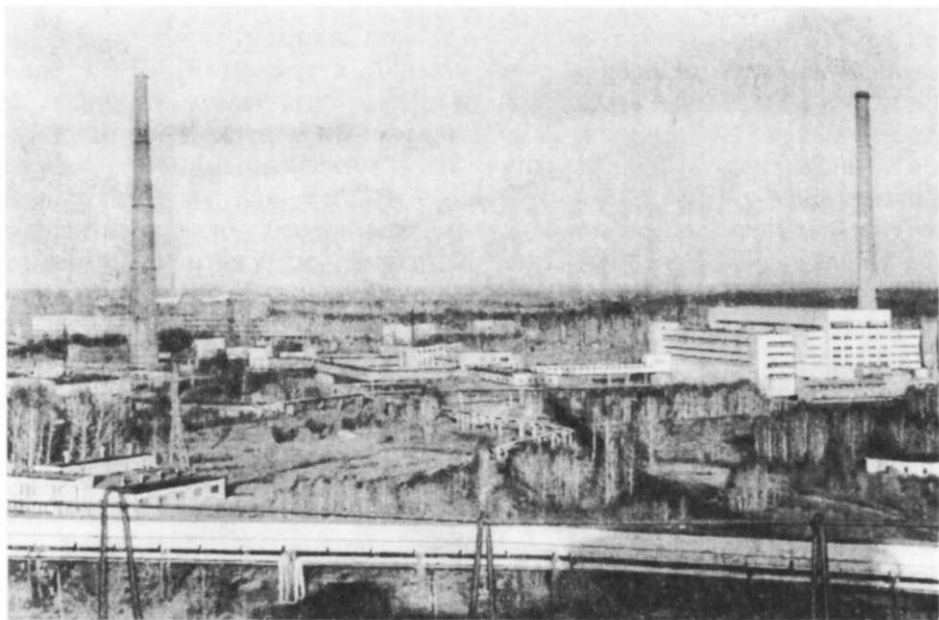


Одно из зданий радиохимического завода

№ 7, будущего главного инженера Комбината.

Заместитель директора РИАН, член-корреспондент АН СССР

Б. А. Никитин руководил пусковой бригадой исследователей всех институтов, участвующих в работах, связанных с радиохимическим заводом.



Панорама радиохимического производства после реконструкции

Директор Института геохимии и аналитической химии член-корреспондент АН СССР А. П. Виноградов был заместителем руководителя пусковой бригады и одновременно помощником И. В. Курчатова по аналитическому контролю производства. Другими отделениями завода «Б» руководили А. М. Зубарев, В. И. Титов, А. А. Волкова, Е. И. Краснопольская, И. А. Барков, Е. С. Костарев, В. К. Астрахов и др. Первыми главными дежурными технологами всего завода работали Н. А. Соколов, А. А. Каратыгин, А. В. Кузьмичева, Г. Ф. Черевань, Е. Д. Вандышева, Н. Г. Чемарин.

Ближайшим помощником руководителя пусковой бригады был доктор химических наук, профессор А. П. Ратнер, один из создателей «синей» книги, описывающей технологию завода «Б», который фактически был первым научным руководителем этого завода и жил тогда постоянно на Комбинате.



А. П. Виноградов, директор Института геохимии и аналитической химии, заместитель руководителя пусковой бригады

В начальный период работы завода «Б» отсутствовали экспери-

ментальные отечественные данные о значениях критических масс $M_{кр}$ плутония в водных растворах. Научному руководителю Комбината И. В. Курчатову на основании расчетных данных было известно о содержании плутония в облученном уране, передаваемом на радиохимическую переработку. Распределение же этого плутония по оборудованию технологической цепочки из-за несовершенства технологии процесса даже приближенно в тот период не было известно не только И. В. Курчатову и А. П. Виноградову, который отвечал за аналитический контроль, но и научному руководителю завода «Б». Вследствие режима секретности главный инженер завода, как пишет М. В. Гладышев, даже не знал программу завода. Поэтому установить грамотно обоснованные предельно допустимые количества плутония в отдельных видах оборудования, чтобы обеспечить ядерную безопасность, практически было невозможно. Лишь много позднее стали известны экспериментальные значения минимальных критических масс* различных химических соединений делящихся материалов, которые составляли существенно меньше 1 кг (табл. 1).

Объяснить отсутствие возникновения самопроизвольных цепных ядерных реакций (СЦР) в первый год работы завода «Б» можно лишь малым содержанием плутония в облученном уране, поступавшем с реактора «А» на завод «Б». Кроме того, в 1948–1950 гг. на Комбинате работал всего один промышленный реактор, и плутония просто было мало. Несмотря на совершенствоющие технологии и мето-

Таблица 1. Минимальная критическая масса химических соединений

Изотоп	Химическое соединение	Минимальная масса, г
Плутоний-239	$Pu(NO_3)_4$	690*
Уран-235	UO_2F_2	800
Уран-233	UO_2F_2	588

*С поправкой на примеси других изотопов плутония и загрязнения для плутония-239 $M_{кр}$ в сферической емкости оценена в 510 г.

дов аналитического контроля, наличие более надежных данных о значениях критических масс и обоснованность ядерно-безопасных норм загрузки плутония в различные виды оборудования, 15 мая 1953 г. на радиохимическом заводе (отделение № 26) произошла первая ядерная авария. Начальник планово-производственного отдела А. А. Каратыгин подготавливал партию раствора с плутонием для передачи на конечный завод Комбината (на завод «В») и вследствие наличия в одном из контейнеров неучтенного продукта переоблучился дозой 1000 Р.

В дальнейшем благодаря проведению ряда мероприятий на заводе «Б» СЦР** не возникали, хотя его производственные мощности непрерывно увеличивались. Этому способствовало и то, что на Комбинате № 817 в специально построенном корпусе в 1951 г. специалистами Лаборатории № 2, Комбината и других институтов под руководством И. В. Курчатова были проведены первые эксперименты по определению критических масс с растворами плутония и урана-235 с 75%-ным обогащением***. Опыты проводили в изготовленных из А1 и нержавеющей ста-

*Опубликованы на 1-й Женевской Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, проведенной в 1955 г.

**Самопроизвольная цепная реакция.

***В 1950 г. на заводе в Верх-Нейвинске еще не была освоена технология получения урана-235 с обогащением 90%.



А. А. Каратыгин, начальник планово-производственного отдела радиохимического завода (1914–1988)

ли сферических емкостях диаметром от 150 до 300 мм с растворами плутония в виде $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4 \cdot 2\text{HNO}_3$, имеющими концентрацию плутония 38,4 и 316 г/л. Концентрация растворов урана-235 ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$) была соответственно 92,2; 184,3 и 368,7 г/л. Отражатели нейтронов также были сферической формы разной толщины (внешний диаметр отражателя был равен 500 мм). В качестве материалов сферического отражателя использовали парафин, графит, природный уран, алюминий, железо, свинец.

Ниже приведены лишь значения результатов опытов с наиболее эффективным отражателем.

Даже после получения этих данных не было организовано должного контроля за содержанием плутония в оборудовании. Служба ядерной безопасности, контролирующая нормы работы с делящимися материалами, практически отсутствовала до организации в 1958 г. в Физико-энергетическом институте Центральной лаборатории ядерной безопасности под руководством Б. Г. Дубовского. Служба же радиационной безопасности, возглавляемая А. И. Бурназяном (заместитель министра здравоохранения) действовала в стране с середины 1946 г. Тогда же была создана и Радиационная лаборатория АМН СССР, первым руководителем которой был Г. М. Франк, впоследствии и первый директор Института биофизики Минздрава СССР.

Завод был построен с использованием фторидного процесса. Параллельно для проверки экстракционного процесса в здании 102 создавалась специальная установка. С первых же месяцев работы завода возникли проблемы коррозионной стойкости оборудования. Для фторидного осаждения примесей и урана в окисленной среде в качестве устойчивого материала для технологических аппаратов директором Института физической химии член-кор-

Таблица 2. Значения критических объемов и масс для водных растворов плутония-239 и урана-235 в сферических емкостях с урановым отражателем

Критический параметр	Плутоний-239, г/л		Уран-235, г/л		
	38,4	316	92,2	184,3	368,7
Объем, л	13,3	11,1	11,7	9,8	9,5
Масса, г	510	3520	1080	1800	3500

респондентом АН СССР Г. В. Акимовым* был предложен нихром. Плутоний оставался в растворе и отделялся фильтрацией. Однако при выделении чистого плутония путем восстановления среды и добавки соосадителя нихром уже не выдерживал. В дальнейшем емкости, в том числе и отдельные химические реакторы, стали делать из серебра и золота.

Пуск завода «Б», если считать первую загрузку облученных блоков в аппарат-растворитель А-201, начался 22 декабря 1948 г. Однако первая готовая продукция (на конечном переделе завода) была выпущена только в феврале 1949 г. Ответственным за технологический процесс растворения урановых блоков был профессор РИАН Б. П. Никольский, который впоследствии, после отъезда А. П. Ратнера в РИАН, оставался научным руководителем радиохимического завода.

На заводе очисткой необходимо было снизить количество продуктов деления и всех примесей в плутонии в миллионы раз. Для этого урановый раствор подвергали ацетатным переосаждениям, отделяли плутоний от урана и продуктов деления. Полученный концентрат плутония подвергали дополнительной очистке от тех же примесей, но уже на фторидном переосаждении, т. е. на аффинаже, где для отделения плутония от урана использовали их разную валентность в восстановительной среде. Вначале раствор окисляли бихроматом калия в азотнокислой среде. Уран и плутоний при этом имели шестивалентное состояние и при ацетатном осаждении уходили в осадок, а в растворе оставались макропримеси и продукты деления. Раствор сбрасывался, а осадок раство-



А. П. Ратнер, научный руководитель радиохимического завода (1906–1956)

рялся, восстанавливался бисульфитом натрия и вновь осаждался ацетатом. При этом уран сохранял шестивалентную форму, а плутоний переходил в четырехвалентную и оставался в растворе. После отделения осадка от раствора отделялся и плутоний от урана. Такой принцип технологии и был заложен в самом первом варианте промышленной радиохимии. Этот же принцип отделения урана от плутония применялся при повторной очистке, т. е. на аффинаже, но осаждение велось не в ацетатной среде, а в азотнокислой среде, в присутствии фтора.

Далее раствор снова окисляли бихроматом, а потом добавляли плавиковую кислоту. Это приводило к образованию осадка фторидов редких металлов вместе с лантаном, который добавляли в раствор перед осаждением. В окисленной среде плутоний остается в растворе, а с осадком выводятся продукты деле-

*В 1949 г. сменил А. Н. Фрумкина.

ния и лантан. Затем раствор восстанавливают бисульфитом и, добавляя лантан, осаждают плутоний. Сложность ведения технологического процесса можно представить, если учесть, что емкости некоторых аппаратов измерялись сотнями и даже тысячами литров, а количество трубопроводов, запорной арматуры, всякого рода приборов и уровнемеров исчислялось сотнями. Количество используемых кислот и реагентов во много раз превышало количество загружаемого в оборудование урана. Непросто написать, с какими трудностями боролся коллектив ученых и эксплуатационников, чтобы выделить приблизительно 0,01% плутония из загружаемого для радиохимической переработки урана. Трудно представить, какие проблемы возникали при коррозии технологического оборудования.

Начальный период работы обнажил все трудности ведения процесса и показал многие недостатки проекта, которые устранялись по ходу освоения технологии. Можно представить себе разочарование персонала, когда при всей тщательности и сложности ведения технологического процесса и всех трудностей его исполнения в агрессивных средах ни в растворах, ни в осадках не оказывалось плутония. Он, плутоний, как бы ускользал, пропадал, исчезал, а ведь его выделение, получение было главной и единственной целью работы специалистов-химиков и ученых на заводе «Б».

Большая площадь — поверхность технологических аппаратов, трубопроводов и другой арматуры — была причиной того, что вследствие сорбции плутония на стенках емкостей он «пропадал». Создавались непредвиденные трудности в его обнаружении и в целом в ведении технологи-

ческих процессов. Агрессивность среды вызывала коррозию оборудования и арматуры, нарушалась герметичность оборудования и усложнялись условия работы эксплуатационного персонала. Ремонтные службы предприятия, в первую очередь инженеры-механики, прибористы, коррозионисты, все без исключения сотрудники аналитической лаборатории работали в аварийном режиме, получая недопустимо большие дозы радиационного облучения. Достаточно сказать, что мощность дозы облучения в среднем на одного работника завода «Б» в 1949 г. составляла 48 бэр/год. В 1950 и 1951 гг. технология отлаживалась, оборудование заменялось на более совершенное, совершенствовались методы контроля, заменялись приборы и датчики. Вследствие коррозии заменялись материалы в арматуре и аппаратах. Все это приводило к тому, что дозы облучения возрастали. В 1951 г. каждый работник завода получил в среднем дозу 113,3 бэр.

В табл. 3 приведены дозы облучения персонала на заводе «Б» в период с 1949 по 1962 г. Из табл. 3 видно, что только к 1962 г. средняя годовая доза облучения персонала завода «Б» стала меньше 10 бэр, причем в 1962 г. приблизительно у 50% работников завода годовая доза облучения не превышала 5 бэр, после 1960 г. лишь у отдельных работников годовая доза составляла 25 бэр. В таких тяжелейших условиях коллектив завода «Б», руководство Комбината и ПГУ вместе с научными руководителями атомной проблемы и радиохимической технологии должны были в начале 1949 г. выдать на следующий технологический цикл (завод «В») количество плутония, достаточное для изготовления ядерной бомбы (взорвали на полигоне в конце августа 1949 г.). А об этом количестве в то

Т а б л и ц а 3. Доза облучения, бэр, персонала первого радиохимического завода, выделяющего плутоний из облученных в реакторе «А» урановых блоков, % общей численности завода «Б»*

Год	Численность завода «Б», %				Средняя мощность дозы, бэр/год
	25	25-100	100-400	400	
1949	26,9	66,2	6,9	—	48,0
1950	21,5	42,0	36,0	0,5	94,0
1951	13,8	41,6	42,8	1,8	113,3
1952	21,8	57,0	21,2	—	66,0
1953	50,7	47,3	2,0	—	30,7
1954	70,8	29,1	0,1	—	20,0
1955	66,5	33,2	0,3	—	21,3
1956	76,9	23,1	—	—	16,2
1957	74,4	25,5	0,1	—	17,5
1958	90,9	9,1	—	—	10,8
1959	96,8	3,2	—	—	14,7
1960	100**	—	—	—	15,2
1961	100**	—	—	—	11,0
1962	100**	—	—	—	7,6

*Лаборатория дозиметрической службы за сутки обрабатывала до 2500 фотопленочных кассет — индивидуальных дозиметров.

**Мощность дозы более 5 бэр/год была в 1960—1962 гг. соответственно у 60, 37 и 50,9% работающих.

время не положено было знать не только работникам Комбината, но и руководителям институтов. Уместно привести воспоминание М. В. Гладышева — участника получения первой порции готовой продукции, полученной на заводе «Б»:

«Первую порцию готовой продукции в виде пасты мы соскабливали ложкой с нутч-фильтра в специальном каньоне вдвоем с Чугреевым еще в феврале 1949 г. Как ни трудно было извлечь плутоний из обилия примесей, но удалось это сделать неоднократной щелочной разваркой, растворением, промывкой. Выдача первой порции проводилась из «подвального» помещения, которое мы почему-то называли каньоном, в присутствии представителей науки и администрации. Заложили «пасту» в эбонитовую коробку и передали ее

заводу-потребителю. Сколько плутония там было, мы не знали, да и знать нам не рекомендовалось. Даже потом, когда я был уже главным инженером, количество плутония, заложенное в плане, было известно только начальнику объекта, а вся документация готовилась только в одном экземпляре.»

Далее М. В. Гладышев описывает, как в экстракционном отделении (здание 102) проводили выдачу готовой продукции. Эта ответственная операция осуществлялась начальником отделения, сначала Ю. Н. Лаврентьевым, а затем сменившей его Г. Н. Заряновой. «Она сама занималась подготовкой товара на выдачу, и бывали случаи, когда за день работы Галина Николаевна принимала облучение до 25 бэр». Вскоре ее вывели в чистые условия, и эту работу стал выполнять новый начальник отделения Н. П. Вакуленко. Подобная работа, вызывавшая переоблучение персонала, проводилась и в других отделениях зданий 101 и 102 многими инженерно-техническими работниками, чей героический труд обеспечивал безостановочную работу радиохимического завода.

Публикуемые теперь материалы о передаче нашей стране секретов создания ядерного оружия в США (например, в докладах И. Головина, Ю. Харитона и Ю. Смирнова на юбилейной сессии) подтверждают, что действительно данные США облегчили нам разработку конструкции — схемы первой ядерной бомбы. Но их «секреты» не помогли нашей стране обеспечить получение в такие же сроки ядерной взрывчатки — плутония, да и всех составляющих частей, входящих в саму бомбу. Пришлось самим полностью создавать технологические процессы, материалы и новое оборудование, приборы и систе-

мы контроля, разрабатывать аналитические методики. В кратчайшие сроки нужно было построить и обеспечить работу как промышленного реактора для наработки плутония, так и двух других заводов:

радиохимического предприятия (завод «Б»),

завода «В», на котором для атомного заряда конечной продукцией были изделия — детали, изготовленные из металлического плутония, используемые при сборке самой ядерной бомбы*.

3. Изменение уровней облучаемости эксплуатационного персонала и населения ближайших поселков. Частота заболеваний хронической лучевой болезнью

Уже после пуска реактора Ф-1, а затем первого промышленного реактора стала очевидной необходимость контроля работы персонала в условиях искусственно получаемой радиоактивности. Перед пуском завода «Б» Минздравом СССР и соответствующими подразделениями ПГУ в августе 1948 г. были подготовлены «Общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работающих на объектах «А» и «Б». Промышленностью до пуска реактора «А» и радиохимического завода был освоен выпуск дозиметрической аппаратуры, предназначенной для контроля мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. Как отмечалось выше: «Индивидуальный контроль внешнего гамма-облучения персонала осуществлялся с помощью фотоплочных дозиметров, которые могли регистрировать дозу от 0,05 до 3 сЗв в энергетическом диапазоне 0,4–3 МэВ

с точностью 30%. На основании господствующей в те годы концепции толерантной дозы устанавливалась дневная доза — 0,1 сЗв за 6 рабочих часов (или около 30 сЗв за год). В случае аварии допускалось однократное облучение в дозе не более 25 сЗв** за время не менее 15 мин., после чего требовалось проводить медицинское обследование работника и обязательно предоставлять ему отпуск или работу, исключающую контакт с радиацией». Однако, как отмечает бывший в 1950 г. главным инженером завода «Б» М. В. Гладышев, «...в первые месяцы работы объекта дозиметрический контроль практически отсутствовал, и никто не знал, какое облучение приняли рабочие и инженеры завода». Фактические дозы облучения персонала, приведенные в табл. 3, были несколько занижены не только в первый год работы завода. На заводе «Б» схема размещения технологического оборудования была такой, что радиоактивному загрязнению подвергались практически все помещения. Вследствие коррозии, нарушения герметичности оборудования и по другим причинам технологические растворы, попавшие в обслуживаемые помещения, содержали кроме продуктов деления с гамма-излучением значительное количество альфа-частиц, определяемых наличием изотопов в «протечках». Все это загрязняло воздух помещений и попадало в организм человека, увеличивая тогда не учитываемую эквивалентную дозу облучения. Это было известно не только работникам системы санитарного надзора страны, возглавляемой А. И. Бурназином, и руководителям ранее созданного при Минздраве СССР Института биофизики.

*Создание завода «В» будет рассмотрено в гл. 5.

**1 Зв = 100 б·гр.

но и научному руководству Комбината и завода «Б». Поэтому несколько позднее были найдены пути защиты органов дыхания эксплуатационного персонала от попадания аэрозолей, содержащих радиоактивность. Под руководством И. В. Петрянова (будущего академика) были созданы из ткани, названной его именем, индивидуальные средства защиты — так называемые «лепестки», обязательно применяемые на заводах, в институтах и других производствах и учреждениях, где ведется работа с «пылящимися» радиоактивными веществами.

Об опасности работы в условиях повышенного радиационного воздействия знали все инженерно-технические работники Плутониевого комбината (от директора до рядовых инженеров и техников заводов «А», «Б» и «В»). Однако многие понимали, что стране необходимо ядерное оружие и без их самоотверженного труда на своих участках и рабочих местах страна не сможет его создать. Это понимание нередко заставляло их сознательно рисковать своей безопасностью. Правда, иногда риск был связан с исправлением персоналом и своих собственных ошибок и нарушений технологической дисциплины, а за нарушения и ошибки тогда строго спрашивали. За некоторые нарушения снимали с работы и отдавали под суд.

Несмотря на введение в 1949 г. Положения о контроле за состоянием здоровья работающих, запрещении проведения радиационно опасных работ без письменного разрешения руководства, выполнении наиболее опасных работ в присутствии дозиметриста, средние дозы облучения персонала завода «Б» возрастали, в течение 1950, 1951 гг.

они увеличились с 94 до 113,3 бэр в год в среднем на одного работающего, а у некоторой части работающих они были существенно выше (табл. 3).

Еще в 1949 г. на Комбинате были зарегистрированы первые случаи лучевых заболеваний. В марте 1950 г. Коллегия Первого главного управления постановила:

еженедельно анализировать данные об индивидуальном облучении работающих, немедленно принимать меры по снижению радиоактивного загрязнения рабочих мест;

пересмотреть штаты и структуры дозиметрических служб объектов «А»* и «Б»;

наказывать за нарушения норм, не связанные с чрезвычайными обстоятельствами.

Наказывали тогда и за срыв работки плутония на заводе «А», и за срыв плана по «выделению плутония из облученных урановых блоков на заводе «Б» и его своевременной поставке на следующий завод, «В», на котором из раствора плутоний превращали в металл по заданным техническим условиям, необходимым для изготовления деталей конструкции ядерной бомбы.

В значительной степени у части сотрудников получение больших доз радиации было связано с действующим на Комбинате жестким режимом секретности. Так, отсутствие информации о количествах плутония, находящегося в оборудовании, ограничение круга лиц, знающих о его наличии на объекте, отсутствие достоверных данных о безопасных нормах загрузки в оборудование и транспортировки растворов с плуто-

* В 1949 г. средняя доза облучения персонала на промышленном реакторе была в 2 раза выше, чем на заводе «Б», и составляла 93,6 бэр/(чел. год).

нием иногда приводили к трагическим последствиям.

В обзоре М. И. Гладышева приведены примеры трагического переоблучения как рядовых и руководящих работников завода «Б», так и крупнейших ученых, в первую очередь РИАН, обеспечивших в начальный период работу предприятия. Среди них техник-механик А. Кузьмин, инженер-механик А. Ведюшкин. Начальник планово-производственного отдела А. Каратыгин при подготовке к отправке продукции потребителю из-за мгновенно возникшей самопроизвольной цепной ядерной реакции 15 мая 1953 г. получил недопустимое переоблучение и несмотря на усилия медицинских работников, впоследствии умер. Это была первая официально зарегистрированная СЦР на Комбинате. Отдельные сотрудники завода, а таких в 1950 и 1951 гг. было 36–43% всех работающих, получили воздействие радиации по 100–400 бэр — и это несмотря на действующие в 1948–1952 гг. нормы, допускающие годовое облучение до 30 бэр. Научный руководитель пуска завода «Б», член-корреспондент Академии наук Б. А. Никитин, ставший в 1950 г. директором РИАН, умер через 2 года от лучевой болезни. За период становления производства плутония на комбинате профессиональное лучевое заболевание диагностировано у 2089 работников, 6000 человек получили суммарную дозовую нагрузку более 100 бэр, из них некоторые — не менее 25 бэр в течение одного года. Свыше 2000 человек имеют в организме превышение допустимого содержания плутония (40 нКи). По опубликованным теперь данным у 17 245 человек наблюдается превышение

допустимого годового уровня облучения 25 бэр. В период с 1948 по 1958 г. работники первых заводов Плутониевого комбината работали в самых неблагоприятных условиях. Прошедшие с тех пор годы дают основания радиобиологам-медикам относительно надежно судить о возникновении злокачественных новообразований у обслуживающего персонала в первые годы работы радиохимического производства. Из архивных данных, имеющихся в местных учреждениях 3-го Главного управления при Минздраве СССР, выявлена частота заболеваний хронической лучевой болезнью (ХЛБ) работников завода «Б».

Для групп лиц, работавших в 1948–1958 гг., она следующая в зависимости от доз облучения:

средняя (суммарная) доза гамма-облучения за весь период работы, бэр	– 340 ± 5
максимальная доза за год, бэр	– 150 ± 4
частота случаев ХЛБ от общего количества лиц в группе	– 22,5 ± 0,6

Для лиц, получивших меньшие дозы, частота заболеваний существенно ниже. Однако было много лиц, получавших вместо разрешенных тогда максимальных годовых доз 30 бэр существенно большие значения облучения, и вместо разрешенных сейчас 5 бэр/год это превышение было тридцатикратным, и в частоте случаев ХЛБ (22,5%) они не отражены.

В табл. 4 приведены данные о смертности вследствие онкологических заболеваний для лиц, работавших на радиохимическом заводе до 1958 г. Из таблицы видно, что большие дозы облучения увеличивают смертность в результате онкологических заболеваний. Если учесть, что в стране в целом смертность взросло-

Т а б л и ц а 4. Уровень смертности персонала завода «Б» вследствие онкологических заболеваний, % общего числа начавших работу до 1958 г.

Доза облучения	Заболевания по заводу «Б», %	Заболевания в целом по заводам «А» и «Б», %
Суммарная доза гамма-облучения менее 100 бэр	4,3±0,4	4,8±0,4
Суммарная доза гамма-облучения более 100 бэр	8,1±0,6	8,4±0,5
Максимальная годовая доза менее 25 бэр	4,2±0,5	4,9±0,4
Максимальная годовая доза более 25 бэр	7,7±0,05	7,9±0,5

го населения от онкологических заболеваний характеризуется величиной 200 случаев на 100 тыс. чел. в год, т. е. за 30 лет составляет 6%, можно сделать вывод, что при малых дозах (100 бэр за годы наблюдений и 25 бэр/год) смертность вследствие онкологических заболеваний не отличается от смертности взрослого населения страны.

Кроме производственного персонала от радиации тогда пострадало и население, проживающее в районе деятельности Плутониевого комбината (см. схему). В начальный период работы, с 1949 по 1952 г., жидкие отходы радиохимического производства частично сбрасывали в р. Теча. Из-за загрязнения реки и прибрежной территории радиационному воздействию подверглись 124 тыс. человек, проживающих в пойме реки на территории Челябинской и Курганской областей. Большие дозы облучения (до 170 бэр) получили 28 тыс. человек. Зарегистрировано 935 случаев заболеваний лучевой болезнью. Отселено около 8 тыс. жителей из 21 населенного пункта.

В табл. 5 приведены данные об онкологических заболеваниях и смертности облученного и необлученного населения, проживавшего в двух районах Челябинской области. Характерно, что у жителей этих районов, даже у необлученного населения, как заболеваемость, так и смертность существенно различаются.

Сравнивая эти данные с показателями онкологических заболеваний людей, живущих вблизи металлургических или многих обычных химических предприятий, можно заметить еще больший разброс. Так, онкологические заболевания людей, живущих вблизи Челябинского электрометаллургического комбината, составили на 100 тыс. человек:

- в 1985 г. — 958 случаев
- в 1987 г. — 1097 случаев
- в 1989 г. — 1114 случаев

Проживающее на загрязненных радиоактивностью территориях население (не производственный персонал) в значительной степени подвергалось и внутреннему облучению. Употребление загрязненных воды, молока и других видов продукции приводило к облучению

Т а б л и ц а 5. Количество злокачественных новообразований в 1955–1982 гг. и смертность от них (на 100 тыс. человек) среди населения, облучившегося на р. Теча рядом с комбинатом «Маяк»

Район	Категория жителей	Злокачественные новообразования	Смертность от злокачественных новообразований
Кунашакский	Облученные	228,6	144,9
	Необлученные	158,6	114,1
Красноармейский	Облученные	319,4	215,4
	Необлученные	307,9	177,2

клеток костного мозга (ККМ), стенок толстого кишечника, поверхности костей и других тканей. Работники Института биофизики Минздрава изучили, например, средние уровни облучения ККМ для жителей различных населенных пунктов вдоль р. Теча на расстоянии более 200 км. По мнению специалистов, ККМ являются тканью, наиболее чувствительной к радиационному повреждению, и их надо рассматривать в качестве критического органа.

В табл. 6 для сравнения приведены данные об облучении различных органов жителей из четырех выселенных населенных пунктов и пос. Муслумово, где жителей не выселяли.

Из сильно облучившихся жителей, проживающих вдоль р. Теча (28 тыс. человек), более половины (73%) получили эффективные эквивалентные дозы менее 20 бэр. Около 12% получили дозы более 50 бэр, и примерно 8% получили дозы более 100 бэр. Как и производственный персонал, в единичных случаях жители могли получить дозу 300–400 бэр.

Средняя эффективная эквивалентная доза для жителей Челябинской области, проживающих в при-

брежных районах р. Теча, составила 32 бэр, Курганской области – 7 бэр. Произошло это все в начальный период работы радиохимического завода.

В результате принятых позже мер сброс радиоактивных жидких отходов в р. Теча был прекращен. Среди этих мер были такие, как создание имеющих слабую загрязненность искусственных водохранилищ на р. Теча площадью приблизительно 300 км². В обход этих водохранилищ были построены специальные каналы для сброса чистой воды из системы Каслинских озер. Одно из замкнутых озер (Карачай) – водоем № 9 – было использовано в качестве отстойника сбросных растворов. Этот водоем площадью 0,25 км² уже сейчас превращается в специализированный могильник, который впоследствии будет полностью безопасным. Однако после сброса в 1949–1952 гг. 76 млн. м³ сточных вод с активностью (по бета-излучению) 2,75 млн. Ки в иле р. Теча содержится значительное количество сравнительно долгоживущих радионуклидов (стронций-90 и цезий-137). По мнению некоторых комиссий ил р. Теча в верхнем течении надо относить к категории твердых радиоактивных

Таблица 6. Средние эквивалентные дозы облучения различных органов и эффективные дозы для жителей на различных расстояниях (вдоль р. Теча) от радиохимического завода

Населенный пункт	Расстояние от места сброса, км	Эквивалентная доза облучения, бэр				Эффективная эквивалентная доза, бэр
		ККМ	Поверхность кости	Стенки толстого кишечника	Прочие органы и ткани	
Метлино	7	164	226	140	127	140
Теча-Брод	18	127	148	119	115	119
Асаново	27	127	190	104	90	100
Надырово	48	95	180	62	44	56
Муслумово	78	61	143	29	12	24

отходов со всеми вытекающими требованиями по их захоронению (см. схему водоемов вдоль р. Теча).

Нельзя не остановиться на последствиях радиационной аварии, происшедшей на заводе «Б» 29 сентября 1957 г., когда взорвалась одна из емкостей хранилища радиоактивных отходов. Из 20 млн. Ки радионуклидов, находящихся в емкости, 18 млн. Ки осело на территории промышленной площадки Комбината, а 2 млн. Ки рассеялось по территории Челябинской и Свердловской областей, образовав Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) площадью 1 тыс. км². На этой территории получили облучение свыше допустимых годовых уровней около 260 тыс. человек. С наиболее загрязненных участков переселено более 10 тыс. жителей. По опубликованным данным на всей промышленной площадке Комбината в первые часы после взрыва, до эвакуации работающих и находящихся на территории, в результате прохождения радиоактивного облака подверглось раз-

вому облучению до 100 бэр более 5000 человек. В период ликвидации последствий этой аварии с 1957 по 1959 г. около 30 тыс. работников Комбината, строительно-монтажных организаций, военно-строительных частей получили дозу радиационного воздействия выше 25 бэр.

Из изложенного видно, что в первые десять лет освоения плутониевого производства на комбинате «Маяк» самоотверженный труд сопровождался переоблучением производственного персонала и населения, проживающего в прилегающих к санитарно-защитной зоне поселках и деревнях. Значительные территории и большое количество водоемов бассейна р. Теча требуют соответствующей реабилитации. Много людей досрочно ушло из жизни, обеспечивая надежный щит Отечеству, невольно участвуя в гонке вооружений.

Радиохимический завод «Б» Комбината уже давно остановлен, но последствия его работы долго будут проявляться на значительной территории Южного Урала.

ЗАВОД ПО ПОЛУЧЕНИЮ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПЛУТОНИЯ И ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕГО ДЛЯ ПЕРВОЙ ПЛУТОНИЕВОЙ БОМБЫ НА КОМБИНАТЕ № 817

А. К. Круглов

Этот завод завершал технологию Плутониевого комбината в Челябинске-40, а из режимных соображений назывался заводом «В».

О первых шагах подключения металлургов к разработке технологии литья и изучению свойств плутония и его сплавов можно судить из воспоминаний В. С. Емельянова, работавшего с конца 1945 г. заместителем начальника ПГУ. Им вместе с И. В. Курчатовым было предложено директору Института общей и неорганической химии (ИОНХ) Академии наук, академику И. И. Черняеву, крупнейшему специалисту по работе с малыми количествами веществ (металлы платиновой группы), приступить к изучению свойств плутония. И. И. Черняеву обещали предоставить в распоряжение «...небольшое количество плутония, это будет шарик диаметром в полмиллиметра — металлурги такой шарик из металла называют «корольком». Тогда было неизвестно, как выглядит плутоний, при какой температуре плавится, хрупок он или пластичен, не были известны ни физические, ни химические свойства. Как следует из воспоминаний, плутоний в ничтожных количествах нарабатывали только на собранном в ЛИПАН, вывезенном из ЛФТИ циклотроне. Правда, в Лаборатории № 2 первые ничтожные

количества плутония (10^{12} атомов), много меньшие тысячных долей микрограмма, были получены под руководством Б. В. Курчатова при облучении солей урана нейтронами, испускаемыми радий-бериллиевым источником.

Позднее, после пуска в ЛИПАН реактора Ф-1, к работам по изучению свойств плутония, кроме академических институтов ИОНХ и РИАН был максимально подключен НИИ-9 — основной технологический институт ПГУ.

В НИИ-9 к 1947 г. была создана установка № 5, на которой радиохимики отрабатывали технологию выделения из облученных в реакторе Ф-1 урановых блоков первых миллиграммов плутония. Металлурги тоже приступили к работе с «реальным» плутонием. К работе на установке № 5 были подключены коллективы некоторых институтов не только Академии наук, но и других ведомств.

Технологию строящегося на комбинате «Маяк» завода «В» разрабатывали под научным руководством НИИ-9. Как уже отмечалось, этот институт был переведен в систему ПГУ из НКВД СССР практически сразу же после создания Спецкомитета и ПГУ. Директором института был В. Б. Шевченко, ранее работав-



И. И. Черняев, директор ИОНХ, начальник лаборатории ВНИИМ, с 1943 г. академик (1893–1966)



В. С. Емельянов, заместитель начальника ПГУ, руководитель химико-металлургической секции НТС ПГУ (1901–1988)

ший на предприятиях цветной металлургии*. На институт в основном были возложены работы по металлургии урана, плутония и их сплавов, металлообработке и получению изделий из урана и плутония.

Первые работы в институтах ИОНХ и НИИ-9 велись на основании использования литературных данных. Уже в 1946 г., до пуска в ЛИПАН экспериментального реактора, в НИИ-9 на имитаторах из урана и тория начали проводить работы по аффинажу и металлургическим процессам.

Как сейчас хорошо известно, основной задачей завода «В» являлись проблемы получения металлического плутония и изделий из него для использования в первой советской ядерной бомбе.

*Работал главным инженером Джезказганского комбината в Казахстане, а затем заместителем главного инженера Норильского комбината.

Заказчиками получения деталей из плутония для последующей сборки создаваемой конструкции ядерной бомбы кроме руководства ПГУ и научного руководителя всего атомного проекта И. В. Курчатова был также главный конструктор научный руководитель вновь созданного в конце 1946 г. филиала Лаборатории № 2 (КБ-11**) Ю. Б. Харитон. Они практически и выдавали техническое задание заводу на изготовление конечной продукции.

Получение металлического плутония требуемых параметров, т. е. создание металлургической и металлообрабатывающей промышленности этого элемента, как ниже будет показано, по-видимому, является одной из на-

**Сначала Приволжская контора, затем КБ-11, объект 550, «Кремлев», «Москва Центр 300», Арзамас-75, известный сейчас как Саров или Арзамас-16 – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики.

ибо более драматических страниц истории атомной промышленности.

Данные разведки, полученные по конструкции ядерной бомбы, практически помогли КБ-11 лишь выдать исходные данные заводу «В» на размеры и массу деталей из плутония, на наличие в них допустимых примесей. В своих публикациях Ю. Б. Харитон отмечает: «...для конструкции первой советской ядерной бомбы были использованы попавшие к нам благодаря Клаусу Фуксу и разведке достаточно подробная схема и описание первой испытанной американской ядерной бомбы. Эти материалы оказались в распоряжении наших ученых во второй половине 1945 г. Когда специалистами «Арзамаса-16» было выяснено, что информация достоверная..., было принято решение для первого взрыва воспользоваться уже проверенной, работоспособной американской схемой».

Из опубликованных сейчас материалов разведки, которые поступали с начала 1945 г. в Лабораторию № 2 и анализировались лично И. В. Курчаковым, были известны общее описание ядерной бомбы, ее размеры и общая масса, а также были перечислены десять наименований основных частей, составляющих бомбу*. Наиболее подробно описана конструкция полоний-бериллиевого источника нейтронов («инициатор»), состоящего из полого бериллиевого шарика с 15 клинообразными выемками, в которых находился полоний. Общее содержание полония-210 в инициаторе равнялось 50 Ки.

На промышленном реакторе «А», начиная с 1948 г., полоний-210 нара-

батывался при облучении висмута по реакции



Период α -распада полония-210 приблизительно 140 сут, и поэтому такой источник нейтронов по сравнению с Ra-Be-источником примерно в 4000 раз более эффективен.

Ниже остановимся лишь на конструкции изделий из плутония, которые должен был изготавливать вновь создаваемый завод «В». Как отмечено в материалах, обобщенных НКГБ СССР: «Активным материалом ядерной бомбы является элемент плутоний δ -фазы с удельной массой 15,8. Он изготовлен в виде полого шара, состоящего из двух половинок, которые, как и внешний шарик инициатора, спрессовываются в атмосфере никель — карбонил. Внешний диаметр шара 80—90 мм. Масса активного материала вместе с инициатором 7,3—10,0 кг. Между полушариями имеется прокладка из рифленого золота толщиной 0,1 мм. В одном из полушарий имеется отверстие диаметром 25 мм, служащее для ввода инициатора в центр активного материала..., где он укреплялся на специальном кронштейне. После ввода инициатора отверстие закрывается пробкой, также изготовленной из плутония». Эти изделия размещали внутри полого шара из металлического урана с внешним диаметром 230 мм. Поэтому чтобы создать на заводе «В» технологию получения изделия из плутония, необходимо было в первую очередь изучить свойства плутония во всех его фазовых состояниях.

Для концентрации усилий в 1947 г. в институте, руководимом В. Б. Шевченко, был создан специальный отдел «В» под руководством академика

*Документ № 13 от 18 октября 1945 г. составлен на основании агентурных материалов, направленных наркомом Госбезопасности В. Н. Меркуловым в адрес Л. П. Берия.



А. А. Бочвар, начальник отдела «В» НИИ-9 (1902–1984)

А. А. Бочвара*, ранее работавшего в Институте цветных металлов и золота и Институте металлургии АН СССР. А. А. Бочвар разработал теорию получения пластичных материалов, и уже в 1946 г. он был избран академиком АН СССР. Вся его дальнейшая работа в НИИ-9, сначала руководителем отдела, а с 1952 г. директором Всесоюзного института неорганических материалов, была в основном связана с изучением кристаллизации, литейных свойств металлов и сплавов, рекристаллизации и жаропрочности, металловедения урана и плутония. Отдел «В» был сформирован из трех лабораторий:

радиохимической под руководством академика И. И. Черняева, одновременно работавшего директором общей и неорганической хи-

мии АН СССР (зам. начальника отдела «В»);

металлургической, в задачу которой входило получение металлического плутония; возглавил лабораторию профессор А. Н. Вольский, переведенный из института цветных металлов;

металловедения и металлообработки под руководством профессора А. С. Займовского, переведенного из НИИ-627 Министерства электротехнической промышленности.

Уже в августе 1947 г. на основании первых работ на установке № 5 и других данных проектно-конструкторское бюро НИИ-9 приняло для проектирования схему для аффинажного завода по переработке концентрата плутония, состоявшего в основном из фторидов плутония и лантана (конечного продукта радиохимического завода «Б»). В схеме предусматривалось, что разработка чистого соединения плутония должна базироваться не на одном методе очистки, а на сочетании различных методов.

Установка № 5 в НИИ-9 для выделения плутония работала до середины 1948 г.** В отдельных урановых блочках, облученных в реакторе Ф-1, содержались лишь микрограммовые количества плутония. К тому времени, как уже отмечалось, характеристики плутония по примесям и физико-химическим свойствам были не известны. Поэтому выделенные из большого количества урановых блоков несколько миллиграммов плутония передавались для изучения его свойств в разные лаборатории. Визуально исследовались свойства различных соединений плутония: гид-

*В 1946 г. А. А. Бочвар был переведен на завод № 12 (г. Электросталь), где руководил опытным цехом (корпус 80) по получению металлического урана.

**Научный руководитель радиохимических работ на установке № 5 заместитель директора РИАН член-корреспондент АН СССР Б. А. Никитин был одновременно заместителем начальника отдела «В» в НИИ-9.

Таблица 1. Кристаллическая структура и некоторые физические свойства модификаций плутония

Фаза	Структура	Температурный интервал существования, °С	Температура фазового перехода, °С	Объемное изменение при фазовом переходе, %	Плотность, г/см ³
α	Моноклинная	Ниже 119	122	11,0	19,82
β	Моноклинная объемноцентрированная	119–218	206	3,5	17,70
γ	Ромбическая гранецентрированная	218–310	319	7,0	14,70
δ	Кубическая гранецентрированная	310–450	451	– 0,5	15,92
η	Тетрагональная объемноцентрированная	450–472	476	– 3,0	16,00
ξ	Кубическая объемноцентрированная	472–640	640	–	16,51

роокиси, фторида, нитрата, хлорида, оксалата и т. д.

Лаборатория, возглавляемая академиком И. И. Черняевым, ориентируясь на конечные продукты завода «Б», вела работы по двум направлениям:

аффинаж концентрата фторидов лантана и плутония;

аффинаж азотнокислого раствора, содержащего двойные ацетаты натрия, урана и плутония.

Сложности, с которыми столкнулись другие лаборатории отдела «В» в НИИ-9, связаны в основном с изучением свойств металлического плутония и его взаимодействием с различными элементами, получением металла в δ-фазе. Большие трудности создавались тогда и вследствие чрезмерной секретности. Как отмечается авторами исследований, первое сообщение о достижениях советских ученых по изучению взаимодействия плутония с различными элементами было сделано сотрудником НИИ-9 членом-корреспондентом Академии

наук С. Т. Конобеевским* на специальной Сессии Академии наук СССР 1–5 июля 1995 г. Чистый плутоний представляет собой металл с температурой плавления 640°С и температурой кипения 3227°С. По своей структуре и свойствам он сильно отличается от многих металлов. В интервале температур от комнатной до температуры плавления плутония обнаружено шесть аллотропических модификаций (табл. 1.). Необычным является тот факт, что плотность металлического плутония при температуре от 310 до 450°С составляет 14,7 г/см³, а в интервале температур от комнатной до 122°С она максимальная – 19,82 г/см³. При таких изменениях плотности плутония становится очевидным, что при остывании получение однородного (без трещин) металла практически невозможно.

Вследствие того, что плутоний обладает альфа-активностью, в ком-

*С. Т. Конобеевский до перевода в НИИ-9 работал в МГУ.

пактном виде происходит его саморазогрев, так как кинетическая энергия альфа-частиц превращается внутри куска металла в тепловую. В результате измерений установлено, что эквивалентный нагрев равен $1,923 \cdot 10^{-3}$ Вт/г, и для куска плутония массой 50 г температура поверхности будет на 5–10°C выше температуры окружающей среды. Это свойство плутония, связанное с саморазогревом, сейчас обрастает разного рода мифами. Ю. Б. Харитон и Ю. Н. Смирнов описывают, как А. П. Александров покрывал в 1949 г. полусферы из металлического плутония никелем, убеждая в Челябинске-40 генералов МВД, что горячим может быть только плутоний. Известный журналист В. Губарев в опубликованной нашим ведомством в 1993 г. брошюре приводит даже такой сенсационный факт, когда Курчатов, Зернов и Харитон в начале 1949 г. (до мая) привезли Сталину* «... небольшой, десяти сантиметров в диаметре, блестящий плутониевый шарик... Сталин осторожно коснулся ладонью шара:

– Да, теплый. И всегда теплый?

– Всегда, Иосиф Виссарионович

... – Сталин дал согласие на проведение испытаний. В мае 1949 г. Курчатов отбыл на полигон».

Как показано ниже, до мая 1949 г. такого количества плутония в нашей стране просто нельзя было получить, так как в сплошном шарике диаметром 10 см должно находиться 8 кг плутония с заданными труднодостижимыми свойствами, а завод «В» в начале 1949 г. только осваивал эту технологию. Кроме того, шарик из 8 кг плутония в определенных усло-

виях может достичь критической массы и стать своеобразным реактором на мгновенных нейтронах и даже разрушиться, если произойдет его разброс вследствие нейтронной вспышки. Таким образом, факт показа Сталину шарика из плутония диаметром 10 см – очередная небывлица, сказка.

У плутония низкая стойкость против коррозии, он легко образует аэрозоли. Поэтому хранение чистого плутония на воздухе недопустимо. Для плутония, находящегося при относительной влажности воздуха 50% в течение 40 сут, увеличение массы составит более 100 мг/см². Из-за высокой токсичности попадание плутония в организм человека представляет особую опасность. Поэтому работы с плутонием должны вестись в герметичных перчаточных боксах или специально оборудованных герметичных камерах.

Все это стало известно позднее, а в начальный период работы с плутонием в лабораториях НИИ-9, как отмечают работавшие на установке № 5 ветераны, техника безопасности была на низком уровне. Не на должном уровне она была и в начальный период работы различных технологических отделений в цехах заводов строящегося вблизи г. Кыштыма (Южный Урал) Плутониевого комбината (заводы «А», «Б» и «В»).

Правда, в НИИ-9 суммарные количества плутония и продуктов деления исчислялись миллиграммами, а суммарная радиоактивность составляла несколько кюри. На заводах же «Б» и «В» в растворах, нерастворимых осадках и всякого рода отходах, а также в изделиях из металлического плутония были килограммовые количества плутония и радиоактивность исчислялась многими десятками тысяч кюри. С учетом же продуктов

*В. Губарев, М. Ребров, И. Мосин. Бомба. Москва, Издат, 1993.

деления, от которых нельзя было полностью очистить не только растворы плутония, но даже слитки из него, радиоактивность была существенно выше.

Низкотемпературные модификации плутония α -, β - и γ -фазы обладают сложной кристаллической структурой низкой симметрии. В этих фазах сильно выражена анизотропия коэффициента термического расширения. Так, этот коэффициент γ -фазы по одной из осей кристалла равен $+84,3 \cdot 10^{-6}$, а по другой — $19,7 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$.

Наличие шести аллотропических модификаций ниже температуры плавления (640°C), значительные объемные изменения и высокая химическая активность делают очень сложной технологию получения изделий из плутония. Авторы изучения свойств плутония и его сплавов отмечали: «...работа с ним в обычных условиях практически невозможна. Для обеспечения безопасных условий работы с плутонием советские ученые разработали специальные приемы и методы исследования, дающие возможность получать однородные сплавы даже в небольших количествах (десятки и сотни миллиграммов)». Однако это происходило с большими трудностями и при работе специалистов, привлеченных к работам НИИ-9 сначала на установке № 5 в институте, а затем при подготовке к пуску в 1949 г. завода «В». Сотрудники отдела «В» под руководством академиков А. А. Бочвара и И. И. Черняева, профессора А. Н. Вольского перед пуском завода «В» получили в НИИ-9 первый «королек» плутония*, а металловеды лаборатории А. С. Займовского с привлечением

сотрудников других лабораторий интенсивно изучали его свойства. А. С. Займовский и другие авторы отмечают: «В силу низкой пластичности α - и β -фаз объемные изменения, происходящие при охлаждении плутония, приводят к появлению в нем внутренних напряжений, микротрещин и снижению плотности, ... в виде порошка и мелкой стружки плутоний пирофорен при комнатной температуре и легко загорается на воздухе».

Сложности технологических процессов на заводе «В» определялись не только этими свойствами плутония. Перечень стойких материалов, пригодных для изготовления литейной оснастки при литье изделий из плутония, весьма ограничен из-за его высокой реакционной способности. Наиболее пригодны для этих целей тантал, вольфрам, оксиды или фториды кальция, оксиды магния, церия. При литье необходимо свести до минимума окисление плутония в процессе его плавления и разливки, а это требует надежного высокого вакуума и в плавильных печах. При успешном решении этих вопросов остаются не меньшие трудности, связанные с предотвращением коробления и растрескивания отливок из плутония в процессе их охлаждения в связи с повышенной хрупкостью низкотемпературных фаз и объемными изменениями при фазовых переходах. Большие затруднения возникают и при обработке плутония давлением. При низких температурах (α -фаза) плутоний вследствие высокой хрупкости с трудом поддается деформации. Лишь при β -фаза ($310\text{--}450^\circ\text{C}$) плутоний особо пластичен и может подвергаться всем видам обработки давлением: прессованию, ковке, штамповке, вытяжке и т. д. Однако при охлаждении нужно пройти три

* «Королек» плутония был получен 4 января 1949 г. (из воспоминаний Я. М. Стерлина).



А. Н. Вольский, начальник лаборатории НИИ-9, академик с 1960 г. (1897–1966)



А. С. Займовский, начальник лаборатории НИИ-9 чл.-корр. АН СССР с 1958 г. (1905–1990)

наиболее опасных фазовых превращения с изменением плотности плутония. Поэтому проблемы коробления и растрескивания остаются. Как при литье, так и при высокотемпературной обработке плутония давлением необходимы высокий вакуум или инертная атмосфера, а также тщательный выбор пресс-инструмента.

Из изложенного видно, что свойства плутония затрудняют его использование в чистом виде. Проблема легирования и изучения сплавов и соединений плутония стала с самого начала одной из важнейших.

Как отмечали разработчики технологии завода «В», очень ценными легирующими добавками являются элементы, позволяющие фиксировать при комнатной температуре пластичную δ -фазу, свободную от отмеченных недостатков чистого плутония. Так, легирование плутония танталом, цирконием и гафнием позволяет значительно улучшить свойства

плутония. Например, в сплавах плутония с цирконием (3,9–22,9 атом.%) при комнатной температуре фиксируется δ -фаза, если применить ускоренное охлаждение этих сплавов из области температур δ -фазы. К настоящему времени сплавы плутония изучены так же подробно и полно, как и сплавы большинства основных технических металлов. Тогда было не так. Хотя позднее и были опубликованы данные о взаимодействии плутония с многими элементами, значительная часть данных бралась из иностранных источников и использовалась разработчиками. Из более чем 60 диаграмм состояния двойных сплавов плутония в данной работе использована четвертая часть диаграмм из иностранных источников. Среди них сплавы с кобальтом, цинком, галлием, кадмием и др. Легирующие добавки, уменьшая плотность плутония, указанную в табл. 1, в некоторых случаях приводят к необходи-

мости существенного увеличения количества плутония для использования в конечных изделиях — деталях для ядерной бомбы. Так, для сферы из плутония-239 с плотностью 19,25 г/см³, окруженной слоем бериллия толщиной 5,22 см, критическая масса (Мкр) сферы из плутония составляет 5,43 кг. Если же плотность плутония-239 составляет 15,8 г/см³, то в аналогичных условиях (толщина бериллия 5 см) критическая масса уже равняется 7,48 кг*. Для сферы из плутония плотностью 19,25 г/см³, окруженной отражателем нейтронов из бериллия, критическая масса может изменяться более существенно.

Т а б л и ц а 2. Критические массы плутония с бериллиевым отражателем

Толщина отражателя из бериллия, см	5,22	8,17	13	21	32
Критическая масса плутония, кг	5,43	4,66	3,93	3,22	2,47

Однако исходное количество плутония-239 или урана-235, находящихся в деталях для ядерной бомбы, может использоваться в существенно меньших значениях, чем указанные выше значения Мкр. Размещенное вокруг делящихся материалов (ядерных зарядов) взрывчатое вещество (согласно данным, полученным разведкой, масса химической взрывчатки приблизительно 2 т) после синхронного подрыва обжимает ядерный заряд, существенно увеличивая его плотность и создавая тем самым надкритичность. Как следует из пуб-

ликаций**, в урановой бомбе в шаре диаметром около 75 мм может в исходном состоянии находиться всего лишь 4 кг урана-235, так как его диаметр после обжатия сокращается до 50 мм, в результате чего в этом небольшом сжатом шаре может произойти цепная ядерная реакция, вследствие того что с изменением плотности критическая масса уменьшается пропорционально квадрату плотности делящегося материала.

В отличие от радиохимического завода «Б», на котором только конечные продукты имеют концентрацию (содержание) плутония, достаточную для образования самопроизвольной цепной ядерной реакции (СЦР), на заводе «В» образование СЦР возможно практически на всех операциях технологического процесса. Поэтому проблема ядерной безопасности для этого завода связана в первую очередь с контролем количеств плутония в каждом аппарате, контейнере и трубопроводе, в каждой емкости или плавильной печи. При этом надо учитывать, что в емкости может быть осадок, раствор или другая форма плутония. В открытой печати приведены материалы, характеризующие значение критических масс для делящихся материалов на различных стадиях технологических процессов.

Приведенные выше данные о минимальных критических массах металлического плутония указывают на то, что металлурги завода «В» работали с изделиями плутония очень малых размеров, что и определяло выбор параметров технологического оборудования. Не меньше ограничения были и у радиохимиков при переработке различных растворов, нерастворимых осадков, накапливае-

*Для сферы из металлического урана-235 93,5%-ного обогащения критическая масса при наличии отражателя из бериллия толщиной 5 см составляет 14,1 кг.

**Лаинус Полинг. Не быть войне. М., Изд-во иностр. лит., 1960.

мых в оборудовании, и отходов, содержащих плутоний, так как минимальная критическая масса плутония тогда была неизвестна и были лишь расчетные данные. Только в 1951 г. под руководством И. В. Курчатова на Комбинате № 817 экспериментально определили, что при концентрации плутония 20–40 г/л раствора в определенных условиях $M_{кр}$ (в сфере с урановым отражателем) была немногим больше 500 г. Вследствие неточности лабораторных анализов, погрешностей в показаниях приборов, а также имеющих место из-за невнимательности сменного персонала перегрузок продукта в технологических емкостях могло оказаться вместо, например, установленных нормами загрузки безопасных 100–150 г. количество плутония, превышающее значение критической массы. В этих условиях было необходимо контролировать суммарное количество плутония в каждом аппарате и трубопроводе с учетом накопления осадков, содержащих плутоний, в всех передаточных емкостях. Выполнить все это было в первые годы работы очень трудно, превышение установленных норм загрузки оказывалось неизбежным, особенно часто при работе с растворами. Поэтому на заводе «В» и было максимальное количество аварий -СЦР*. Контролировать нормы загрузки без приборов и автоматизированных систем контроля было очень трудно. В сферической емкости, содержащей азотнокислый раствор плутония концентрацией 38,4 г/л, экспериментальное минимальное значение критической массы составляло 510 г плутония. При этом необходимо иметь в виду, что на заводах

«Б» и особенно «В» такие концентрации возможны, а раствор может принять форму, близкую к сферической, в различных емкостях при операциях перемешивания, добавления реагентов и т. д. Наличие осадков и нерегулярные промывки оборудования усугубляют проблемы ядерной безопасности.

1. О дополнительных требованиях к конечной продукции завода «В»

Конечной продукцией завода были детали из металлического плутония, свойства которого были приведены в табл. 1. Требования к размерам, количеству и массе этих деталей определялись руководством Уранового проекта. Как теперь известно, эти требования вначале вытекали из принятой американской схемы создания конструкции ядерной бомбы, с чем полностью соглашались также И. В. Курчатов и Ю. Б. Харитон. Одним из главных теоретических вопросов, который в США и у нас решали конструкторы ядерной бомбы, был вопрос о времени протекания ядерной реакции при осуществлении взрыва. Сила взрыва зависит от числа нейтронов, высвобождаемых в ходе цепной реакции, что связано не только со степенью надкритичности, но и со скоростью ее создания. Развитие реакции требует времени, а длительность этого времени исчисляется миллионными и даже стомиллионными долями секунды. Как сейчас утверждают разработчики ядерного оружия, они столкнулись с новыми областями естествознания: «Нам приходится иметь дело с физическими явлениями, которые невозможно воспроизвести в лабораторных условиях. Десятки.

*Самопроизвольная цепная ядерная реакция деления ядер плутония, или урана-235, или урана-233. При СЦР выделяется значительная энергия и создаются высокие поля радиации.

сотни миллионов градусов, давление — миллионы атмосфер, плотность — сотни тысяч грамм в 1 см^3 , времена — стомиллионные доли секунды».

Заместитель научного руководителя КБ-11 академик Ю. А. Трутнев говорил об этом, отвечая на вопросы журналиста В. С. Губарева (Арзамас-16, М., Издат, 1992). При возрастании плотности делящегося материала за счет обжатия взрывом химических взрывчатых веществ (ВВ) (перед моментом ядерного взрыва) создается дополнительная надкритичность. Как хорошо сейчас известно, «При одновременном одинаковом изменении плотности активной зоны и отражателя (или при изменении плотности активной зоны в отсутствие отражателя) критическая масса делящегося изотопа изменяется обратно пропорционально квадрату плотности, критический объем — обратно пропорционально кубу плотности»*. Поэтому, даже зная критические размеры деталей из металлического плутония, полученные в обычных условиях, нельзя сразу определить окончательные размеры этих деталей и степень надкритичности без целого ряда требований, вытекающих из конструкции самой бомбы (плотность, скорость сжатия и т. д.).

Технологам завода «В» и научным сотрудникам НИИ-9, ИОНХ и других институтов, ответственных за создание технологии и оборудования для получения конечной продукции, в 1949 г. приходилось работать при изменяющихся исходных данных. Размеры уточнялись до середины 1949 г.

При медленном сближении делящегося материала для достижения надкритичности взрыва не произой-

дет, а получится «нейтронная» вспышка, хлопок с разбросом ядерного — делящегося — материала. Поэтому нельзя допустить, чтобы по ходу ядерной цепной реакции произошел разброс делящегося вещества и цепная реакция оборвалась раньше, чем прореагирует несколько процентов делящегося материала и произойдет ядерный взрыв. В публикации руководителя Манхэттенского проекта по созданию ядерного оружия США генерала Л. Гровса, известной в нашей стране с 1964 г. (руководителям Лаборатории № 2 это было известно еще с 1945 г.), практически были сформулированы примерные требования к деталям из делящихся материалов, используемых в ядерных бомбах. И эти детали из плутония нужно было изготовить на заводе «В» к середине 1949 г.

В книге Л. Гровса отмечалось: «Наиболее простая конструкция бомбы основывалась на использовании для создания критической массы делящегося материала так называемого ствольного метода. По этому методу одна подкритическая масса делящегося материала направлялась как снаряд в направлении другой подкритической массы, игравшей роль мишени, и это мгновенно создавало сверхкритическую массу, которая должна была взорваться». Сделанная по такому принципу бомба была сброшена американцами на Хиросиму.

Совершенно очевидно, что для выбора размеров этих деталей в США по мере получения плутония и урана-235 минимальные критические массы определялись не только в сплошных сферических изделиях с хорошими отражателями, но и в пустотелых — тонкостенных полусферах, имеющих существенно большее значение $M_{кр}$. Как отмечалось выше, $M_{кр}$ плутония с плотностью $19,25 \text{ г/см}^3$

*Критические параметры систем с делящимися веществами и ядерная безопасность. Б. Г. Дубовский, А. В. Камаев и др. Справочник. М.: Атомиздат, 1966.

в виде сферы с бериллиевым отражателем изменялась от 5,43 до 2,47 кг (отражатель толщиной 32 см). Если же детали будут в виде тонкостенной сферы, то $M_{кр}$ будет существенно больше даже при «хорошем» отражателе, так как эффективная плотность плутония в этом случае (во всем объеме сферы) существенно меньше. Это подтвердилось не только данными разведки, отмечающими, что полый шар* из двух сферических половинок плутония имел внешний размер 80–90 мм и существенно большую $M_{кр}$, но и опубликованными данными, указывающими, что увеличение плотности плутония от 15,8 до 19,6 г/см³ снижает $M_{кр}$ более чем на 30%. В справочнике о критических массах, изданном Атомиздатом в 1966 г., сообщается, что в 1945–1946 гг. в Лос-Аламосе две полусферы из плутония общей массой 6,2 кг, облицованные никелем толщиной 0,13 мм, достигли критичности только при наличии толстостенных отражателей из вольфрама и бериллия. Ядерно-опасные экспериментальные работы в США велись с разными отражателями. Только в Лос-Аламосе эксперименты с плутонием и ураном-235 в семи случаях, как отмечалось в названном выше справочнике, окончились ядерными авариями с человеческими жертвами.

Поэтому руководителям Уранового проекта, даже знающим характеристики плутониевых бомб США, было очень сложно выбрать параметры деталей из плутония, которые следовало использовать в нашей бомбе и изготавливать на заводе «В».

*В документе разведки № 13 за 1945 г. отмечено, что в центр плутониевого шара вставлялся полый — бериллиевый нейтронный источник, содержащий 50 Ки полония (журнал «Вопросы истории естествознания и техники». М.: Наука, 1992. № 2).

Технология же их изготовления разрабатывалась в сверхнапряженных и секретных условиях.

Как отмечено Ю. Харитоном и Ю. Смирновым**, и в нашей ядерной бомбе использовали первые полушария из плутония, их изготавливали в Челябинске-40, и они имели для защиты от коррозии специальные покрытия. В публикации авторы отмечают: «С места своего изготовления в Челябинске-40 плутониевый шарик был доставлен сначала в Арзамас-16, а затем вывезен непосредственно на Семипалатинский полигон». В публикации подтверждается, что плутониевые полушария для первой бомбы покрывались никелевой пленкой. Эти технологические операции покрытия изделий из плутония проводил в середине 1949 г. на заводе «В» член-корреспондент АН СССР А. П. Александров, работавший с 1946 по 1954 г. директором Института физических проблем АН СССР и привлеченный тогда к решению этого раздела ядерной проблемы***.

Однако целесообразно отметить, что для того, чтобы А. П. Александрову выполнить технологические операции по покрытию изделий никелем, на заводе «В» в специальном цехе было создано отделение покрытий деталей из плутония, и первым его руководителем была А. В. Дубинина. В разработке технологии покрытий участвовали и сотрудники НИИ-9.

Изделия из делящихся материалов могли быть и других формы и размеров в соответствии с требованиями конструкторов ядерного ору-

**Мифы и реальность Советского атомного проекта. Арзамас-16, 1994.

***С конца 1948 г. А. П. Александров одновременно был назначен и заместителем директора ЛИПАН.

жия. Как отмечал в своей публикации Л. Гровс, второй предложенный метод конструкции ядерной бомбы был основан на использовании явления сходящегося внутрь взрыва (имплозии).

«В этом случае поток газов от взрыва обычного взрывчатого вещества направляется на расположенный внутри делящийся материал и сжимает его до тех пор, пока он не достигнет критической массы. По этому принципу была создана бомба «Толстяк», сброшенная на Нагасаки.»

Теорию бомбы имплозионного (взрывного) типа впервые разработал в США С. Н. Неддермейер, и проделанная им работа с конца 1943 г. явилась основой для создания бомбы из плутония на основе имплозии. Этот метод, как отмечает Л. Гровс, имеет большое преимущество перед первым, ствольным методом, так как свойства плутония затрудняют его использование в первом случае.

О том, как в августе 1949 г. были изготовлены на заводе «В» две полусферы из плутония для первой советской ядерной бомбы, подробно описывает ветеран отрасли, член-корреспондент Академии наук СССР А. Г. Самойлов, который был ответственным исполнителем работ по получению деталей из металлического плутония методом горячего прессования*. Технология отработывалась, и полной гарантии, что при горячем прессовании будут получены детали из плутония нужных параметров, не было, а у исполнителей даже были опасения, что при этой операции может самопроизвольно возникнуть цепная ядерная реакция. А. Г. Самойлов тогда работал под

руководством профессора А. С. Займовского. В возглавляемой им группе находились конструкторы М. С. Пойдо и Ф. И. Мысков, инженер-литейщик И. Д. Никитин, а также молодые специалисты завода «В» Б. Н. Лоскутов и Г. М. Нагорный. Работа этой группы, пишет А. Г. Самойлов, завершала все выполненные до нас работы на всех технологических этапах большими коллективами ученых, инженеров и рабочих заводов «Б» и «В» Комбината № 817. Созданное в институте оборудование не позволяло обеспечить однородный нагрев прессуемой массы металла (сначала имитатора из алюминия). Приближался август 1949 г., поэтому тревога охватила не только А. Д. Бочвара и А. С. Займовского. Руководители Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, И. В. Курчатов, Б. Г. Музруков и Е. П. Славский, отвечающие перед Спецкомитетом за выпуск плутониевого заряда, по-видимому, были еще более встревожены. За короткий срок оборудование было переделано и на имитаторе из алюминия стали получать качественные изделия. К этому времени от металлургов, возглавляемых профессором А. Н. Вольским, поступил плутоний в виде «небольших плавленных цилиндриков». Их масса составляла только 110% массы двух конечных тонкостенных полусфер из плутония, которые после горячего прессования должны были пройти и механическую обработку.

Уместно привести воспоминания ветерана нашей промышленности А. Г. Самойлова об этих решающих для создания ядерной бомбы технологических операциях с количествами плутония, даже превышающими минимальную критическую массу: «Прессование было поручено произвести мне. Народу в цехе было мало, физики у пресса поставили свои при-

*Страницы истории ВНИИИМ. Воспоминания сотрудников. Т. 1. М.: Издание ВНИИИМ и ЦНИИатоминформ, 1994.

боры, а сами удалились, остались только ответственные за эти работы: А. А. Бочвар, А. С. Займовский, А. Г. Самойлов, М. С. Пойдо, И. Д. Никитин, Ф. И. Мысков. Я взялся за рычаг гидравлического пресса. У всех в это время было гнетущее состояние, каждый обдумывал свое бытие: будет ли он жив или разложится на атомы? Все думали, не ошиблись ли физики, учли ли они все факторы, влияющие на увеличение критмассы, не произойдет ли ядерный взрыв во время операции горячего прессования металла?

Все замолкли, наступила тишина. Пуансон медленно стал опускаться в аппарат, давление на манометре постепенно стало возрастать и дошло до требуемого показателя. Прессование благополучно закончено, нагревательная система отключена. Все радостно зашевелились, засуетились, громко заговорили. Собралось начальство. Некоторое затруднение испытали при извлечении изделия из разъемной пресс-формы, и здесь нам помог своей могучей силой Е. П. Славский, изделие с его помощью без каких-либо повреждений было извлечено из пресс-формы, выглядело оно блестящим».

Как отмечает А. Г. Самойлов, с большой тщательностью и точностью изделие обточили на станке при помощи специального приспособления. Операция обточки была очень ответственная, трудоемкая и требовала большого внимания, осторожности и смекалки. Резервного plutония не было, и в случае «брака» срок испытания плутониевой бомбы был бы сильно сдвинут.

При обработке изделия резанием неоценимую услугу оказал сотрудник нашей группы М. С. Пойдо. «Все мы тогда дошли до высшей критической точки нервного напряжения,



А. Г. Самойлов, руководитель группы НИИ-9

тогда все казалось не таким, как было в действительности. А. П. Завенягин вдруг решил, что изделие по сферичности запорото, и весь свой гнев обрушил на М. С. Пойдо, который выслушал эти обвинения молча, не сказав в свою защиту ни единого слова. После ухода А. П. Завенягина Михаил Степанович мужественно продолжал вести обработку изделия до конца и сделал его с большой точностью на примитивном оборудовании. Несколько раз после этого я просил Андрея Анатольевича Бочвара обратиться к А. П. Завенягину, чтобы он как-то смягчил этот инцидент, но, к сожалению, разговор А. А. Бочвара с А. П. Завенягиным не состоялся. По-видимому, тогда А. П. Завенягину можно было сделать скидку на напряженность обстановки. Огромная ответственность, независимо от занимаемого положения, лежала на каждом из нас. Случай с М. С. Пойдо мог привес-

ти к двойной трагедии, так как без М. С. Пойдо мы наверняка бы запоролы изделие».

Эти примеры не единичны и указывают, что данные разведки, полученные по ядерной бомбе, в создании ряда производств не играли значительной роли.

Кроме требований к форме, однородной плотности и размерам деталей из делящихся материалов дополнительными требованиями для плутония были и его изотопный состав, и наличие в нем примесей. Методики контроля разрабатывались в некоторых институтах и одобрялись на Аналитическом Совете ПГУ (председатель А. В. Виноградов, секретарь П. Н. Палей), который был создан 26 октября 1946 г. В решении Аналитического Совета от 14 июля 1947 г. были определены допустимые примеси в металлическом плутонии — конечной продукции завода «В» — и утверждены основные методы их контроля.

В процессе отработки технологии эти примеси уточнялись. Уместно отметить, что их нежелательность связана с качеством, — эффективностью плутония в конечных изделиях. Хорошо известно, что энергетический плутоний, нарабатываемый в урановом топливе АЭС и содержащий в смеси изотопов плутония 10–20% плутония-240, в оружии не используется. Это объясняется тем, что у плутония-240 период спонтанного (самопроизвольного) деления ядер примерно в 40 тысяч раз меньше, чем у плутония-239. При таком делении нейтроны испускаются в значительных количествах, чем ослабляется эффективность изделия. Если у плутония-239 период полураспада при спонтанном делении ядер равен $5,5 \cdot 10^{15}$ лет и выход нейтронов составляет $3,2 \cdot 10^{-2}$ в 1 с на 1 г, то у

плутония-240 период спонтанного деления равен $1,27 \cdot 10^{11}$ лет и выход нейтронов $1 \cdot 10^3$ в 1 с на 1 г. Поэтому даже наличие 1% плутония-240 в деталях из плутония-239 создает нейтронный фон больше имеющегося от всего изделия из одного плутония-239. Особо нежелательными элементами в деталях из плутония являются примеси легких ядер, при взаимодействии с которым альфа-частицы, испускаемые изотопами плутония, также увеличивают нейтронный фон. Еще в публикациях 1948 г. приводили количественные данные о выходе нейтронов при взаимодействии с ядрами таких элементов, как литий, бериллий, бор, фтор, натрий, азот, кислород, алюминий, кремний, хлор. Все эти элементы присутствовали при ведении технологических процессов, а их примеси в плутонии ухудшали его качество. Содержание таких элементов, как бор, бериллий, литий, фтор, ограничивалось значениями от 10^{-2} до $10^{-5}\%$. Плутоний-240 имеет период полураспада альфа-частиц 6,6 тыс. лет (а плутоний-239 — 24,4 тыс. лет) и поэтому почти в 4 раза увеличивает нейтронный фон от примесей легких элементов. Из изложенного очевидна особая роль различных методов лабораторного контроля за ходом технологических процессов завода на всех стадиях производства.

2. Разработка проекта создания завода «В» и освоение технологии

Основными институтами, разработавшими проект завода «В», были НИИ-9, ИОНХ, а затем вновь организованный проектный институт ГСПИ-12. Конечная продукция завода «В» была входной продукцией завода «В». Начальником завода «В»

с 15.03.1948 г. был назначен Ф. М. Бреховских.

В НИИ-9 в течение 1947–1948 гг. с привлечением других НИИ на специально построенной установке № 5 интенсивно проводили работы по проверке работоспособности выданной РИАН технологии, методов контроля плутония и материалов оборудования для первого радиохимического завода, строящегося на Южном Урале.

Отработка технологии выделения плутония из облученных в реакторе Ф-1 (в ЛИПАН) урановых блоков (содержащих миллиграммы плутония), проводилась в НИИ-9 на установке У-5, как уже отмечалось, под научным руководством члена-корреспондента АН СССР Б. А. Никитина (заместитель директора РИАН).

Все дальнейшие работы на установке У-5, в лабораториях НИИ-9, ИОНХ, ИФХАН и других институтах по получению металлического плутония на заводе «В» проводили тогда в основном под научным руководством ученых института, возглавляемого В. Б. Шевченко.

НИИ-9 был не только основным разработчиком схемы аффинажного завода по переработке конечных продуктов радиохимического завода «Б», но и разработчиком технологии получения металлического плутония и изделий из него. Первые работы по проекту создания завода «В» также начинали специалисты НИИ-9, которые были в составе проектно-конструкторского бюро (ПКБ) института*. В первой половине 1948 г. Постановлением Правительства (№ 200-90 от 8/II48 г.) на базе ПКБ НИИ-9 в системе ПГУ под руководством

*В составе ПКБ НИИ-9 с октября 1946 г. находился и его Ленинградский филиал, который тогда проектировал предприятия уранодобывающей промышленности.



Ф. З. Ширяев, главный инженер ГСПИ-11 (1941–1945 гг.), впоследствии директор ГСПИ-12 (1912–1990)

Ф. З. Ширяева организуется специальный проектный институт – ГСПИ-12.

Вначале из режимных соображений институт назывался Московской проектной конторой – МПК. Главной задачей МПК в тот период и было создание проекта завода по получению металлического плутония и изделий из него, а также изделий из металлического урана-235. После начального организационного периода руководителем МПК был назначен заместитель министра цветной металлургии А. В. Флоров, а главным инженером Проектного института – Ф. З. Ширяев. Создание проекта осуществлялось с использованием лабораторного оборудования, которое разрабатывалось в основном исследователями отдела «В» и конструкторами ПКБ в НИИ-9.

В отличие от нового строительства промышленного реактора (объект



Здание № 9, где был получен первый плутоний для первой ядерной бомбы

«А») и радиохимического завода (объект «Б») первая очередь завода «В» создавалась на базе складских помещений Министерства Военно-Морского Флота, расположенных недалеко от г. Кыштыма вблизи железнодорожной станции Татыш. В 1947 г. был проведен ремонт этих складов. Как требовал А. А. Бочвар, стены и потолки помещений сделали зеркально гладкими, позволяющими легко отмывать их от распыленных радиоактивных продуктов. На такое опытно-промышленное производство (здание — барак № 9) 26 февраля 1949 г. в 12 ч. ночи поступил первый конечный продукт завода «Б». Первую партию продукта принимали начальник цеха Я. А. Филиппев и начальник химического отделения цеха И. П. Мартынов в присутствии академика И. И. Черняева, а также Б. Г. Музрукова и Г. В. Мишенкова.

Это отделение И. И. Черняев называл «стаканным», так как продукт, поступивший на переработку, разли-

вался в платиновые стаканы. Цех был оборудован деревянными вытяжными шкафами, а кроме платиновых стаканов в нем были фильтры и золотые воронки. Практически здание № 9 было превращено в химическую лабораторию. В отделении работали в основном женщины. Первыми начальниками смен были выпускницы Горьковского и Воронежского университетов Ф. А. Захарова, А. С. Костюкова, М. Я. Трубчанкина, З. А. Быстрова.

В переоборудованном складском помещении размещалось и металлургическое отделение под начальством К. Н. Чернышева. Оборудование отделения тоже было не на уровне.

В 150 м от этого цеха-барака в коттедже жили ведущие ученые, разработчики технологии: А. А. Бочвар, И. И. Черняев, А. Н. Вольский, А. С. Займовский, А. Д. Гельман, В. Д. Никольский, В. Г. Кузнецов, Л. И. Русинов и др. Практически это была отдельная промышленная

площадка, примыкающая к территории двух других основных заводов Плутониевого комбината, также расположенных в междуречье рек Теча — Мишеляк.

По проекту МПК и ПКБ НИИ-9 строительство новых цехов завода началось в 1948 г. и велось в две очереди. В первую очередь предусматривалась работа с превращением конечных растворов завода «Б» в металл и получение изделий из металлического плутония*. Часть основного оборудования в реконструируемых зданиях была поставлена на завод «В» из лабораторий НИИ-9. Как вспоминает ветеран отрасли Н. П. Финешин, работавший с начала организации МПК, по разработкам исследователей НИИ-9, конструкторов ГСПИ-12 (начальник отдела Н. П. Алексахин) по заданиям ПГУ и дирекции Комбината значительная часть оборудования изготовлялась на машиностроительных заводах других ведомств и сверхсрочно поставлялась на Комбинат для строящегося завода «В».

Некоторое оборудование изготавливалось в мастерских монтажных организаций, а также непосредственно в созданных цехах строящегося завода «В». Основной вклад в проектирование завода «В» внесли работники ГСПИ-12 Н. П. Алексахин, П. Я. Беляев, Л. Р. Дулин, А. Л. Тараканов, Л. Т. Житченко, В. Ф. Леонов, А. Г. Грицкова, Д. С. Майоров, Б. А. Васильев, а также Ф. З. Ширяев, С. А. Петросян, Н. И. Бочков, И. И. Китаев и другие сотрудники проектного института и ПКБ НИИ-9.

Уже во второй половине 1948 г. усилиями больших коллективов были сданы в эксплуатацию первые цеха

*Во вторую очередь предусматривалось получение изделий из урана-235.

уникального производства. Впервые в стране становилось возможным получать металлический плутоний и изделия из него. 22 декабря 1948 г. директором завода «В» был назначен З. П. Лысенко, начальником второго производства — П. И. Дерягин, который до этого был главным инженером завода «В». Главным инженером завода «В» переводится Ф. М. Бреховских, работавший одновременно с середины 1948 г. заместителем директора Комбината по металлургии**. Подготовку к пуску завода «Б» обеспечивали и контролировали руководители Комбината № 817 Б. Г. Музруков, Е. П. Славский и заместитель главного инженера Комбината Г. В. Мишенков***. Контроль за ходом подготовки завода к работе осуществляли руководители ПГУ и Спецкомитета. Нельзя не отметить, что кроме названных выше административно-технических руководителей в создание и руководство производством решающий вклад внесли ученые во главе с И. В. Курчатовым, который оставался все первые годы научным руководителем Комбината. Как отмечали ветераны В. В. Мясников, Г. И. Немцев, И. А. Мышьянов, работавшие на заводе «В», фактическое руководство производством тогда осуществляли ученые А. А. Бочвар, И. И. Черняев, А. Н. Вольский, А. С. Займовский, Ю. Б. Харитон, В. Н. Никольский, Л. И. Русинов, А. П. Александров, В. И. Кутаицев, А. Г. Самойлов. Большая роль в аналитическом контроле производства принадлежала ГЕОХИ им. В. И. Вер-

**До перевода на Комбинат № 817 с начала 1946 г. Ф. М. Бреховских работал главным инженером завода № 12 в г. Электросталь.

***С 3/XII 49 г. — Г. В. Мишенков — главный инженер Комбината № 817, с 1/XI 57 г. — директор комбината, а с февраля 1960 г. — главный инженер 4-го ГУ Минсредмаша.



Г. В. Мишенков, заместитель главного инженера Комбината № 817 (1907–1965)



Я. А. Филиппцев, начальник цеха № 1 завода «В» (1906–1987)

надского во главе с членом-корреспондентом Академии наук А. П. Виноградовым.

Во главе с академиками А. А. Бочваром и И. И. Черняевым на Комбинат для пуска завода «В» прибыли из НИИ-9 и ИОНХ отдельные бригады под руководством ученых (А. Н. Вольского, А. С. Займовского, А. Д. Гельман и др.) из специалистов этих и других институтов. Например, под руководством члена-корреспондента АН СССР А. Н. Вольского в бригаде металлургов находились В. С. Соколов (кандидат технических наук) и молодые тогда инженеры Ф. Г. Решетников, И. В. Будаев, Я. М. Стерлин, С. Г. Тресвятский, Б. И. Застенкер, Л. И. Тренин и др.

Укомплектовываются (кадровыми службами ПГУ и Комбината) специалистами (из работников НИИ-9 и других институтов) ведущие цеха, лаборатории и отделения завода «В».

Так, приказом по Базе 10 (по Комбинату № 817) от 20 июня 1949 г. были назначены начальниками: Я. А. Филиппцев — цеха № 1, В. С. Зуев — цеха № 4, Д. И. Баринев — цеха № 10, Н. И. Грошев — цеха № 10а, В. И. Малышев — цеха № 12.

Начальником лаборатории завода «В» назначили И. Н. Рождественского*. В основном цехе, возглавляемом Я. А. Филиппцевым, в химическом отделении осваивают технологию И. П. Мартынов, Е. Д. Вандышева, З. И. Исаева, Н. И. Скрыбина и др., в металлургическом отделении — В. А. Карлов, В. Т. Семов, А. С. Никифоров, П. В. Кулямин, В. Т. Каминская и др.

Вместе с работниками институтов коллектив цеха уже 26 февраля 1949 г. принял с завода «Б» для переработки первую партию продукта — плуто-

*Впоследствии эту лабораторию возглавляли А. М. Спринц, А. Т. Первушин, М. А. Баженов, В. В. Сорокин.

ния. Состав исходного раствора вследствие отсутствия надежного аналитического контроля был недостаточно известен и мало изучен. При работе с первыми порциями растворов плутоний размазывался и находился на фильтрах в осадках, промывных водах и т. д. Технологический регламент не мог быть создан на первых этапах работы завода.

Как отмечают ветераны, только в мае 1949 г. И. И. Черняевым, В. Д. Никольским и А. Д. Гельман была составлена первая «Временная технологическая инструкция», утвержденная главным инженером Комбината № 817 Е. П. Славским. В сложнейших условиях на заводе «В» химики и металлурги вели работы по получению первого металлического плутония. В другом важнейшем цехе, № 11 (получения изделий из металлического плутония) начальниками отделения тогда работали:

литейного — С. И. Бирюков,
обработки давлением — Б. Н. Лоскутов,
покрытий — А. В. Дубинина,
обработки резанием — А. И. Мартынов.

В этом цехе, которым впоследствии руководил Н. И. Иванов, был создан ряд лабораторий для контроля необходимых параметров в конечных изделиях, выпускаемых заводом. Руководителями лабораторий металлофизики, металловедения, рентгеновской, нейтронно-изотопной стали М. Д. Дерезинов, В. Д. Бородин, В. А. Коробков, Ф. П. Бутра, В. В. Калашников, Г. Т. Залесский, который впоследствии (с 1 апреля 1959 г.) работал директором завода «В». После ухода первого начальника завода «В» Ф. М. Бреховских, а затем З. П. Лысенко, с 23 сентября 1949 г. директором завода стал Л. А. Алексеев.

Ведение каждого технологического процесса осуществлялось под научным руководством специалистов НИИ-9, ИОНХ и других институтов при постоянном контроле руководства ПГУ и Комбината № 817. Не только научный руководитель завода «В» А. А. Бочвар, но и научный руководитель проблемы И. В. Курчатов и особенно научный руководитель разработки конструкции первой ядерной бомбы Ю. Б. Харитон контролировали выполнение требований КБ-11, предъявляемых к изделиям из плутония. Как отмечают Г. Немцов и Б. Поздняков и бывший тогда начальником цеха № 11 Н. И. Иванов*, под руководством А. А. Бочвара в цехах № 4 и № 11 работали с металлическим плутонием и осуществляли научное руководство следующие работники института:

М. С. Пойдо — научный руководитель цеха № 4;

А. С. Займовский — научный руководитель цеха № 11;

А. Г. Самойлов — научный руководитель по изготовлению первых деталей из металлического плутония;

В. В. Калашников — начальник лаборатории, заместитель начальника цеха № 11;

Ф. П. Бутра — начальник лаборатории рентгеноструктурного анализа в цехе № 11.

В работах по покрытиям изделий из плутония принимала участие Е. В. Конопасевич, а в изготовлении деталей — И. Д. Никитин. В тяжелейших условиях отработки технологии на заводе «В» в бригаде А. А. Бочвара кроме названных специалистов института тогда работали сотрудники НИИ-9 и других институтов: Е. И. Иванов, Ф. И. Мыськов, В. И. Кутанцев, А. А. Жулькова,

*Впоследствии главный инженер завода «В», а с 1959 г. — начальник отдела ВНИИИМ.



Н. И. Иванов, начальник цеха № 11 завода «В»

И. С. Походзей, Н. И. Назарчук, И. П. Селицкий, М. А. Карнышев, Л. И. Русинов*, Б. А. Голубков.

Фактически в первой половине 1949 г. на Комбинате № 817 радиохи́миками было получено достаточное количество плутония и на заводе «В», была отработана технология изготовления плутониевого заряда для ядерной бомбы. В начале августа 1949 г. коллектив Комбината и завода «В» вместе с работниками институтов и подразделений различных цехов завода и служб Комбината выполнил задание по изготовлению деталей (полусфер) из плутония, чем обеспечил успешное испытание на полигоне в Семипалатинске первой ядерной бомбы 29 августа 1949 г. Технический паспорт на плутониевый заряд, подписанный глав-

ным инженером Комбината № 817 Е. П. Славским и начальником цеха В. С. Зуевым 5 августа 1949 г., был утвержден директором Комбината № 817 Б. Г. Музруковым, а 8 августа 1949 г. детали из плутония специальным поездом были направлены в КБ-11 для окончательной сборки первой ядерной бомбы.

Для получения этого плутониевого «шарика» для бомбы на Комбинате № 817 трудились работники и промышленного реактора и заводов «Б» и «В». Перечислить всех участников пуска и освоения производства получения металлического плутония и изделий из него сейчас невозможно. Значительная часть из них вследствие профзаболеваний ушла из жизни. Следует только сказать, что среди них были И. Г. Евсиков и А. С. Никифоров*, Г. Т. Залесский* и В. В. Мясников*, С. И. Бирюков и Г. М. Нагорный*, Ф. П. Кондрашова и некоторые другие, раньше времени ушедшие из жизни. Большое воздействие радиации получили К. Т. Василенко и И. С. Головин, И. В. Михеев и Г. А. Алешина, Л. П. Сохина и З. А. Исаева, а также С. М. Фролов, Б. Н. Сериков, Е. Д. Вандышева, З. А. Быстрова, Д. А. Олоничев, Д. И. Виноградов и многие другие работники Комбината № 817, НИИ-9, ИОНХ, ГСПИ-12 и других институтов, а также строители и монтажники, участвовавшие в создании завода «В».

В начале 1949 г. на заводе «В» под руководством доктора химических наук, работника ИОНХ В. Г. Кузнецова была организована военная приемка, в которой работали П. С. Тка-

*Л. И. Русинов работал в ЛФТИ. Вместе с И. В. Курчатовым, Б. В. Курчатовым и Л. В. Мысовским в 1935 г. они открыли ядерную изомерию у искусственно-радиоактивных ядер брома.

**А. С. Никифоров впоследствии работал главным инженером Комбината № 817, директором ВНИИНМ, был избран академиком АН СССР; Г. Т. Залесский, В. В. Мясников, Г. М. Нагорный работали поочередно директорами завода «В».



Л. П. Сохина, начальник ЦЗЛ Комбината
№ 817

чев, В. В. Мясников, Г. И. Немцов, И. С. Головин.

Несмотря на огромный вклад отечественных ученых старшего поколения в производство делящихся материалов и создание самой ядерной бомбы, возникают вопросы о нравственных позициях этих ученых — авторов оружия устрашения. «Мучили ли их угрызения совести при создании столь смертоносного оружия?» С таким вопросом обратился А. Артизов — работник прессы — в последнем интервью к Е. П. Славскому — одному из первых организаторов отрасли, длительное время работавшему министром среднего машиностроения*. Е. П. Славский от-

ветил (3 июля 1991 г.): «Я что-то не замечал подобных настроений. Если бы такие мотивы присутствовали, мы наверняка не смогли бы в сжатые сроки одолеть огромную бездну проблем и создать ядерное оружие. Ученые работали не за страх, а за совесть, целиком отдавая себя делу. Советских ученых не надо было уговаривать или запугивать, они понимали, как нужен стране ядерный щит».

С таким же настроением работали тогда и большинство инженеров, техников, рабочих и служащих, принимавших участие в решении задач, поставленных важнейшей программой, которая была тогда в стране программой № 1.

3. Последствия внутреннего облучения

В большей степени, чем на промышленном реакторе, производственный персонал заводов «Б» и особенно «В» подвергался комбинированному воздействию радиации, т. е. внешнему бета-, гамма- и внутреннему облучению инкорпорированным (поглощенным) плутонием. На этих заводах при работе с плутонием в производственных помещениях, особенно в начальный период работы, находилось значительное количество аэрозолей, содержащих плутоний, которые с вдыхаемым воздухом попадали в организм человека. Уже неоднократно отмечалось, что в первые годы работы с плутонием воздействие внутреннего облучения вследствие отсутствия у ученых каких-либо знаний не учитывалось. Как позднее было показано, попадание в организм человека в значительных количествах плутония увеличивает вероятность заболевания раком легких. Наблюдения, проводившиеся в

*Минсредмаш образован Указом Президиума Верховного Совета от 26 апреля 1953 г. и первым министром был назначен В. А. Малышев. Постановлением (от 1/VII.53 г.) Совета Министров уточнен состав общесоюзного Министерства (кроме предприятий ПГУ). С 1957 по 1986 г. министром работал Е. П. Славский, а в период с 1955 по 1957 г. министрами были А. П. Завенягин и М. Г. Первухин.

течение 20 лет за состоянием здоровья 2346 работников предприятий, имеющих в организме плутоний (1832 мужчины и 514 женщины), позволили установить не только суммарное многолетнее внешнее облучение, но и дозы облучения легких. В филиале Института биофизики Минздрава в Челябинске-40 профессором В. Ф. Хохряковым с сотрудниками были разработаны методы косвенной дозиметрии плутония. Отмечено, что у персонала коллективная доза, накопленная за время облучения, составила $5,03 \cdot 10^5$ бэр. Наблюдение за 20 лет выявило 45 случаев заболеваний раком легких. Спонтанное — ожидаемое — заболевание раком легких городского населения страны, рассчитанное с учетом возраста и пола, составило лишь 32,6 случая заболеваний. Кроме того, для групп производственного персонала с общей дозой облучения, меньшей 400 бэр, наблюдаемое число заболеваний было даже ниже ожидаемого числа спонтанных случаев рака легких, рассчитанных исходя из средних показателей для городского населения страны. В то же время отмечено, что «в диапазоне с дозой, превосходящей 400 бэр, фактическое число случаев заболевания в 2,6 раза превысило ожидаемое число». Вместе с тем в рамках принятых моделей нет однозначной связи между количеством заболеваний и дозой облучения. Число заболеваний зависит, и это установлено, от динамики формирования дозы.

Получены также экспериментальные данные по накоплению плутония у населения, проживающего в Челябинске-40* и в других регионах. Установлено, что в Челябинске-40,

расположенном рядом с санитарно-защитной зоной, за 45 лет работы Комбината № 817 у населения города, проживающего там с 1950 г., накопление плутония примерно в 30 раз превышает содержание плутония глобального происхождения.

В табл. 3 приведены данные о содержании плутония у населения и в других регионах. Сведения о содержании плутония получены на основании анализа образцов органов тканей, взятых при вскрытии 60 взрослых жителей Челябинска-40 и 128 жителей 17 районов Гомельской области, умерших в 1990–1991 гг. Результаты математической обработки приведенных в табл. 3 данных указывают на большие трудности определения содержания плутония в организме населения, даже проживающего вблизи предприятий атомной промышленности.

Т а б л и ц а 3. Содержание плутония в организме человека

Регион	Содержание, Бк
Челябинск-65	$3,75 \pm 1,45$
Гомельская область	$0,27 \pm 0,15$
Уфа (1981 г.)	$0,11 \pm 0,07$
Западная Европа (ФРГ, Великобритания, 1981–1982 гг.)	$0,07 \pm 0,12$

Авторы анализируют с учетом публикации Международной комиссии радиационной защиты риск смерти от рака, вызванного облучением человека, проживающего в Челябинске-40. Если предполагать, что накопление плутония будет происходить с постоянной скоростью, получается, что в организме родившегося в городе и прожившего в нем подряд 70 лет человека накопится 6,6 Бк плутония. При этом за счет этих 6,6 Бк эффективная эквивалентная доза у данного

*Позднее называли Челябинск-65, а сейчас — г. Озёрск.

человека за жизнь (70 лет) составит всего лишь 0,33 бэр. На 100 тыс. таких жителей можно ожидать возникновения по этой причине 16,5 случая заболеваний. С учетом того, что в других регионах содержание плутония в организме много меньше, можно утверждать о невозможности определить влияние плутония на количество злокачественных новообразований. Следовательно, только у профессионалов, длительное время работавших с источниками излучения, сейчас обнаруживается хроническая лучевая болезнь и повышенная смертность. На примере персонала старейшего Плутониевого комбината это четко прослеживается. Из 2,9 тыс. мужчин, начавших работать на Комбинате № 817 в 1948–1953 гг., при постоянном наблюдении за ними (99,6 тыс. человеко-лет) число умерших составило 39,3%, а из более молодых мужчин (2249 человек), поступивших на работу в 1954–1958 гг. (при наблюдении 68,9 тыс. человеко-лет), число умерших составило 21,8%. Данные о количестве доз радиационного воздействия у этих групп приведены в табл. 4. Жиз-

ненный статус наблюдаемых работников был известен на 1 января 1991 г.

Из 11 групп локализации новообразований у работников, подвергшихся внешнему и внутреннему радиационному воздействию, только в двух группах онкологическая смертность у мужчин радиохимического производства достоверно выше, чем у мужского населения страны. Эти группы локализации новообразований следующие: трахея, бронхи, легкие; лимфатические и кроветворные ткани. Причем такая закономерность установлена только для лиц, получивших суммарную дозу внешнего гамма-облучения выше 100 сГр (1 Гр = 100 рад).

Данные табл. 4 однозначно подтверждают недооценку воздействия внутреннего облучения, так как среди лиц, начавших работу на Комбинате № 817 в 1948–1953 гг., только у 10% работающих проведены биофизические обследования.

*
* *

Читатель при ознакомлении с работой Плутониевого комбината в

Таблица 4. Характеристика уровней комбинированного радиационного воздействия

Показатель	Начало работы 1948–1953 гг.	Начало работы 1954–1958 гг.
Количество работников, имеющих данные индивидуального фотопленочного контроля.	2527	2006
В том числе с суммарной дозой внешнего гамма-облучения:		
менее 100 рад	832	1557
100 рад и более	1695	449
Средняя доза внешнего гамма-облучения для всех лиц, имеющих индивидуальный фотопленочный контроль, рад	178,3±3,6	58,2±1,2
Количество работников, имеющих данные биофизического обследования.	269	248
В том числе с содержанием плутония в организме:		
ниже порога чувствительности	23	32
менее 40 нКи	79	117
40 нКи и более	167	99
Среднее содержание плутония в организме для всех лиц, имеющих данные биофизического обследования, нКи	266,5	96,5

предыдущих главах книги ясно ощущается, какие сложности и трудности пришлось преодолеть, первопроходцам ядерной индустрии, какое большое число людей, лучших специалистов, прошли через горнило радиационного облучения, какие увеличенные дозы облучения они получили, нанеся вред своему здоровью, и какое большое количество людей из мирного, ничего не подозревающего населения на Южном Урале, у объектов Челябинска-40 подверглось облучению. Как непоправимо загрязнилась р. Теча и другие чистейшие, благодатные водоемы Южного Урала, любимые места отдыха и туризма, вследствие сбросов в них жидких отходов радиохимического производства и какой урон нанесен прилегающей к р. Теча территории Челябинской и Курганской областей. Объяснять это только незнанием, неграмотностью, непредусмотрительностью, легкомыслием или небрежностью наших ученых — основателей новых наук, цветом нашей физической, химической, металлургической, радиохимической и других областей наук, нельзя. Все они во главе с И. В. Курчатовым, В. Г. Хлопиным и другими знали и понимали опасность радиационного облучения, а тем более повышенного, для жизни и здоровья человека. Всю свою сознательную научную жизнь многие из них провели в среде, связанной с радиоактивными веществами, под знаком опасности возможных облучений. Но все они работали в лабораториях ведущих институтов страны, имея в своем распоряжении микроколичества радиоактивных веществ, и никто из них не работал с плутонием, с высокооблученным ураном (плутония-то и в природе не было) и тем более в таких количествах, как на заводах «А», «Б» и «В».

Работая в Лаборатории № 2*, еще до пуска опытного реактора Ф-1 И. В. Курчатов создал специальную группу, вскоре преобразованную в Лабораторию по разработке и изготовлению дозиметрических приборов специализированного назначения при работах на промышленных реакторах и для радиохимического производства. Такого рода приборов у нас в стране не было, просто в них не было нужды, поскольку не было и ядерной индустрии.

Впоследствии было создано много самых разнообразных и отличных по качеству дозиметрических и радиометрических приборов и вообще всей этой новейшей техники. Были созданы и ныне действующие и работающие очень крупные и хорошо оснащенные институты ядерного приборостроения. Но все это было потом.

В 1948, 1949 гг. в период пуска промышленного реактора «А» и освоения радиохимического производства дозиметрических приборов, кроме фотопленочных, и по количеству, и по качеству быстроты определения радиационных доз было очень мало и притом невысокого качества. Для создания этой новой научной отрасли техники требовались и время, и люди.

А сроки поджимали. Спецкомитет, ПГУ и сам И. В. Курчатов торопили: скорей, скорей. Монополию США на ядерное оружие необходимо было ликвидировать как можно быстрее. Для контроля за радиационной безопасностью эксплуатационного персонала в Министерстве здравоохранения была создана специальная система санитарного надзора, руководителем которой был

*Со второй половины 1949 г. — Лаборатория измерительных приборов (ЛИПАН АН СССР).

назначен заместитель министра здравоохранения СССР А. И. Бурназян.

Как уже рассказывалось, вследствие появления интенсивного коррозионного процесса возникла необходимость досрочной замены многих технологических каналов на реакторе «А» на новые, специально анодированные трубы (конец 1948 г.). Реактор был остановлен на несколько месяцев. До этого на реакторе возникло несколько «козлов», когда разрушенные урановые блоки сплавлялись с графитом. Эти «козлы» тоже приводили к остановке реактора и прекращению наработки плутония.

Но на длительную остановку действующего и нарабатывающего плутоний реактора «А» шли не всегда. Не было тогда и достаточного количества урана для его перегрузки. Было принято вынужденное решение пойти на извлечение урановых блоков из разрушаемых технологических каналов через верх реактора, а не разгружать их по проектной схеме в разгрузочную шахту. При этом получил переоблучение практически весь эксплуатационный персонал реактора. И. В. Курчатов и другие руководители пошли на это сознательно, скрепя сердце, прекрасно понимая вынужденность этого решения в целях получения нового делящегося ядерного вещества — плутония, так как для осуществления резервной загрузки вновь изготовленными урановыми блоками требовалось дополнительное время.

Хотя и устанавливались жесткие, сокращенные сроки пребывания в облучаемой зоне, когда сменный персонал реактора и ремонтники менялись строго по графику, чтобы наносимый им облучением вред был как можно меньшим, избежать переоблучения было невозможно. Это видно из приложенных таблиц. Полу-

ченные людьми дозы лучевого облучения были значительно больше установленной нормы.

Сами руководители, включая И. В. Курчатова и Е. П. Славского, показывали пример самоотверженности, часто находясь среди ремонтников и сменного персонала реактора. Ликвидировать аварийные ситуации приходилось и на радиохимическом, и на химико-металлургическом производствах заводов «Б» и «В». Переоблучение получила и часть населения, проживающего вдоль р. Теча, в верхнем течении которой расположены заводы Комбината № 817.

Можно ли было избежать большого числа лучевых болезней среди эксплуатационников, в том числе и со смертельным исходом? Да, безусловно, можно было. Но для этого надо было бы осваивать эту сложнейшую науку и технику не в спешке, не под дамокловым мечом: скорей, скорей. Путь от пуска опытного реактора Ф-1 в Лаборатории № 2 к испытанию первой советской ядерной бомбы был пройден за 2 года и 8 мес., т. е. за удивительно короткий срок.

Если бы в распоряжении зачинателей в освоении ядерной энергии и создании ядерной бомбы было хотя бы 5 лет, то таким радиационным воздействиям наши лучшие люди, ученые и специалисты, конечно, не подверглись бы.

Но времени было в обрез, не торопиться было нельзя*. Военно-промышленный комплекс США непрерывно развивался, а агрессивные круги в США буквально угрожали своим ядерным оружием, составляя планы нанесения ядерных ударов по нашим крупнейшим центрам и горо-

* На получение урана-235 90 %-ного обогащения потребовалось еще 2 года, хотя прилагались значительные усилия ученых руководителей ПГУ.

дам: первоначально составленный список включал 20 советских городов, а несколько позднее их число было доведено до 70.

И здесь уместно подчеркнуть, что требование в ускорении работ по созданию ядерного оружия исходило не только от руководства страны. Нет, далеко не так. Все ведущие ученые, специалисты и инженеры сами торопились, спешили создать свое ядерное оружие.

Интересы руководства страны и создателей ядерной бомбы, специалистов, тружеников заводов по получению плутония для ядерной бомбы полностью совпадали, смыкались. Все искренне желали быстро и успешно завершить эту работу, чтобы противостоять монополии США, создав свой собственный, нужный стране ядерный щит. И наши люди сознательно шли на лишения, на самопожертвование во имя сохранения своей страны.

В те далекие годы почти на голом месте создавалась новейшая отрасль науки и техники — атомная промышленность, а вместе с ней новый вид медицины — радиационная медицина. Для врачей, впервые столкнувшихся с необходимостью лечения острых лучевых заболеваний, все было внове, все познавалось с изучения первых признаков лучевой болезни. Врачи все беды и невзгоды первых лет работы по освоению ядерных реакторов, радиохимического производства переносили вместе с персоналом и населением «Маяка». Медики начинали с азов. Отсутствовали нормативы облучения (их надо было создавать), оценки, адекватные ре-

шения при возникновении изменений в здоровье работающих. Имевшийся до того очень небольшой опыт лучевой терапии был мало пригоден. Зарубежная информация почти ничего не давала. Как отмечалось выше, в первые годы работы радиохимического завода было диагностировано 2000 случаев хронической лучевой болезни.

Врачи, хорошо понимая сложность и остроту лучевых заболеваний, боролись за жизнь людей и, заботясь об их здоровье, решительно следили за их состоянием на опасных в радиационном отношении участках работы. Они настаивали на укороченных сроках работы в этих опасных зонах, о выводе некоторых из работающих на чистые участки работы. Возникали конфликты с администрацией, у которой была своя задача — получение оружейного плутония.

Медицина накапливала опыт борьбы с лучевыми болезнями, и ее влияние расширялось. После 1952 г. было принято решение о создании на «Маяке» филиала Института биофизики. Деятельность биофизической лаборатории Института биофизики стала очень важной для оценки факторов внутреннего облучения от плутония, трития, стронция. Вырастали и совершенствовались новые отрасли медицины: радиационная патология, клиническая дозиметрия, токсикология плутония, америция, трития, патохимия различных синдромов лучевой болезни, радиационная эпидемиология и радиационная медицина в целом. Об этом детально рассказано в гл. 6 членом-корреспондентом АМН А. К. Гуськовой.

МЕДИЦИНА ВСЕГДА БЫЛА РЯДОМ

А. К. Гуськова

С начала строительства первого в стране предприятия атомной промышленности — комбината «Маяк» (ныне г. Озерск) — в течение всего периода становления и до последних лет активной деятельности его персонала и всего населения «города с особой судьбой» вместе с ними прошли сложный героический путь медицинские работники. Путь этот рождает закономерный интерес новых поколений и укрепляет гордость его непосредственных участников. Их самоотверженная работа неотделима от истории создания атомного щита родины, хотя, как правило, освещается менее полно, без надлежащей оценки огромной значимости медицины в судьбе людей, «ковавших атомный щит».

Многое осложняется и имевшим место строгим режимом секретности, не позволявшим врачам, как и другим специалистам, вести личные дневники, делать записи, фотографии, располагать, особенно в ранние сроки, достаточно подробной документацией и количественными показателями объема работы и нагрузки.

Тем с большей благодарностью обращаемся мы к ветеранам-медикам, не только бывшим первыми на этом пути, но и сохранившим в памяти имена и события почти полувеко-

вой давности, оформившим свои бесценные свидетельства в виде рукописей, статей в периодической печати. Особенно благодарны мы тем из них, кто любезно предоставил свои материалы для обобщения и подготовки настоящей публикации. Это свидетельства Н. В. Ксентишской, Р. Е. Сергеевой, Г. Д. Байсоголова, В. Н. Дощенко, А. А. Лонзингера, Н. А. Мариной, Л. Б. Эпштейна и его жены М. А. Сердюковой, В. А. Клеповой, Г. Я. Лукачера, Я. И. Колотинского, а также некоторых наших пациентов еще тех лет: Е. С. Костырева, А. С. Никифорова, М. М. Башкирцева, Б. М. Сомова, А. Ф. Лызлова, И. А. Терновского, М. В. Гладышева, Б. В. Броховича, Н. П. Ермолаева и др.

В развитии медицины, сопровождавшей весь путь создания ядерной бомбы, можно выделить четыре периода с присущими им особенностями. Первый период с 1945 по 1948 г. — период строительства Комбината и города, связанного с деятельностью так называемого САНО* базы № 10 строительства МВД. Именно эти медики занимались медицинским обслуживанием огромных контингентов военных подразделений, трудобилизованных в стройотрядах, за-

*Санитарный отдел.

ключенных в лагерях, вольнонаемных специалистов с их семьями, привлеченных к работе на новой строительной площадке в 10 км от города Кыштыма, где было запланировано строительство важного секретного объекта — комбината «Маяк». Особенности создавала необходимость организовать медицинскую службу в невоенизированных подразделениях. Делать это приходилось по сути в «чистом поле», без реально еще тогда жилого фонда и службы быта, да и без помещений для самих учреждений.

Число лагерных участков уже в 1946 г. достигло одиннадцати, и в каждом из них была своя медчасть. Для размещения военных и вольнонаемных из различных учреждений в Кыштыме и Старой Тече использовали частные квартиры, бани, сарай, строили временные каркасно-засыпные бараки. Первые восемь барakov (позднее еще два) были отданы лечебным учреждениям, управлению строительства, комендатуре, милиции. Там же размещались и члены семей первых работников этих учреждений.

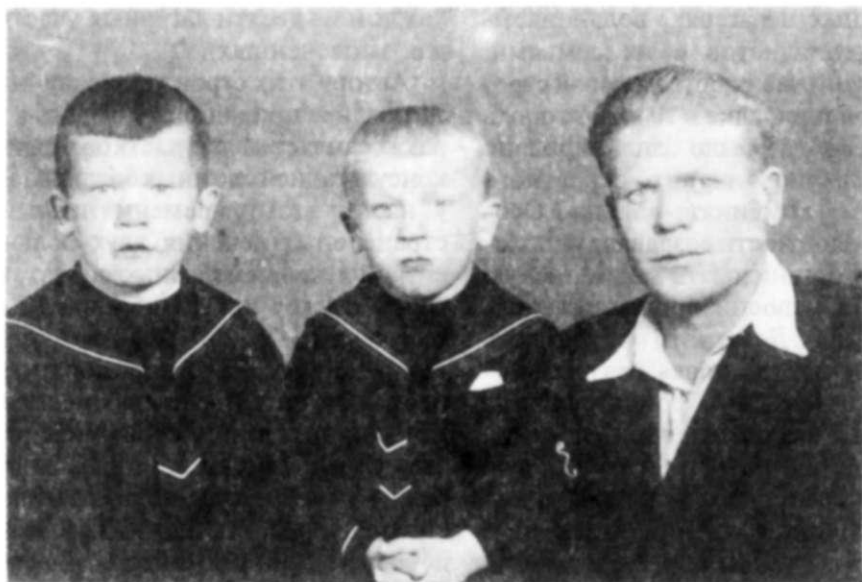
Вольнонаемный состав работающих обслуживали с 1946 г. врачи Г. Г. Денцель и Л. В. Гречкина. Руководил САНО строительства майор медицинской службы Л. Б. Эпштейн. Его ближайшими помощниками были капитаны медицинской службы М. В. Монастырецкая и А. А. Лонзингер. Жилые бараки, первая столовая и примитивный магазин возникли уже после того, как все эти люди начали свою работу, проявляя чудеса организационного таланта и самоотверженности. Обслуживать надо было разнородные группы людей, располагавшиеся на значительных расстояниях друг от друга (в Тюбуке, Кыштыме, но новой стройплощадке, в

каждом из десяти лагерных участков для заключенных).

Автору этих строк как врачу МСО 71 позднее приходилось бывать в бараках санчастей лагучастков в связи с консультацией сложных больных. Был у нас к этому времени первый в стране опыт лечения двух больных острой лучевой болезнью солдат, несли службу на Комбинате. Доза облучения 3-3,5 Гр*. На фотографии один из них, Е. Андронов, через несколько лет после перенесенной лучевой болезни со своими сыновьями. Снимок прислан мне, лечащему врачу, из Северодвинска, где пациент долго работал плотником на судостроительном заводе. А в 1951 г. нам вместе с Г. Д. Байсоголовым довелось лечить в лагерном бараке 13 облучившихся заключенных, в том числе трех с тяжелыми проявлениями острой лучевой болезни, у одного завершившейся смертельным исходом. Эти люди пострадали при прокладке траншеи возле здания 101 радиохимического завода. Основным действующим фактором было внешнее гамма-бета-излучение от загрязненной нуклидами почвы.

Первичная лучевая реакция у них была вначале принята за проявления пищевого отравления. После краткосрочной госпитализации заключенные вновь вернулись к работе. Лишь появление характерных изменений кожи, а позднее и проявлений разгара лучевой болезни (лихорадка, кровоточивость, ухудшение самочувствия) позволило врачам САНО заподозрить переоблучение. На консультацию были вызваны врачи медсанотдела В. Н. Дощенко, Г. Д. Байсоголов и А. К. Гуськова. Необходимые анализы подтвердили диагноз лучевой болезни. Сразу же на месте в

*1Гр = 100 бэр.



Е. Андронов с сыновьями

барак санчасти были начаты все необходимые лечебные мероприятия.

Двух человек из трех тяжело пострадавших (Хомича и Воеводина) удалось вылечить; больной Куц с ориентировочной дозой общего облучения около 6 Гр погиб. Лечение проводилось нами при деятельном участии медицинского лагерного персонала и заключенных, привлеченных для ухода за пострадавшими. В барак поддерживалась доступная, вполне удовлетворительная чистота, безотказно (по мере необходимости) сменялось личное и постельное белье, давалась рекомендованная нами пища, выполнялись все лечебные процедуры, включая переливание крови. Доставлялись необходимые перевязочные средства и лекарства, главными из которых были противомикробные препараты.

Как нужны и значимы были в этой трудной и других подобных ситуаци-

ях замечательные организаторские свойства и личное обаяние Л. Б. Эпштейна и его помощников. Они умели использовать помощь местных маломощных лечебных учреждений (Кыштымская больница), формировали собственные лечебные учреждения и кадры, срочно доставляли необходимое им медицинское оборудование, привлекали к работе более опытных врачей, прибывавших по линии Минздрава в МСО Комбината.

Так, в 1947 г. в городе появились первый гражданский санитарный врач И. Е. Вальшина, зубной врач Н. М. Серафимович, хирурги П. И. Захаров, А. А. Плетенева и Р. Е. Сергеева, педиатр Н. А. Марина, невропатолог Г. Я. Лукачер, фармацевт Т. Н. Четверикова и активно помогавшие им средние медицинские работники. Родовспоможение до 1948 г. осуществлялось только в больнице



Л. Б. Эпштейн, начальник санитарного отдела строительства

САНО строительства (врачи Г. Э. Брумайер, Л. А. Рубилова, четыре акушерки во главе с М. А. Сердюковой, три детские сестры), ведь за год рождалось свыше тысячи детей. А уже 05.06.1948 г. первых двух новорожденных приняли в заводской больнице (врач М. Н. Афонина, акушерка Л. П. Курсакова).

В лечебном комбинате и других учреждениях САНО вместе работали военные врачи, врачи из числа трудармейцев и вольнонаемных, в том числе очень опытные специалисты, такие как И. И. Изак, Г. Х. Полле, Э. К. Дегальцева. Они обеспечивали своим самоотверженным трудом квалифицированную многопрофильную медицинскую помощь людям, работающим и живущим в эти годы в чрезвычайно трудных условиях. Темпы строительства форсировались, а строительной техники явно не доставало, да и была она в первые годы

весьма примитивной: ломы, лопаты, тачки, молоток, топор, клещи.

Работу начинали, как правило, до того, как работающие получали жилье. Чтобы обеспечить специализированную медицинскую помощь, помимо работы клинических отделений нужно было срочно организовать аптечное дело, развернуть работу клинической и бактериологической лаборатории. Остро стояли вопросы безопасности труда на строительстве, санитарной культуры быта, питания, организации транспорта, связи. Все надо было делать срочно, одновременно и качественно.

Медицинским работникам деятельно помогало руководство строительства: генералы М. М. Царевский, Я. Д. Рапопорт, главный инженер В. А. Сапрыкин, начальник политотдела П. П. Честных. Только таким тесным взаимодействием, в том числе и с руководством Комбината и его врачами, могло быть обеспечено решение невероятных по тяжести и срочности задач. Результаты этих усилий были несомненны. Молодой город и его строители не знали крупных эпидемических вспышек. Рождались и росли здоровые дети. Люди, как на войне, возвращались в строй, даже после тяжелых и, увы! многочисленных травм и болезней. Оказывалась необходимая, особенно детям, скорая помощь.

В конце 1946 г. число коек в лечебном комбинате строительства достигло 125. В лагучастках было по 25 коек в каждом. Для военнотружущих был организован центральный лазарет. Появился первый рентгеновский кабинет. Первое патологоанатомическое отделение и судмедэкспертиза разместились в приспособленной для этих целей умельцами землянке.

Во второй половине 1947 г. в город прибыли несколько тысяч человек

условно освобожденных или освобожденных по амнистии, в том числе до 1000 женщин, осужденных на сроки до 5 лет за мелкие бытовые преступления. Это потребовало не только расширения коечного фонда САО до 300 коек, но и организации новых отделений (кожно-венерического, туберкулезного, детского), а также развертывания ясель и детского отделения в консультации. Велика была роль в период реорганизации лечебного комбината его первого главного врача А. А. Лонзингера, сумевшего до конца 1947 г. привести медицинские силы в соответствие с резко возросшими потребностями. Можно напомнить, что только в 1949 г. родилось свыше 1300 детей, матерям которых, в том числе заключенным, предоставлялись определенные льготы по дополнительному медицинскому обслуживанию.

Подготовка к пуску первого реактора (1948 г.), а затем двух других заводов Комбината (1949 г.) потребовала резко интенсифицировать пополнение медицинскими кадрами ранее малочисленного МСО-71, организованного по приказу Минздрава 20.05.1947 г. Первым умелым его руководителем был П. И. Моисеев.

Этими датами был обозначен второй ответственный период деятельности медиков (1948–1957 гг.) с присущими ему новыми задачами. Для их обеспечения были использованы все возможные резервы пополнения кадров: задержана демобилизация военных врачей Уральского военного округа с направлением их на Комбинат, проведена интенсивная жесткая вербовка для работы в системе 3-го ГУ Минздрава, в первую очередь в МСО 71, 31 и 50, выпускников и ординаторов клиник близлежащих (Свердловский, Челябинский, Тро-

ицкий) и других (Ленинградский, Московский) мединституты.

К марту 1949 г. в МСО был построен первый (хирургический) лечебный корпус, в котором размещались и все другие отделения. Интенсивно шло строительство других зданий МСО, использовались также здания барачного типа, построенные ранее. В декабре 1950 г. открылось родильное отделение на Татыше, позднее, в 1951 г., там же — поликлиника и больница (главный врач В. Н. Бабичев). Начала работать городская поликлиника (главный врач П. Н. Захаров). Характерным для работы медиков в эти годы были бесконечные (до 5 раз) перемещения учреждений во вновь отстраиваемые здания. Нужно было срочно — за дни — оперативно развертывать и начинать работу, каждый раз на новом месте, приспосабливаться к необычному, далеко не всегда удачному размещению и сочетанию подразделений. Так, можно вспомнить острую эмоциональную реакцию мужчин-пациентов на происходящие с ними рядом в том же бараке события в родильном блоке (стоны и крики рожениц), размещение первого инфекционного отделения для детей вместе с матерями «рядом» с хирургическими койками.

Первоочередной и наиболее существенной по своей значимости задачей медиков являлась интенсивная работа по отбору персонала в различные цеха основных заводов. Развертывалась сеть здравпунктов непосредственно на предприятиях. Они должны были обеспечить дальнейшее наблюдение за персоналом, начинавшим свою деятельность в новых, крайне неблагоприятных условиях освоения сложной технологии и пуска заводов атомной промышленности. В это время отсут-



Первый больничный корпус

ствовали достаточно научно обоснованные нормативы облучения, фактически их просто не было, не было опыта оценки и принципов адекватных решений при возникновении изменений в здоровье работающих. Опыт лучевой терапии не был изучен и для этих целей был мало пригоден, а зарубежная информация ограничивалась преимущественно сведениями по острой лучевой болезни.

Входной медосмотр перед началом работы на производстве проводили в городской поликлинике. Вопросы допуска решали на специальных комиссиях после тщательного осмотра специалистами и повторных исследований картины крови. Эти результаты сопоставлялись с ранее полученными данными по месту жительства или работы прибывавших на Комбинат людей. Записи всех сведений и решений в медицинских книжках, сохранившиеся до наших дней, сделанные опытными врачами и лаборантами, а в сложных случаях

комиссией (председатель А. А. Плентенева), стали бесценными для всех дальнейших оценок здоровья в ходе медицинского наблюдения за работавшими. Наблюдение осуществлялось на врачебных здравпунктах, до 1954 г. работавших круглосуточно с огромной нагрузкой: за первые 5 лет было проведено более 100 000 медицинских осмотров. Тяжесть ситуации по профессиональному облучению требовала учащения медосмотров и анализов крови до 5—10 вместо предусмотренного указанными Минздрава 1 раза в год. Вне графика, в любой день и час принимались на здравпункте работники, кассета которых за смену набирала дозу, равную или большую 25 Р. Именно среди этих интенсивно облучавшихся людей, так называемых «сигналистов», возникли первые случаи хронической и даже подострой лучевой болезни. Из их числа в первые 10 лет было зарегистрировано 7 случаев острых лейкозов, оцениваемых уже

тогда по необычной их частоте как следствие интенсивного облучения (Г. Д. Байсоголов).

Двое больных (Ершов и Гимазеев) — аппаратчики 5-го отделения радиохимического завода — в 1951, 1952 гг. погибли непосредственно от подострой лучевой болезни вследствие лучевого поражения кроветворения, осложненного инфекцией. Всего за эти годы было диагностировано около 2000 случаев хронической лучевой болезни (ХЛБ). Наиболее часто ее выявляли среди персонала радиохимического завода (у 23% работавших), несколько реже — у работников реакторов и химико-металлургического производства завода 20 (5 и 10% к числу работающих соответственно).

Среди заболеваний, обусловленных облучением, в эти первые годы до 90% составляли случаи хронической лучевой болезни и 10% — лучевые поражения кожи и отдельных сегментов тела. Среди всех больных 2/3 были работники завода 25*, 1/5 — завода 20* и 1/10 — промышленных реакторов. Немногочисленную группу (около 5% всех больных) составляли строители и монтажники.

По мере улучшения условий труда на заводах по внешнему облучению после введения защиты органов дыхания лепестком и накопления опыта организации условий труда новые случаи профессионального заболевания после 1957 г. стали исключительно редкими. Этим было обозначено начало третьего периода деятельности медиков (1957—1968 гг.) с присущими ему особыми задачами. Лучевые заболевания после 1968 г. диагностировались, как правило, лишь ретроспективно, как перенесенные в прошлом относительно лег-

кие формы, обязанные своим возникновением также раннему неблагоприятному по уровням облучения периоду работы на Комбинате.

Предположительный диагноз профессионального лучевого заболевания ставился врачами здравпунктов, а уточнялся в так называемом втором терапевтическом отделении МСО 71, позднее — в клинике филиала Института биофизики.

Следует назвать имена врачей, первыми пришедших на здравпункты заводов, самых близких персоналу в его повседневной жизни, а иногда и разделявших с ним (на заводе 25) неблагоприятные по уровням облучения условия труда. Это Т. А. Абатурова, З. С. и И. Я. Голубченко, В. Н. Дощенко, В. Н. Дымченко, Е. А. Еманова, А. А. Ершов, А. Я. Заботина, С. А. Власова, Л. С. Кузьмина, Я. И. Колотинский, В. И. Кирюшкин, Е. М. Лисенкова, О. Н. Мироненко, В. К. Попов, С. А. Давыдова, И. А. Смагин, Н. Н. Юрков, А. И. Шуваева, Н. И. Федорова, фельдшера Марханюк, Котельникова и др.

Своевременное выявление первых признаков хронической лучевой болезни (ХЛБ), а в 1953—1955 гг. завоеванное врачами право «перевода работающих по дозе» вне условий облучения или при более низких его уровнях, явились исключительно важной мерой для образования полных и относительно стойких восстановительных процессов у большинства (88%) больных ХЛБ в случаях преимущественно внешнего облучения. Менее благоприятным было течение болезни у работников с сочетанным действием внешнего облучения и поступившего в организм значительного количества плутония; таких больных за все годы работы было около 150.

*25 и 20 — это заводы «Б» и «В».

Помимо хронического неблагоприятия условий труда в течение первых 10 лет работы (и позднее) возникали и острые аварийные ситуации. Нештатные ситуации имели место при работе первых реакторов, при экспериментальных исследованиях критических сборок, при транспортировке радиоактивных материалов на различных участках цехов, допуске на работу в ремонтные зоны, при прокладке коммуникаций, отборе проб высокоактивных материалов, неудачном размещении отдельных операций и нерациональном зонировании. Следствием этих обстоятельств являлись случаи местных лучевых поражений — лучевые ожоги различной тяжести: всего около 200 пострадавших, а иногда и развитие острой лучевой болезни. Таких случаев на Комбинате было 42 за все годы, в том числе 7 — со смертельным исходом.

Динамика частоты и характер острых лучевых поражений закономерно изменялись в связи с различной возможностью возникновения штатных ситуаций переоблучения. В первые годы это было заклинивание блочков в каналах («козлы»), рассыпание твэлов при перегрузках, вынужденная работа в полях и пучках интенсивного гамма — нейтронного и гамма — бета-излучения. Позднее более частой причиной являлись неадекватные изменения конфигурации сборки, делящихся материалов, нарушение правил их перемещения, поступление в рабочую среду цехов соединений трития и плутония. Последнего в полной мере не удается избежать и в настоящее время.

Таким образом, время возникновения и число случаев острой лучевой болезни также распределены неравномерно, отражая последовательное улучшение условий труда и вне-

дение мер, предотвращающих возможность переоблучения.

Следует подчеркнуть, что рекомендации врачей находили полное понимание и содействие персонала Комбината, несмотря на острый недостаток квалифицированных кадров и сложности рационального трудоустройства. Все это позволило врачам в указанный период не только накопить уникальный горький опыт диагностики и лечения лучевых поражений персонала, но и увидеть динамику активных восстановительных процессов и изучить присущую им закономерность. Таким образом, в это второе десятилетие удалось оценить эффективность и обоснованность принятых в первое десятилетие лечебно-профилактических мер. Врачами МСО Г. Д. Байсоголовым, В. Н. Дощенко, Е. А. Емановой и А. К. Гусковой были выполнены и первые научные обобщения, в которых систематизирован накопленный ими опыт наблюдения и лечения работников Комбината.

Стационарное обследование всех больных, подвергшихся воздействию облучения, проводили во втором терапевтическом отделении МСО. С 1950 г. его возглавлял опытный терапевт-гематолог Г. Д. Байсоголов, в 1953 г. ставший руководителем научного клинко-экспериментального учреждения — филиала № 1 Института биофизики, созданного на базе этого отделения. Отличные организаторские способности Г. Д. Байсоголова, его высокая требовательность, умение выделять главное, врачебная интуиция позволили ему в эти первые годы сформировать небольшой, но успешно работавший клинический коллектив, который впоследствии возглавил всю лечебную и научную работу по радиационной патологии на Комбинате. На плечи этих



Врачи вместе со своим руководителем Г. Д. Байсоголовым (стоит второй слева)



Наши замечательные сестры вместе с А. К. Гуськовой (сидит третья слева)

немногих энтузиастов легли огромные трудности: ведь все было впервые. При весьма скудной информации из зарубежной литературы, пре-

имущественно по острым формам поражения, надо было впервые оценивать клинические данные и формулировать диагностические крите-



В. Н. Дошенко, Г. Д. Байсоголов (справа).



Дружественные связи ветеранов сохраняются, через много лет они снова вместе. В первом ряду П. И. Моисейцев — первый начальник МСО 71 (слева), его заместители и помощники И. Н. Хвостов, С. С. Заболоткин; во втором ряду П. Н. Захаров (слева), В. Т. Одинцов, Е. Е. Радовский

рии, обобщать результаты этих беспрецедентных наблюдений и на их основе выбирать и самим же претворять в жизнь сложные практические решения. Несмотря на молодость врачей, пациенты доверяли им свою судьбу и сообщали «запретные данные» о возможных источниках повышенного облучения. Установился хороший контакт и с руководством Комбината, хотя иногда имели место острые схватки за вывод облученного персонала из цехов. Возникали они только как результат крайне напряженной производственной обстановки и за редким исключением не оставляли следа в служебных и личных взаимоотношениях медиков и работников завода. Примером более затяжного конфликта была гневная реакция Е. П. Славского (в 1950 г.) на докладную врача здравпункта завода 25 Е. А. Емановой с требованием вывести 10 из 12 начальников отделений в связи с наличием у них изменений в картине крови. Сменяемость персонала в некоторых отделениях в это время достигала чрезвычайных размеров, поэтому иногда принимались вынужденные компромиссные решения о временном ограничении посещения наиболее опасных участков и отстранении от отдельных операций. Эти меры также давали некоторый паллиативный эффект и как-то разрешали напряженную ситуацию. Однако в глубине души работники Комбината понимали обоснованность тревог медиков за людей и требований по их защите. Судьбы работавших, их здоровье всегда были в центре внимания и руководства Комбината (Б. Г. Музруков, Б. В. Брохович), и его научного руководителя (И. В. Курчатова). Эти вопросы являлись предметом систематического обсуждения на технических и медицинских со-



А. И. Бурназян, заместитель министра здравоохранения, с 1946 г. руководитель Государственной службы радиационной безопасности (1906–1981)

вещаниях и советах. После одного такого бурного совещания в Москве у министра атомной промышленности В. А. Малышева и заместителя министра здравоохранения А. И. Бурназяна было принято решение о срочном создании непосредственно на Комбинате научного медицинского учреждения – филиала № 1 Института биофизики (ФИБ 1).

Заботы и беды Комбината медицинские работники воспринимали как свои собственные. Вспоминаю, как вечером в больнице у нас появлялись работники реактора, участвовавшие в проведении планово-профилактических и некоторых других особых работ в активной зоне, для срочного осмотра и получения рекомендаций. Врачи несли на Комбинат на эти опасные работы то немногое, о чем мы тогда знали и что способствовало профилактике лучевой бо-

лезни, они лично раздавали рабочим завода 25 в мензурках смесь витаминов С и В с глюкозой непосредственно перед выходом персонала в ремонтную зону.

Преодолевая режимные запреты, медики стремились как можно больше знать об условиях труда и дозах облучения работающих. Это было очень непросто по режиму секретности, и потому многое оставалось неизвестным. Память медиков нагружалась огромным количеством фактических данных и цифр, которые было запрещено фиксировать письменно. Появлялись соответствующие уловки или шифры: дозу записывали в виде номера медицинской книжки, название лучевой болезни подменяли термином «астеновегетативный синдром», а наименование нуклидов — соответствующим номером. Все это несомненно вносило сложности в работу, затрудняло прочтение документов, особенно в последующие годы.

Совершенствовались методы оценки и интерпретации дозиметрических данных: так, с 1950 г. на Комбинате в СМО начала работать биофизическая лаборатория (В. И. Петрушкин, Ф. М. Лясс, Т. Н. Рысина, Л. А. Плотнокова, позднее В. Ф. Хохряков с группой сотрудников). Деятельность этой лаборатории была исключительно важна для оценки значимости отдельных факторов внутреннего облучения (плутоний, стронций, тритий). Одновременно разрабатывались как методики определения этих веществ в биосубстратах, так и принципы оценки поступления и содержания нуклидов в организме. Делались попытки определить соотношения содержания нуклидов в рабочих помещениях с поступлением в организм работающих. В результате этих исследований было дезавуиро-

вано упорно насаждавшееся московскими коллегами мнение о существенном вкладе в поглощенную дозу работников завода 25 стронция, что приводило к неправильной оценке реальных и мнимых опасностей. Зато получило серьезное подтверждение представление врачей Комбината о высокой агрессивности трития и токсичности плутония у работников завода 20 и лиц, занятых на конечных операциях отделения плутония от продуктов деления, проводившихся в те годы на заводах 20 и 25. Выполненные к этому времени санитарно-гигиенические и дозиметрические исследования службой Комбината, промсанотделом и гигиенистами Института биофизики (Г. М. Пархоменко) подтвердили наличие чрезвычайно высоких концентраций плутония в воздухе цехов 1 и 9 завода 20, превышавших предельно допустимый уровень (ПДУ) в сотни тысяч раз! Уровни внешнего облучения не контролировались адекватно в цехе 9, где они были весьма значительными, и сохранялись еще достаточно высокими в первое время в цехе 1, способствуя возникновению симптомов хронической лучевой болезни от внешнего облучения. Их выявление позволило вывести из основного производства часть работающих еще до возникновения у них эффектов от инкорпорированного плутония. Диагностика пневмосклероза, как очерченной клинической формы, на ранних фазах была мало доступна и явно опаздывала по отношению к моменту накопления уже значительной доли дозы от плутония. Да и по прекращении контакта его доза продолжала возрастать, хотя и с меньшей интенсивностью. А ведь только вывод по дозе и прогнозу без клинических проявлений болезни — пневмосклероза — мог бы стать, а позднее и стал

единственной реальной мерой предотвращения плутониевого поражения критических органов у работников завода 20.

Дальнейшее улучшение условий труда на этом производстве и своевременные профилактические переводы оградят подобные контингенты не только от непосредственных (пневмосклероз), но и от отдаленных (рак легкого) последствий интоксикации плутонием. Этим актуальным вопросам посвящено большое количество работ, в том числе и в последние годы (Л. А. Плотникова, Г. Д. Байсоголов, В. Ф. Хохряков, Н. Д. Окладникова, Н. Д. Кошурникова с соавторами, Г. Н. Гастева и В. И. Бадьин с соавторами, Р. Д. Друтман и В. В. Мордашева). Весьма сложным было найти аргументированное обоснование уровня выведения плутония, являющегося показанием к истинно профилактическому переводу работающих с этим нуклидом. И до настоящего времени остаются дискуссионными оценки риска отдаленных последствий в различном диапазоне доз, особенно при сочетании с внешним облучением.

В 1956 г. административно оформилось ранее существовавшее неформальное объединение научных сотрудников — клиницистов и экспериментаторов филиала, работавших с 1949 г. на базе ЦЗЛ Комбината. Решение проблем морфологии, биохимии и биофизики лучевой патологии людей существенно продвинулось от сочетания усилий этих двух групп работающих. Несколько позднее к ним присоединилась и группа биологов и врачей радиотоксикологов, работавших ранее на Урале вместе с Н. В. Тимофеевым-Рессовским (Ю. И. Москалев, В. Н. Стрельцова, Л. А. Булдаков, С. А. Рогачева и др.).

Постепенно росли и кадры как клиницистов, вследствие появления в городе выпускников институтов, так и специалистов, закончивших ординатуру и аспирантуру. Часть из них пополнила кадры здравпунктов, а некоторые непосредственно вошли в состав расширившегося клинического отдела филиала (А. С. Чиж, Н. Д. Окладникова и др.).

Как говорилось выше, на основных заводах (20, 24, 25, 156) врачебные здравпункты работали круглосуточно. Проводились медицинские осмотры, оказывалась неотложная помощь, выполнялись прививки и процедуры, велся прием амбулаторных больных. Особо следует отметить самоотверженный труд и высокий профессиональный уровень клиницистов лаборантов, обеспечивающих высокое качество и точность бесчисленных анализов крови. Методика их выполнения была поставлена профессором А. П. Егоровым. По его настоянию систематически проверялись меланжеры, реактивы, стекла, проводились дублирующие контрольные определения — как плановые, так и срочные в сомнительных случаях. Их результаты находили отражение в четкой системе ответственных заключений по медицинским осмотрам. График последних постоянно уточнялся и строго контролировался администрацией завода. Была разработана новая форма медицинской книжки (П. И. Моисейцев, А. К. Гуськова, Г. Д. Байсоголов), удобная для анализа материалов динамических наблюдений, хотя и достаточно трудоемкая при ее добросовестном заполнении.

К 1953 г. стало очевидным, что МСО 71 располагает достаточной материально-технической базой и квалифицированными кадрами. Одновременно значительно сократилось

число строителей. Последовательно выводились с объекта контингенты заключенных и трудармейцев. Это обосновало решение о передаче всех лечебно-профилактических учреждений САНО строительства в МСО 71. Медсанчасти лагучастков оставались при них лишь до момента их закрытия или перевода в другие регионы. На базе лечкомбината строительства была создана инфекционная больница МСО с числом коек до 100 и возможностью расширения коечного фонда при вспышках дизентерии и кори до 200. Главным врачом этой больницы до 1956 г. был А. А. Лонзингер.

В составе МСО 71 с 1956 г. функционировало три больнично-поликлинических объединения, в том числе БПО 3, в котором осуществлялось централизованное медицинское обслуживание персонала основных заводов Комбината. На его базе работал и ФИБ 1, а в поликлинике (главные врачи Ю. Н. Никулин, В. К. Попов, Я. И. Колотинский) уже в 50-е годы был выделен участок диспансеризации лиц, переболевших лучевой болезнью и переведенных по дозиметрическим показаниям (суммарная доза более 1 Гр) в «чистые условия». Этот участок вела врач А. Я. Заботина, в прошлом работавшая в здравпункте завода 25. Экспертизой трудоспособности при профессиональных заболеваниях ведали квалифицированные врачи О. Н. Мироненко и Т. А. Харитоновна. За основу решения принималось заключение стационара ФИБ 1.

Во всех воспоминаниях, как персонала, так и ветеранов-медиков (Я. И. Колотинский), с возмущением отмечаются лжесвидетельства о том, что врачи скрывали диагноз лучевых поражений. Его не утаивали даже от самих пациентов. Под шифром «ас-

теновегетативный синдром» он фигурировал в больничном листе, заносился в соответствующий журнал регистрации профзаболеваний. По нему оформлялось экстренное извещение в промсанотдел СЭС. Больной направлялся на ВКК для выдачи ему трудового больничного листа или на ВТЭК для оформления 3-й группы профессиональной инвалидности. Эти меры были необходимы для обеспечения рационального трудоустройства вне контакта с облучением, при необходимости — переобучения и доплаты за потерю в заработке. Врачи проявляли необходимую настойчивость в реализации этих решений, были требовательны к администрации и участливы к своим пациентам. Так было даже в суровые по режиму годы, когда город, как и все здравоохранение отрасли (А. И. Бурназян), находились в непосредственном ведении Л. П. Берия. Следует иметь в виду также и то, что персонал Комбината был бесконечно предан своему делу, гордился своим участием в работе, без тени неприязни и с глубоким уважением вспоминает он и доньше свою деятельность в «самом атомном пекле» («Девятка Вандешевой», «съем фильтров у Пашенко» и пр.). Иногда врачам приходилось долго уговаривать персонал покинуть опасные места до завершения каких-либо, по их мнению, особенно срочных и важных работ, требующих личного участия пациента. Особую атмосферу создавало и то, что старшие по должности и научный персонал, включая И. В. Курчатова, Е. П. Славского, А. А. Бочвара, А. Д. Гельман, Н. А. Семенова, Б. В. Броховича и многих других, не только полностью разделяли со своими подчиненными все опасности, но часто брали на себя наиболее трудные манипуляции с возмож-

ностью переоблучения. Таково участие в работах на реакторе И. В. Курчатова: на Комбинате хранится его кассета с дозой разового облучения 42 р. При этом я всегда вспоминаю аналогичные данные по радиометрии отпечатков пальцев Марии Кюри в ее записных книжках, которые мне показали в мемориальном музее в Париже. Хорошо известен эпизод входа в радиационно опасную зону реактора Е. П. Славского для проверки уровня зависания блока. Пациенты рассказывали мне также, как академик А. А. Бочвар срочно удалил всех виновниц разлива плутония из загрязненного помещения цеха 9 и сам провел ручную его уборку и дезактивацию.

С особой силой взаимодействие врачей и сотрудников Комбината проявлялось, конечно, в острых аварийных ситуациях. Ну, а медики становились в это время одной большой семьей, самоотверженно борющейся днем и ночью за спасение пострадавших. В. Н. Дощенко, Е. А. Еманова, бывшие непосредственно лечащими врачами многих таких больных, в своих воспоминаниях говорят, что все эти больные и их судьбы прошли не только через их руки, но и сердца. Не могу забыть, что даже когда мы были бессильны и теряли больных, подвергшихся облучению в дозах, не совместимых с жизнью, их близкие обращались к нам с Г. Д. Байсоголовым с теплыми словами признательности за наше участие в борьбе за жизнь их родственников. Сын одного из таких больных нашел меня спустя 30 лет в Славутиче, чтобы «увидеть врача, лечившего когда-то его умершего от лучевой болезни отца». Я уже не говорю о том, что дальнейшая жизнь переболевших, создание ими семьи, появление детей и их здоровье, на-

хождение ими места в обществе становились предметом постоянного внимания медиков. Врачи были сопричастны всем волнениям и заботам своих пациентов многие годы и становились друзьями этих семей на долгие времена. Ведь встречи врачей с ветеранами Комбината происходят не только на юбилейных торжествах, но и дома, в больницах и клиниках, где они лечатся в настоящее время в основном от сопутствующих их возрасту болезней. Пациенты ищут у нас и помощи в решении не только медицинских, но и социальных проблем. Мы, врачи, не всегда успешно можем им помочь в рамках явно неудовлетворительного законодательства, хотя мы высоко оцениваем, зная лично, их самоотверженный и опасный труд — подвиг в годы создания ядерного оружия, и понимаем, что в отдаленные сроки этим людям присущ определенный, потенциально более высокий риск для здоровья. Хочется еще раз сказать, что решающая роль в изменении законодательства, по нашему мнению, должна принадлежать отрасли, которую эти пациенты создали, и правительству страны, во имя которой они трудились. Ведь нельзя «осуждать» людей за то, что они восстановили свое здоровье после перенесенной лучевой болезни или не имели в прошлом явных зарегистрированных признаков лучевого повреждения.

Летопись появления зданий для нужд здравоохранения в городе начинается с передачи ему в марте 1949 г. трех деревянных барakov и постройки первого так называемого хирургического корпуса. С этого времени, особенно интенсивно и постоянно в первые 7 лет, вводили в строй новые здания. В 1983—1994 гг. было завершено строительство главного семиэтажного больничного корпуса

на 510 коек и девятиэтажной поликлиники на 1400 посещений в день, что позволило передать прежнее здание поликлиники педиатрической службе города.

Расширение материальной базы безусловно улучшило возможности оказания квалифицированной и доступной медицинской помощи персоналу Комбината и населению города. Однако прогресс заключался не просто в увеличении лечебной базы и численности медиков. С первых шагов их деятельности на Комбинате существовала еще одна важная особенность: неизменное внимание уделялось проблемам совершенствования специальных знаний врачей в области радиационной патологии и активному вовлечению их в научные исследования. Основы специфических для отрасли разделов науки о действии радиации на организм человека были заложены еще коллективом второго терапевтического отделения МСО, открывшегося в 1950 г. Группа работавших в нем врачей совершенно самостоятельно и очень активно, параллельно со своей практической работой и накапливающимся опытом, занималась теоретической разработкой принципов диагностики и лечения лучевых поражений и оптимизацией медицинского наблюдения за работающими в отрасли. В эти первые годы были выделены группы повышенного риска непосредственных эффектов радиации, ориентировочно определены сроки, необходимые для выявления восстановительных процессов, возможности возвращения к работе с источниками излучения или необходимость прекращения контакта с ними на постоянный срок.

Через рабочие места в этом отделении, занятия и лекции, проводимые его сотрудниками, консульта-

ции с ними прошли практически все врачи, работавшие в заводском здравоохранении. Одновременно использовались все возможности для повышения общемедицинской и специальной подготовки врачей в области физики излучений, гематологии, неврологии, дерматологии, лабораторной диагностики. Интерес к этим занятиям был огромный, несмотря на сверхнормативную практическую нагрузку как «учеников», так и их «учителей».

Все это позволило достигнуть единства в практических действиях в отношении персонала Комбината и пациентов, а также подготовить первые в стране монографии по острой и хронической лучевой болезни, уже не только носящие компилятивный характер, но и обобщающие уникальный личный опыт их авторов.

Известную помощь медицинскому образованию работающих на Комбинате врачей оказывали систематические командировки в МСО, иногда на длительные сроки, крупных ученых из Москвы и других городов. С 1948 г. в городе работал хирург широкого профиля профессор А. М. Аминов. Им были проведены совместно с А. К. Гуськовой нейрохирургические операции при весьма частых в этот период травмах строителей и монтажников. Консультировал неврологических больных и прочел несколько лекций по нейроинфекциям профессор И. С. Глазунов. В МСО бывали академик Е. М. Тареев, член-корреспондент АМН Н. А. Куршаков, а позднее академик А. И. Воробьев. Из гигиенистов более длительно работали в городе профессор Челхатый, токсиколог Д. И. Закутинский.

В решении сложных вопросов нормирования и допуска на особо опасные работы с излучением непосредственно активно участвовали



Г. М. Франк, академик, автор первого сообщения в Женеве (1953 г.) о принципах радиационной безопасности, принятых в нашей стране (1904–1976)



А. А. Летавет, академик, директор Института профзаболеваний Минздрава СССР.

академики Г. М. Франк и А. А. Летавет с сотрудниками (Ю. М. Штукенберг, Б. М. Исаев, Н. Ю. Тарасенко, Г. М. Пархоменко и др.). Школа радиационной гигиены создавалась на Комбинате непосредственно академиком А. А. Летаветом.

Всей организацией работы МСО на месте, его связями с другими лечебными и научными учреждениями, подбором и расстановкой кадров с первых лет непосредственно занимался начальник специального медицинского управления при МЗ, позднее заместитель министра здравоохранения А. И. Бурназян. Он был человеком очень жестким, требовательным, порою грубым, но несомненно жил интересами дела, постоянно вникал во все аспекты работы медиков и Комбината, непосредственно принимал весьма ответственные и сложные решения по медицинскому обеспечению отрасли.

Многих, в том числе рядовых медицинских работников, он знал лично, и был доступен для общения, если дело касалось работы, оказывал содействие в публикации первых научных обобщений, получении научных званий.

Только подобный стиль работы, сложившийся в эти годы, сочетавший в себе предельно напряженную практическую деятельность и научное осмысливание ее результатов, мог определить последующую судьбу коллектива медиков в целом и многих врачей, ставших учеными уже после 1968 г. Именно этот период (1968–1985 гг.) отличался особенно высоким количеством научно-исследовательских работ, обобщавших ранее накопленный огромный опыт.

Темы научных работ были рождены самой жизнью и отличались новизной постановки проблем, требовавших самостоятельного разрешения и не имевших аналогов в миро-

вом научном опыте. Активно изучались радиационная патология кроветворения при остром и хроническом облучении человека, лучевые поражения нервной системы, кожи, легких, органов пищеварения. По сути создавалась клиническая дозиметрия и токсикология плутония, америция, трития, патохимия различных синдромов лучевой болезни и преморбидных состояний. Были выполнены первые исследования о влиянии радиации на деторождение, здоровье детей и получены цитогенетические данные. Создавалось клинико-гигиеническое обоснование нормативов облучения. Позднее актуализировались проблемы лучевого канцерогенеза, радиационной эпидемиологии и демографии.

Авторами этих работ стали врачи, непосредственно лечившие работников Комбината, оценивающие уровни их облучения от различных источников. Свыше 20 человек стали кандидатами медицинских наук, среди них: Е. А. Еманова, В. Н. Дощенко, В. С. Крауз, Н. И. Мигунова, Н. Я. Кабышева, Н. Н. Юрков, Н. В. Сумина, Т. В. Олипер, Г. Я. Лукачер, В. К. Лемберг, Н. В. Петрушкина, С. А. Рогачева, В. С. Веденеев, Г. В. Чернова, В. А. Шевкунов, В. С. Пестерникова, В. П. Никитин, И. Л. Кисловская, Т. Н. Михайлена.

Докторами медицинских наук стали Г. Д. Байсоголов, А. К. Гуськова, Л. А. Булдаков, В. И. Кирюшкин, В. Ф. Хохряков, П. И. Моисейцев, Г. С. Мороз, Н. Д. Окладникова, Н. А. Кошурникова. Мы упомянули лишь лиц, непосредственно занимавшихся лечебно-диагностической работой, большая группа исследований была выполнена также по актуальным проблемам отрасли сотрудниками экспериментального отдела филиала.

Звание заслуженных врачей России было присвоено замечательному врачу-невропатологу, работавшей в городе с 1949 г., Н. М. Дощенко, ветерану отрасли — начальнику здравпункта завода 20, а позднее заводской поликлиники и центрального архива профессиональных больных Я. И. Колотинскому. Заслуженной наградой — почетным званием — был отмечен труд врача-рентгенолога, позднее начальника МСО А. А. Мишачева, первого, вместе с В. П. Никитиным, заподозрившего развитие радиационного пневмосклероза у работников завода 20. Выше уже говорилось об исключительно важной организаторской деятельности в области здравоохранения ветерана строительства и Комбината, также получившего звание заслуженного врача, А. А. Лонзингера.

Высокие награды, почетные звания были присвоены и руководителям других разделов общемедицинских служб, активно много лет участвовавших в работе по обеспечению санитарного благополучия и охраны здоровья населения города, в их числе были и сотрудники филиала — гигиенисты. Их деятельность особенно тесно смыкалась с задачами обеспечения оптимальных условий труда работающих (П. Ф. Воронин, К. Н. Мусаткова, Э. Р. Любчанский, Ф. С. Третьяков и др.). При участии сотрудников Комбината стали развиваться исследования по проблемам демографии и радиационной эпидемиологии персонала объектов, населения города и близлежащих территорий (Л. А. Булдаков, Н. А. Кошурникова, С. Н. Демин и др.).

Следует указать, что многие из перечисленных выше проблем еще не получили окончательного разрешения и остаются весьма актуальными на последующие годы. Требуют

существенного уточнения, а иногда и пересмотра многие законодательные акты. Работа эта должна быть продолжена новыми поколениями врачей, работающих в отрасли, однако с максимальным использованием уникального опыта, накопленного их предшественниками.

Значение этого опыта для страны и всего мира стало очевидным уже в 70-е годы, но особенно после аварии на Чернобыльской АЭС, произошедшей в период гласности и открытия ранее неизвестных широкой публике фактических данных.

Работавшие в эти годы сотрудники филиала Института биофизики располагали уже двумя специально построенными зданиями (экспериментальный и клинический корпус). В проектирование и организацию строительства этих зданий специального назначения, а также их освоение и эксплуатацию огромный вклад внесли руководители филиала Г. Д. Байсоголов и В. К. Лемберг.

Задачи научного коллектива врачей заводского здравоохранения в этом периоде работы медиков (после 1968 г.) существенно изменились. Развертывались углубленные целенаправленные исследования крупных и небольших групп работающих в различных типах производств в широком диапазоне доз. Создавались профильные факторные регистры с анализом данных за длительные (до 35–40 лет) промежутки времени, с сопоставлением клинко-эпидемиологических данных с суммарными дозовыми нагрузками и интенсивностью облучения (Н. Д. Окладникова, В. Н. Дощенко, В. С. Пестерникова, М. В. Сумина, Н. Н. Юрков и др.). При этом рассматривались не только непосредственные реакции на профессиональное облучение, но и его отдаленные последствия. Само

обследование в соответствии с возрастом работающих и другими факторами риска стало приобретать иную направленность, в первую очередь онкологическую. Многофакторный анализ понадобился и для оценки вклада радиации в характерные для этих возрастных групп кардиоцеребральную сосудистую патологию, в заболевания бронхолегочной, нервной систем и опорно-двигательного аппарата.

По-прежнему актуальными оставались вопросы воздействия на организм различных соединений плутония отдельно и в сочетании с внешним гамма-облучением, а также америция и трития. Совершенствовался дозиметрический факторный регистр, позволивший сделать некоторые клинко-дозиметрические обобщения (В. Ф. Хохряков, Н. Д. Окладникова и др.).

Еще предстоит уточнить наличие или отсутствие закономерных связей между радиационными клиническими синдромами в ранние сроки наблюдения и неспецифическими заболеваниями, отягчающими состояние стареющих пациентов в отдаленном периоде (инсульт, инфаркт, артериальная гипертензия и др.).

Накопленный врачами Комбината уникальный опыт вызывает понятный огромный интерес зарубежных коллег, которые активно ищут непосредственного общения с исследователями, работавшими по данной проблеме в различные периоды времени. В этих материалах мировое научное сообщество надеется найти ответы на многие актуальные вопросы радиационной медицины, с их помощью более строго обосновать нормативы и законодательства по различным программам атомной промышленности и энергетики.

С гордостью видят ветераны-медики в этом интересе и уважении к накопленному за многие годы опыту высокую оценку из совокупного труда. В деятельности ныне работающих врачей и исследователей они видят реализацию замыслов, появившихся у них в период становления отрасли, и закономерное развитие идей, возникших у еще молодых тогда врачей в первые трудные годы.

Несомненна и преемственность заложенных ими традиций врачебного гуманизма и творческого поиска, сопровождающих врачебную деятельность в таких ответственных ситуациях, как работа в атомной промышленности и энергетике. Ветераны-медики могут радоваться прогрессу знаний и росту профессиональной компетентности многих представителей новых поколений врачей, приходящих на работу в отрасль, справедливо считая их всех в какой-то степени своими учениками.

Именно ветеранами были написаны не потерявшие своей значимости и ныне первые книги по лучевой болезни, через их сердце и разум прошел бесконечно длинный, горький и в то же время бесценный ряд клинических наблюдений и опыт профилактики и лечения столь многочисленных групп персонала первого атомного предприятия. Следует надеяться, что подобного уже никогда не увидят грядущие поколения врачей. Однако нельзя исключать ситуаций, в которых понадобится этот опыт и будет нужна готовность работающих сегодня врачей к срочным компетентным решениям в области радиационной патологии. Ведь и авария в Чернобыле потребовала таких знаний от широкого круга медиков. В своих действиях они опирались в первую очередь на предшествующий опыт радиационной медицины, вно-

ся определенную долю в ранее накопленные знания и проверяя сложившиеся прежде представления при использовании всех лечебно-диагностических возможностей современной медицинской науки. Напомним, что уже в книгах, появившихся до аварии (1975—1986 гг.), были основные положения не только о принципах оценки острых эффектов облучения, но и о системе наблюдения и оценки здоровья населения, оказавшегося в зоне выпадения нуклидов. Уже тогда были высказаны, к сожалению, неучтенные предостережения о возможных ошибках в этих оценках и решениях. Ведь основные прогностические критерии по дозе от различных радиационных факторов были уже ранее проверены в данных многолетнего наблюдения как персонала, так и населения, находившегося в зонах интенсивного радиоактивного загрязнения речной системы и в регионе выброса Восточно-Уральского следа.

Ретроспективный анализ данных по последствиям аварии на ЧАЭС пока в полной мере оправдывает принятые критерии диагностики непосредственных реакций и отдаленных последствий облучения, сложившиеся на опыте работы медиков на первом атомном предприятии. Это особенно важно, так как при многолетнем наблюдении за ветеранами отрасли можно было выделить группы с различной интенсивностью и суммарными дозами облучения. В том числе была группа ветеранов Комбината, работа которых в период пуска Комбината сопровождалась цепью практически постоянных нештатных ситуаций с возможностью разового и систематического переоблучения в дозах, существенно более высоких, чем у лиц, занятых на ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Едва

ли можно утверждать, что социально-психологические условия их деятельности по напряженности были лучше, чем при любых последующих авариях.

В конце краткого изложения истории медицинского обеспечения чрезвычайной по срочности и тяжести задачи создания ядерного оружия в стране следует еще раз подчеркнуть некоторые положения.

Фронт работ для медиков с первых шагов строительства Комбината до завершающих этапов его деятельности неотделим от труда инженерно-технического персонала, всех контингентов, вовлеченных в эту деятельность, да и населения города и ближайших регионов.

Только объединение усилий техников и медиков в реализации государственной задачи огромной важности помогло преодолеть бесконечные трудности и позволило в сжатые сроки решить задачу предотвращения или хотя бы уменьшения потери здоровья участников реализации этого грандиозного проекта.

За эти долгие годы последовательно сменяли друг друга по своей значимости различные факторы риска. На первых этапах это были сложности формирования социальной инфраструктуры, травматизм в ходе грандиозных строительно-монтажных работ и интенсивное, постепенно спадающее по мощности внешнее гамма-облучение персонала. Позднее имели место как последствия указанных факторов, так и накопление дозы от плутония. Постоянно, но особенно в первые годы, работе и жизни сопутствовало огромное эмоционально-психическое напряжение, в последнее время осложнившееся социально-экономическим неблагополучием, нестабильностью и тревогой за будущее.

За эти годы изменился и возраст группы пациентов, во многом синхронизированных контингентов, тщательно отобранных медиками (в основном 18–25 лет) для работы на производстве 40–45 лет назад. Кроме того, стали другими медико-демографические характеристики, хотя и более гетерогенного по возрасту, населения специального города и региона. За этими возрастными сдвигами и динамикой ситуации следовали и изменяющиеся в отдельные периоды задачи в деятельности медиков. Требовалось постоянное совершенствование организационных структур, гибкое изменение направления практической деятельности, тематики научных медицинских исследований.

Неизменными оставались лишь изначально заложенные традиции самоотверженного вдумчивого труда, сочетавшегося с научным анализом его результатов. Постоянным остается гуманное отношение медиков к судьбам своих пациентов, кем бы они ни были — заключенными или руководителями промышленности, или научными работниками. Характерными для всей первой когорты медиков были большая самостоятельность и готовность к трудным, срочным, нестандартным, ответственным решениям. Это касалось как выбора метода лечения одного тяжелого больного, так и «прописи рецептов» образа жизни и профилактических мероприятий многочисленным контингентам персонала, города, региона.

Периоды подобных сверхзадач и серьезных испытаний всегда возможны в жизни каждой страны, владеющей сложными, в том числе и нелучевыми, технологиями. Особенно они значимы и реальны во время радикальных реформ экономических и

политических структур государства. Об этом нельзя забывать!

При понятном и обоснованном критическом отношении к нашему общему сложному и суровому прошлому пусть будут извлечены и усвоены его полезные уроки! Они, в частности, могут быть безусловно по-

черпнуты из опыта организации деятельности медиков в процессе создания и испытания ядерного оружия в нашей стране. Опыт этот, с нашей точки зрения, в частности в организационных решениях, будет полезен и в любых других сложных нерадиационных ситуациях.

СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ УРАНОВЫХ РУД

В. И. Ветров, В. В. Кротков, В. В. Куниченко

Приступая в 1943 г. к созданию ядерного оружия, СССР не имел собственного урана, поэтому одной из важнейших задач того времени было создание сырьевой базы для добычи урана. Однако предыстория поисков и подготовки сырьевой базы для урановой промышленности началась задолго до 1943 г.

Великий русский естествоиспытатель В. И. Вернадский, одним из первых осознавший и оценивший огромное значение открытия явления радиоактивности, в своей речи «Задачи дня в области радия», произнесенной 29 декабря 1910 г. на годовичном заседании Российской Академии наук, сказал: «В глубоком сознании лежащего на нас перед родной страной долга, я решил выступить в нашем публичном торжественном заседании, чтобы обратить внимание на открывшееся перед нами дело большой общечеловеческой и государственной важности — изучение свойств и запасов радиоактивных минералов Российской империи. Оно не может, оно не должно больше откладываться».

К этому времени в России было известно единственное месторождение с уран- и радийсодержащими рудами — Тюямуюнское, расположенное в предгорье Алайского хребта в Средней Азии. Уран в них был

обнаружен в 1900 г. профессором Петербургского горного института И. А. Антиповым. Разведка месторождения, начатая в 1904 г. горным инженером Х. И. Антуановичем на собственные средства, показала, что оно является весьма ценным источником урана, радия и ванадия. Дальнейшую разведку и эксплуатацию месторождения проводило Ферганское общество для добычи редких металлов, которое за период 1908—1913 гг. добыло 996,7 т руды и большую часть ее переработало на своем опытном заводе в г. Петербурге, извлекая уран, ванадий и медь. Уран и ванадий в виде ванадиевой кислоты вывозились в Германию, откуда ванадиевые препараты для красильных фабрик возвращались в Россию. Накануне первой мировой войны Тюямуюнский рудник и опытный завод были закрыты.

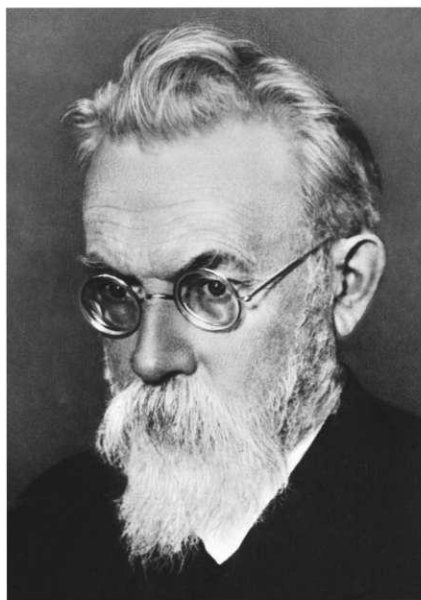
Российская Академия наук принимала по инициативе В. И. Вернадского меры для изыскания средств на исследования месторождений радиоактивных минералов, но лишь летом 1911 г. на средства, полученные от государства и от частного лица — А. А. Богушевского, сумела организовать первые экспедиции в Забайкалье, на Кавказ, Урал и в Фергану. В 1914 г. была организована Радиевая экспедиция Российской

Академии наук, которая в течение 1914–1916 гг. проводила исследования в различных районах России. Эти исследования не привели к открытию новых месторождений, но позволили создать в России школу геохимиков, минералогов, радиологов, возглавляемую В. И. Вернадским.

В апреле 1918 г. возобновились исследования по разработке технологии извлечения радия и переработке тюямунской руды и радийсодержащих нерастворимых остатков, хранившихся на складах Ферганского общества в Петербурге, которые проводились Л. Н. Богоявленским по схеме, разработанной В. Г. Хлопным. 1 декабря 1921 г. были получены первые советские радиевые препараты, а к концу 1923 г. было получено 1,8 г радия в концентрированных солях.

Единственным источником природного радиоактивного сырья в России оставалось Тюямунское месторождение, на котором в 1922 г. была возобновлена под руководством С. П. Александрова геологическая разведка, организованная Радиевым институтом Академии наук, а с 1923 г. возобновилась и добыча руды. В общей сложности она продолжалась до 1932 г., сначала Бондюжинскими государственными химическими заводами, а с 1925 г. — трестом «Редкие металлы». В 1932 г. все работы на Тюямунском месторождении вновь были прекращены, к этому времени оно было отработано до глубины 170 м от поверхности.

В 1925 г. при составлении геологической карты в древнейшем рудном районе Средней Азии — Карамазаре — геологом С. Ф. Машковцевым на древнем руднике Табошар были найдены образцы с радиоактивными минералами. С 1926 г. здесь начала



Академик В. И. Вернадский (1863–1945)

работать первая геолого-разведочная партия под руководством Б. Н. Наследова, и уже в 1927 г. геологом этой партии И. П. Новохатским была найдена крупная ураноносная жила «Ведущая». Геолого-разведочные работы на этом месторождении — первенце урановой промышленности Советского Союза — продолжались в течение многих лет до и после его передачи в 1945 г. в эксплуатацию.

При проведении поисково-разведочных работ на серу в Северной Фергане в 1934 г. геологом Я. К. Писарчик в среднем течении р. Майлису был найден кусок известняка с желтым налетом, оказавшимся высоко радиоактивным, что послужило основанием для проведения в данном районе ревизионных работ на уран. Их результатом явилось открытие Майлисуйского месторождения урана, на котором под руководством А. А. Данильянца в период 1935–1941 гг. были проведены первые геолого-разведочные работы.

В 1938 г. В. И. Поповым при проведении геолого-съемочных работ было обнаружено Уйгурсайское месторождение. В 1939—1940 гг. на этом месторождении производились геолого-разведочные работы под руководством А. А. Осипова.

Начиная с 1932 г. и по 1945 г. месторождение Адрасман разведывалось и эксплуатировалось, как медно-висмутовое. В 1940 г. геологом В. Г. Мелковым в обломках руды были установлены урановые черны.

В 1939—1940 гг. на месторождении проводились работы в связи со строительством Адрасманского висмутового комбината Главредмета НКЦМ. Старшим геологом Адрасманстроя Н. Д. Морозовым произведен подсчет запасов висмута и меди (по состоянию на 01.08.1940) и дана оценка запасов закиси-окиси урана (103,4 т при содержании урана в руде 0,053%) в качестве попутного компонента. При оценке запасов урана были использованы результаты геофизических измерений — промеров борздовых проб бета-методом.

Таким образом, период, предшествовавший 1943 г. и занявший несколько десятков лет, характеризуется некоторыми практическими результатами — открытием месторождений радиоактивного сырья, с которых и начала свое развитие отечественная урановая промышленность. Особенно важным явилось то, что в этот период выдающимися учеными нашей страны В. И. Вернадским, А. Е. Ферсманом, Д. И. Щербаковым, К. А. Ненадкевичем были заложены научные основы нового направления в учении о рудных месторождениях — радиогеологии, оказавшей большое влияние на выбор первоочередных регионов и направлений в последующих геолого-поиско-

вых работах, специализированных на уран.

Первым актом, положившим начало созданию сырьевой базы для атомной промышленности в нашей стране, явилось решение Государственного комитета обороны СССР от 27 ноября 1942 г. о создании в СССР урановой промышленности.

Во исполнение этого постановления в нашей стране с 1943 г. начали проводиться систематические геолого-разведочные работы по выявлению источников уранового сырья для атомной промышленности. Таким образом, еще в годы Великой Отечественной войны, когда наша страна одна несла на своих плечах всю тяжесть борьбы с немецко-фашистскими полчищами, Советское правительство начало принимать энергичные меры по созданию новой отрасли промышленности. Проведение геолого-разведочных работ на уран было поручено Комитету по делам геологии при СНК СССР, который в 1943 г. организовал в своем составе Отдел радиоактивных элементов (начальник Ф. М. Малиновский) для руководства поисками, а в составе Всесоюзного института минерального сырья (ВИМС) — специальный урановый сектор № 6 (начальник М. Н. Альтгаузен, научный руководитель Д. И. Щербаков) для проведения научно-исследовательских работ по геологии урана. Однако в 1943—1944 гг. геолого-поисковые работы по урану широкого развития еще не получили. В этот период проводились преимущественно ревизии на радиоактивные элементы месторождений других полезных ископаемых, а также радиометрические промеры коллекций горных пород и руд в различных хранилищах и музеях. Эти работы не приве-

ли к открытию новых промышленных месторождений урана.

В 1945 г. объем поисковых работ на уран организациями Комитета по делам геологии был значительно увеличен. В этом же году была создана Ферганская экспедиция ВИМС для проведения поисковых работ на уран в Средней Азии, в основном в пределах Ферганской долины и ее горного обрамления. В результате деятельности этой экспедиции в 1945 г. были выявлены два месторождения урановых руд в известняках палеогена — Шакоптар (первооткрыватели Д. Д. Пенинский, А. И. Шевнин) и Майлисай (Б. А. Богачев, Л. Я. Меламуд, С. В. Культиасов). Позднее они были переданы для промышленного освоения.

В октябре 1945 г. по постановлению СНК СССР (№ 2628-713сс от 13.10.1945 г.) в составе Комитета по делам геологии при СНК СССР было создано Первое главное геологоразведочное управление (ПГГРУ), на которое было возложено проведение специальных геолого-поисковых и разведочных работ по урану на территории СССР. Для выполнения этих работ ПГГРУ создало целый ряд территориальных специализированных геологоразведочных экспедиций.

Этими организационными мероприятиями в сущности и было положено начало систематическим поисковым и разведочным работам на уран в нашей стране в государственном масштабе.

В октябре 1945 г. заместитель начальника ПГУ при СНК СССР П. Я. Антропов так характеризовал состояние разведанности известных к тому времени месторождений: «Несмотря на то что все вышеуказанные месторождения, в особенности Табошар, разведываются свыше 10



П. Я. Антропов, заместитель начальника ПГУ при СНК СССР (1905–1979)

лет (с перерывами), разведанность и изученность совершенно недостаточна.

Как правило, изучались только верхние зоны месторождения, а глубоких горных и буровых работ производилось очень мало, в результате чего выявленные на сегодня запасы отнюдь не дают правильной оценки их подлинных масштабов.

Известные в настоящее время запасы месторождений Майлису и Ад-расман обеспечивают строящиеся на их базе новые заводы менее чем на два года. Все это получилось не потому, что в Майлису или Адрасмане нет запасов, а потому, что их по-настоящему не разведывали.

Проведенные на месте совещания с геологами центра и местными работниками по разбору геологии месторождений показали совершенно иную картину.

При проведении надлежащих геолого-разведочных работ запасы мес-

торождений могут быть следующими:

Месторождения	Ученные запасы всех категорий, т	Запасы, т, могут быть доведены до
Табошар	412	1200
Майлису	49	400
Адрасман	5	100
Уйгурсай	5	150
Всего	471	1850

Подтверждение указанных прогнозов запасов солидными объемами геолого-разведочных работ в течение 1946—1947 гг. позволит не только обеспечить строящиеся заводы, но и значительно расширить в дальнейшем их мощности».

Как следует из приведенных выше данных, прогнозная оценка ресурсов этих месторождений превысила учтенные запасы почти в 4 раза. Цитированный выше документ оказал сильное воздействие на активизацию геолого-разведочных работ, а осуществление разработанных мероприятий по форсированию разведки месторождений уже в первые годы позволило получить значительный прирост запасов, подтвердить прогнозы и даже существенно превысить их.

Слабая разведанность месторождений и необходимость выполнения установленного плана добычи руды поставили перед геологической службой сложные организационно-методические вопросы. Параллельно с наращиванием общих запасов месторождений необходимо было обеспечивать текущую добычу. Эти задачи не могли решаться традиционными методами с последовательным увеличением детальности разведки (от предварительной через детальную до эксплуатационной). На это не было времени. Только совме-

ние различных стадий разведки и выполнение ее в больших объемах одновременно с проведением горно-капитальных, подготовительных и добычных работ могло дать и дало хорошие результаты, позволило в сжатые сроки существенно увеличить общие разведанные запасы и тем самым создать прочную базу для дальнейшего развития уранодобывающей промышленности. Результаты геолого-разведочных работ этого периода получили высокую оценку правительства страны. За выполнение и перевыполнение заданий правительства по приросту запасов уранового сырья А. А. Данильянц был удостоен звания лауреата Сталинской премии и награжден орденом Ленина, геологи Табошарского предприятия С. Г. Сурикова и А. Н. Якушев и геолог Адрасманского предприятия А. А. Шурупов удостоены звания лауреатов Сталинской премии и награждены орденами Трудового Красного Знамени.

Одновременно с разведочными работами на ранее выявленных месторождениях, в Карамазарских горах, Северной Фергане, и затем в Приташкентском районе широким фронтом проводились поисковые работы силами Ферганской (1945—1947 гг.) и Красногорской (1948—1959 гг.) экспедиций, а также территориальными геологическими управлениями Узбекистана, Таджикистана и Киргизии. Со второй половины 1946 г. поисковые партии начали получать полевые радиометры (ПР-5, ПР-6, ПР-12, ВИРГ-47, ПР-7), что позволило проводить измерение радиоактивности непосредственно в поле и отказаться от трудоемкого и малоэффективного метода поисков, состоявшего в массовом отборе штуфов и промере их на электроскопах и люминоскопах.

Основные результаты работы Ферганской экспедиции (открытие месторождения Шакоптар и Майлисай) были упомянуты выше.

Красногорская экспедиция провела геолого-разведочные работы на ряде мелких месторождений в Восточном Кармазаре и в 1950—1951 гг. передала в эксплуатацию месторождения Тарызкан, Джеркамар, Каракат и Аксай. В 1948 г. экспедиция вышла с поисковыми работами за пределы Восточного Кармазара и Северной Ферганы и начала площадные гамма-поиски в юго-западных отрогах Чаткальского хребта в междуречье Чирчика и Ангrena (Приташкентский район). В том же году геологами флюоритового отряда Узбекского геологического управления, работавшего под методическим руководством Красногорской экспедиции, было открыто месторождение Алатаньга, а в 1949 г. отрядом Центральной ревизионной партии экспедиции открыто месторождение Каттасай. С открытием этих достаточно крупных месторождений Приташкентский район выдвинулся как новый ураноносный район Средней Азии, что позволило значительно расширить сырьевую базу по урану. В конце 1949 г. на месторождениях Алатаньга и Каттасай были организованы геолого-разведочные партии, а в Приташкентском районе были сосредоточены основные объемы поисковых и разведочных работ. Следует отметить, что открытию урановых месторождений в Приташкентском районе во многом способствовали металлогенические исследования Е. Д. Карповой, по прогнозам которой в этом регионе в 1948 г. и были начаты поисковые работы Красногорской экспедиции, приведшие впоследствии к открытию наряду с упоминавшимися

выше еще целого ряда урановых месторождений — Чаули (1952 г.), Чаркасар (1953 г.), Майликатан (1954 г.), Ризак (1955 г.) и Джекиндек (1956 г.).

Важнейшая задача геологических работ, состоявшая в создании достаточной и надежной сырьевой базы по урану в нашей стране, была успешно решена в сжатые сроки с помощью большого коллектива геологов, геофизиков, буровиков, гидрогеологов и других специалистов, которые в наиболее трудный период становления новой отрасли вложили в ее развитие много творческого труда и энергии. Среди них должны быть названы М. Ф. Зенин, А. А. Данильянц, М. П. Сытников, И. Е. Рыков, С. Г. Сурикова, Н. А. Якушев, А. А. Шурупов, Н. Д. Ушаков, М. Д. Мирошин, Д. Д. Пенинский, А. И. Шевнин, Б. Н. Хоментовский, А. М. Величенко, А. М. Корнилов, А. И. Кавалеров, Н. И. Нечаев, Ю. А. Арапов, Я. Д. Готман, В. Е. Гриб, Е. Д. Карпова, М. А. Миных, А. И. Токарев, Я. Г. Тер-Оганесов, В. А. Шашкин, Е. Л. Салье, А. А. Петренко, В. И. Бражников, К. А. Дюбюк, П. Е. Максимов, Н. Н. Муромцев, А. И. Попов, М. Э. Пояркова, Г. И. Стешенко, П. К. Чикачев.

Геологические работы находились под неослабным вниманием со стороны руководства отрасли Б. Л. Ванникова, А. П. Завенягина и особенно П. Я. Антропова и Н. Б. Карпова.

В решение вопросов, связанных с развитием поисковых и разведочных работ, с разработкой методики их организации, много труда вложили работники геологической службы центрального аппарата Г. Г. Солопов, А. А. Якшин, В. И. Красников, Д. Я. Суражский, И. Д. Гаври-

лов, Г. Р. Шушания, Е. П. Панфилов, Н. С. Зонтов и др.

Первое главное геолого-разведочное управление (ПГГРУ), образованное в 1945 г., до 1948 г. не имело непосредственно ему подчиненных производственных поисково-разведочных организаций. Оно осуществляло в этот период методическое и оперативное руководство работами на уран, проводившимися территориальными геологическими управлениями Комитета по делам геологии СССР.

В период 1943–1947 гг. территориальные геологические управления силами специально созданных отрядов, партий и экспедиций провели ревизию горных выработок действующих рудников, а также полевые работы со специальными и попутными поисками урана. В результате этих работ были открыты следующие урановые месторождения: Джильское (1946 г.) и Туракавакское (1947 г.) в Киргизии, Бештау (1946 г.) и Бык (1947 г.) на Северном Кавказе, Первомайское (1945 г.) и Желтореченское (1946 г.) на Украине. Эти открытия послужили основанием для постановки на них тяжелых геолого-разведочных работ, а также для расширения поисков новых месторождений как названных выше, так и в других районах страны и вызвали необходимость создания специализированных экспедиций, подчиненных непосредственно ПГГРУ. Приказом по Министерству геологии СССР (от 03.11.1947 г.) были организованы следующие экспедиции: Кировская на Украине, Кольцовская на Северном Кавказе, Громовская в Закавказье, Шабровская на Урале, Красногорская в Средней Азии, Волковская в Казахстане, Березовская в Западной Сибири, Сосновская в Восточной Сибири. Кроме того, Киргиз-

ское геологическое управление было переподчинено непосредственно ПГГРУ.

Открытое летом 1946 г. Южно-Иссыкульской партией Киргизского ГУ (начальник партии В. А. Зеленцов, главный геолог В. Ф. Гарбузова) Джильское урановое месторождение, приуроченное к угленосным породам и углям, начало разведываться с конца 1946 г., а уже в 1948 г. было передано в эксплуатацию. На нем было создано самостоятельное горнорудное предприятие – Рудоуправление № 8, в 1955 г. вошедшее в состав Комбината № 11.

ПГГРУ в 1948 г. силами Кольцовской и Кировской экспедиций, а также Киргизского ГУ развернуло геолого-разведочные работы на месторождениях Туракавакское, Бештау, Первомайское, Желтореченское, в результате чего эти месторождения были оценены как промышленные и вскоре (в 1951 г.) переданы для эксплуатации. На их базе в том же году началось создание трех новых горнорудных предприятий: Комбината № 11 в Киргизии. Рудоуправления № 10 на Северном Кавказе и Комбината № 9 на Украине. Открытие и разведка этих месторождений явились большим успехом в развитии отечественной сырьевой базы урана того периода. Строительство горнорудных предприятий на них началось на самой начальной стадии разведки, когда определились запасы в количествах, достаточных для организации обычных работ. Разведка месторождений продолжалась одновременно со строительством и добычей силами самих предприятий, в результате чего запасы по всем месторождениям были увеличены в несколько (от 2 до 7) раз.

Одновременно с разведкой перечисленных месторождений ПГГРУ развернуло широкие поиски новых

месторождений силами всех экспедиций. ПГГРУ, на которое постановлением Совета Министров СССР (№ 392-148сс от 22.02.1948 г.) были возложены методическое руководство и контроль за попутными поисками, сумело хорошо организовать эту работу, что позволило вовлечь в поиски урана огромную армию геологов, геофизиков и других специалистов системы Министерства геологии СССР и сделать эти работы действительно массовыми и весьма эффективными.

Массовыми поисками были выявлены многие, в том числе и крупные, промышленные месторождения урана и внесен большой вклад в развитие отечественной сырьевой базы урана.

В целом упомянутые выше организационные меры позволили создать предпосылки применения рекомендованной крупным ученым-геологом Д. И. Щербаковым для данного этапа тактики «широкого фронта поисковых работ» путем охвата больших территорий, поскольку «геология месторождений радиоактивных руд была еще недостаточно изучена в силу молодости этой ветви учения о рудных месторождениях и в силу отсутствия достаточного количества фактов». Эта тактика вполне оправдывала себя не только в данный период, но и в последующие два десятилетия. Был открыт ряд новых месторождений, частично разведанные запасы которых в сумме с подсчитанными на ранее выявленных месторождениях увеличили (по состоянию на 01.01.1950 г.) отечественную сырьевую базу урана по сравнению с началом 1945 г. почти в 16 раз, что обеспечивало его добычу (возросшую в 1950 г. в сравнении с 1945 г. в 8 раз) в течение 14–15 лет. Кроме того, в этот период были заложены

основы выявления в пятидесятые годы многочисленных новых урановых месторождений в различных регионах Советского Союза.

Из специалистов, активно участвовавших в работах рассматриваемого периода в Киргизии, должны быть отмечены геологи М. Т. Чайка, Т. К. Абдрахманов, А. А. Ковалев, А. С. Гапешин, В. Г. Мальцев, Ф. Т. Каширин, начальник Киргизского ГУ П. Г. Пантелеев, главный инженер В. Н. Голубин, главный геолог А. А. Фрайбергер, которые за выявление и разведку Туракавакского месторождения были удостоены звания лауреатов Сталинской премии.

В открытие и разведку Первомайского и Желтореченского месторождений на Украине большой вклад внесли Л. В. Иванова, А. К. Лихтарь, А. И. Зубов, Д. Ф. Логинов, Р. Я. Ротштейн, А. А. Превь, Я. Н. Белявцев, Н. И. Королев, В. Н. Котляр. Звания лауреатов Сталинской премии были удостоены Л. В. Иванова, А. К. Лихтарь, Н. И. Королев, Я. Н. Белявцев и В. И. Кузьменко.

Успехи в открытии месторождений и выявлении запасов урановых руд на территории нашей страны в рассматриваемый период обусловлены прежде всего, конечно, широким развитием поисковых и разведочных работ, которые выполнялись специализированными экспедициями, организациями массовых поисков Мингео СССР, а также горнорудными предприятиями Минсредмаша. Вместе с тем эти успехи в определенной мере были обусловлены также большим размахом научно-технических работ по изучению закономерностей локализации урановых месторождений, выработке и усовершенствованию поисковых методов и аппарату-

ры. К проведению работ в тот период были привлечены Всесоюзный институт минерального сырья (ВИМС, с 1943 г.), Всесоюзный институт разведочной геофизики (ВИРГ, с 1945 г.), Институт геологии рудных месторождений АН СССР (Экспедиция № 1 ИГЕМ, с 1946 г.), Всесоюзный геологический институт (ВСЕГЕИ, с 1947 г.).

ВИМС был первой научно-исследовательской организацией, привлеченной к работам по геологии урана. Его урановый сектор, образованный в 1943 г. по постановлению Государственного комитета обороны СССР, в первые годы проводил экспедиционные исследования силами нескольких экспедиций — Ферганской, упоминавшейся выше, а также Эстонской и Алданской, занимался прогнозированием урановых месторождений, в основном на мелкомасштабной основе. В тот же период в ВИМС было создано постоянно действующее консультативное бюро по вопросам сырьевой базы урана, в состав которого вошли академики В. И. Вернадский, С. С. Смирнов и другие крупные специалисты. Основу коллектива уранового сектора, насчитывавшего в это время несколько десятков человек, составили В. И. Баранов, Я. Д. Готман, В. И. Герасимовский, В. Г. Мелков, А. И. Тугаринов, В. В. Щербина, Т. Н. Давыдова, Г. Р. Гольбех, Н. И. Мусиченко, П. С. Саакян, А. И. Сулшев и др.

Экспедиция № 1 ИГЕМ АН СССР была организована в 1946 г. для оказания научной помощи первому отечественному предприятию по добыче и переработке урановых руд — Комбинату № 6. В рассматриваемый период экспедиция оказывала большую помощь в организации и разработке методических вопросов руднично-геологической службы

Комбината, в прозвездении детально-го геологического картирования поверхности месторождений и подземных горных выработок. В 1948 г. при экспедиции была организована постоянно действующая геологическая станция на Табошарском руднике с филиалами на Адрасманском, Майлисуйском и Шакоптарском рудниках. Сотрудники экспедиции и геологической станции вместе с геологами Комбината изучали условия образования и закономерности размещения разведывавшихся и эксплуатирувавшихся месторождений Комбината № 6 и дали теоретическое обобщение материалов по геологии гидротермальных и экзогенных месторождений урана. Руководители экспедицией выдающиеся ученые академик Д. И. Щербаков, член-корреспондент АН СССР А. А. Сауков, в ее работе принимали участие такие крупные ученые, как Ф. И. Вольфсон, М. Ф. Стрелкин, А. И. Перельман, и большой коллектив более молодых ученых — В. И. Данчев, И. П. Кушнарев, И. Е. Сморгчов, Л. И. Лукьян, Н. П. Лаверов, Л. В. Хорошилов, Б. Л. Рыбалов, Е. П. Сонюшкин и др.

ВИРГ Министерства геологии СССР был привлечен к созданию методик и аппаратуры для поисков урановых месторождений с 1946 г. На первом этапе ВИРГ разрабатывал в основном индикаторные радиометрические методы и аппаратуру для обнаружения урановых руд. Им созданы наземные (пешеходные и автомобильные), а также самолетные радиометрические методы и аппаратура поисков, которые в течение продолжительного времени использовались в практике поисковых работ.

ВСЕГЕИ Мингео СССР начал проводить изыскания по геологии

урана с 1947 г., когда в нем был создан Отдел специсследований. К началу пятидесятых годов в результате региональных исследований Отдел дал предварительную оценку перспектив эндогенной ураноносности отдельных крупных районов страны, выделив наиболее перспективные районы для поисков урана, и в некоторых из них поисковыми работами месторождения урана были открыты (Приташкентский район Средней Азии, некоторые районы Северного Казахстана и др.). В этот же период исследовали месторождения Кривого Рога и Туракавака. Большой вклад в исследования ВСЕГЕИ внесли Е. Д. Карпова, А. С. Никольский, Т. В. Билибина и многие другие ученые.

Научно-исследовательские работы по геологии урана в системе Министерства среднего машиностроения проводятся с 1951 г., когда был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт химической технологии (ВНИИХТ, ранее НИИ-10).

Научно-техническое руководство поисковыми, разведочными и научно-исследовательскими работами по урану осуществлялось на рассматриваемом этапе Научно-техническим советом Комитета по делам геологии СССР. Следует еще раз подчеркнуть, что в развитие решения ГКО СССР от 27 ноября 1942 г. в стране развернулась огромная работа по организации добычи и переработки урановой руды на известных к тому времени месторождениях.

Выполнение этих работ было поручено Наркомату цветной металлургии СССР (НКЦМ). Однако спустя два года постановлением ГКО от 8 декабря 1944 г. № 7102 их выполнение было передано в ведение Народного Комиссариата внутренних дел СССР (НКВД).

Постановлением ГКО от 15 мая 1945 г. № 8582сс/ов создан Горнохимический комбинат № 6 по добыче и переработке урановых руд на базе месторождений Средней Азии. Это был первый отечественный комбинат по добыче атомного сырья, его организация явилась началом создания сырьевой отрасли атомной промышленности.

Первым директором Комбината был назначен Б. Н. Чирков, главным инженером Комбината — А. Б. Драновский, главным геологом — А. А. Данильянц, директором Ленинабадского филиала завода «В» — Г. А. Сальман. Одновременно заместителем директора Комбината по строительству был назначен С. О. Гольман и начальником Рудоправления № 11 (Табошары) — З. П. Зарапетян.

Важной вехой в организации управления сырьевой отраслью явилось образование Первого главного управления при Совете Министров



Б. Н. Чирков, директор Комбината № 6 (1906–1978)



3. П. Зарапетян, начальник Рудоуправления № 11 (Табашары)



Н. Б. Карпов, начальник Первого главного управления Минсредмаша

СССР (постановление ГКО от 20 августа 1945 г. № 9887сс/ов), которому наряду с организацией и развитием атомной промышленности в целом было поручено также и проведение работ по созданию и расширению сырьевой базы урана.

Для руководства работами по развитию сырьевой базы урана в составе Первого главного управления при СНК СССР было создано Первое управление (начальник П. Я. Антропов).

Первое управление проделало большую работу по строительству горнорудных предприятий и гидрометаллургических заводов Комбината № 6 и организации добычи и переработки на них урановых руд. На него также была возложена задача создания предприятий по добыче и переработке урановых руд в ГДР, Болгарии, Чехословакии и Польше.

Придавая особо важное значение работам по развитию отечественной

сырьевой базы урана, а также развитию этих работ в странах народной демократии, Совет Министров СССР постановлением от 27 декабря 1949 г. № 5744-2162 выделил Первое управление сырьевой отраслью в самостоятельное Второе главное управление при Совете Министров СССР с созданием в нем Первого управления для руководства развитием отечественной сырьевой базы (начальник Н. Б. Карпов) и Отдела инообъектов для руководства развитием сырьевой базы урана в странах народной демократии (начальник Трофимов В. И.).

Первый отечественный Комбинат № 6 по добыче и переработке урановых руд на территории нашей страны был организован на базе нескольких месторождений урана, находящихся в Средней Азии: Тюямуонского, Табошарского, Адрасманского, Майлисуйского, Уйгурсайского. Эти месторождения, в то время очень слабо

разведанные и изученные, и явились первыми источниками уранового сырья в нашей стране и первоначальной базой создания Комбината № 6.

Комбинат № 6 должен был осуществлять свою деятельность на обширной территории, охватывающей три союзные республики — Таджикскую, Узбекскую и Киргизскую.

Деятельность Комбината № 6 была начата с реорганизации переданных ему предприятий из НКЦМ СССР и создания новых подразделений.

К июлю 1946 г. в его состав входили:

Рудоуправление № 11 на базе Табошарского рудника НКЦМ СССР;

Рудоуправление № 12 на базе рудника Адрасман и висмутовой обогатительной фабрики НКЦМ СССР;

Рудоуправление № 13 на базе поисковой партии и старательской артели;

Рудоуправление № 14 на базе старательской артели;

Рудоуправление № 15 на базе консервированного опытного Тюямуонского рудника;

завод № 4 (опытный) на базе Ленинабадского филиала завода «В» НКЦМ СССР;

завод № 3 (опытный) на базе Табошарского опытного завода «В» НКЦМ СССР;

ремонтно-механический завод; научно-исследовательская лаборатория (ЦНИЛ);

автотранспортная контора; электростанция.

Территориальное управление комбината было размещено в Ленинабаде Таджикской ССР. Рудоуправления № 11, 12, 13, 14 и 15 находились от г. Ленинабада соответственно в 40, 72, 400, 160 и 450 км.

К началу деятельности Комбината только на руднике № 1 Рудоуправления № 11 были как-то развиты

горные работы. Это позволило выявить и частично подготовить минимальное количество запасов. Техническая оснащенность рудника была крайне низкой, на горных работах преобладал ручной труд. Рудник № 1 располагал всего пятью перфораторами фирмы «Ингерсоль Ранд». Рудничных рельсов не было. Откатку вагонеток вели вручную или конной тягой по деревянным брусам, общим кое-где металлической полосой. В качестве индивидуальных светильников горняки использовали лампы, получившие название «карбидки». Не хватало насосов, электродвигателей, крепежного леса. Один-единственный радиометр был установлен в промерочной устья штольни № 6. В первый период геологи и горняки определяли руду в забоях визуально, опираясь на свой опыт и интуицию. Конструкция копра ствола была самая примитивная.

На Адрасманском руднике ранее добывали медно-висмутовые руды. К 1945 г. он находился на длительной консервации. За время консервации поверхностные сооружения были демонтированы, горные выработки пришли в негодность. Урановое оружие на руднике разведано не было.

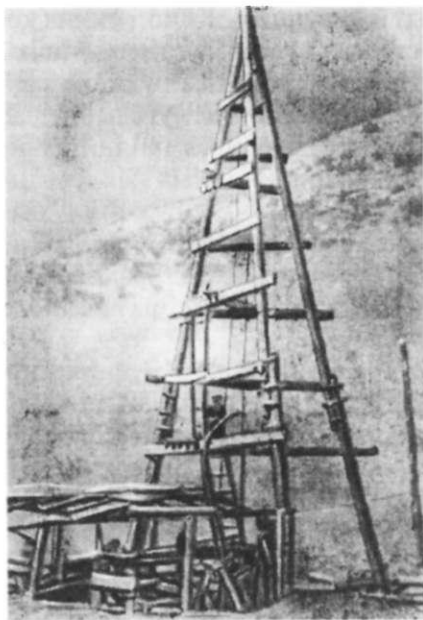
На Майлисуйском руднике проводились только поисковые и разведочные работы. Открытым способом отрабатывалась только верхняя часть рудных пластов, выходящих на дневную поверхность. На руднике применялся исключительно ручной труд.

На Уйгурсайском месторождении были проведены только поисковые работы.

Рудник Тюямуон был отработан ранее на глубину 170 м и к моменту передачи в систему комбината находился на длительной консервации. Все горные выработки были затопле-



Конструкция копра



Первая буровая Табошар

ны, а поверхностные сооружения разрушены.

Таким образом, к началу создания отечественной сырьевой базы отрасли

рудники находились на крайне низком уровне развития. Отсутствовали жилые поселки, дороги, перевалочные и материально-технические базы. Рабочими рудники были укомплектованы очень слабо. На 2 апреля 1945 г. численность рабочих, включая строителей, составляла всего 565 человек. В 1945—1946 гг. рабочая сила комплектовалась в основном спецконтингентом (заключенными, спецпереселенцами), среди которых не было рабочих горных профессий. Производственное обучение осложнялось большой текучестью рабочих, связанной с амнистией, заменой заключенных спецпереселенцами. Не хватало инженерно-технических работников.

В первые годы работы Комбината № 6 добыча урановых руд велась малопродуктивными системами разработки. Технический уровень применяемого оборудования был низким. Бурение шпуров при проходке горных выработок и на очистных работах велось ручными перфораторами без про-

мывки и орошения. Запыленность рудничного воздуха в десятки раз превышала установленные нормы. Погрузка породы в забое горной массы осуществлялась вручную в вагонетки вместимостью 0,38 м³. Только на двух горизонтах Табошарского рудника на откатке вагонеток использовались электровозы. Забои проветривались малопроизводительными осевыми и центробежными вентиляторами местного проветривания с депрессией 70—200 мм вод. ст.

В очистных блоках доставка горнорудной массы в основном выполнялась скреперами небольшой вместимости (0,06—0,15 м³), а также скребковыми и ленточными транспортерами (на осадочных месторождениях). Шахтные комплексы были построены по кольцевой схеме, занимая большие территории. Управление процессами обмена вагонеток велось вручную.

В первый период отработки гидротермальных месторождений применялась в основном низкопроизводительная система разработки горизонтальными слоями с деревянным креплением и закладкой. На осадочных месторождениях применялась камерная система разработки с регулярным и нерегулярным расположением целиков.

Система горизонтальных слоев с креплением и закладкой привлекала своей универсальностью, возможностью отработки рудных тел сложной морфологии с относительно низкими потерями и разубоживанием. Вместе с тем приуроченность рудных тел к тектоническим нарушениям и зонам с интенсивной трещиноватостью, слабая, как правило, устойчивость руды приводили к частым завалам в блоках, потерям руды и не обеспечивали необходимых безопасных условий труда.

Добытую руду с рудников, особенно с труднодоступных участков, на перерабатывающие предприятия Комбината продолжительное время доставляли на ишаках и в отдельных случаях — на верблюдах. День и ночь они посменно доставляли руду в худжумах по 25 кг в каждом. Неоценимую службу сослужили ишаки. Академик Д. И. Щербаков как-то, наблюдая их «челночную работу» в Майлису, заметил: «Не моя власть, а то поставил бы я памятник ишакам на самой вершине горы».

В начальный период руду на заводах Комбината перерабатывали на примитивном оборудовании в основном вручную. Руды измельчали в шаровых мельницах при сухом помоле без классификации, выщелачивали в тихоходных реакторах, растворы отделяли в ямах-отстойниках.

Несмотря на малый объем переработки на двух опытных заводах (10-15 т в сутки), большой расход химикатов и высокое содержание урана в руде (0,3—0,8%) извлечение урана в готовую продукцию не превышало 35-45%.

При создании Комбината № 6 завод «В» перерабатывал в сутки 8—12 т урановых руд в опытном цехе в Табошарах и 3—5 т в Ленинабадском опытном цехе.

Оба опытных цеха завода «В» представляли собой полуразрушенные глинобитные здания с примитивным оборудованием. Большинство операций по переработке руд осуществлялось вручную.

В 1945 г. опытный цех в Ленинабаде был реконструирован и на его базе был создан опытный завод № 4, в задачи которого входила переработка урановых руд Майлисуйского и Уйгурсайского месторождений с выпуском 40%-ного уранового концентрата, а на базе



Доставка руды на ишаках



Доставка руды на верблюдах

Табошарского цеха был организован опытный завод № 3, который перерабатывал руды Табошарского и Майлисуйского месторождений

с выпуском 40%-ного уранового концентрата.

В результате проведенной реконструкции опытных заводов к концу

1945 г. производительность по переработке руды на заводе № 3 составила в сутки 40 т и на заводе № 4 — 25 т. Всего за 1945 г. было переработано 5393 т руды, в том числе на заводе № 3 3593 т с содержанием урана в руде 0,218% и на заводе № 4 1800 т с содержанием урана в руде 0,34%. Получено урана в готовой продукции около 7 т. Извлечение урана составило 40%.

На обоих заводах руду измельчали в шаровых мельницах при сухом помоле без классификации, после чего вручную загружали в реакторы, где обрабатывали или раствором соды при подогреве до 80°C (карнититовые руды), или раствором меланжа при ручном замесе руды с последующей содовой обработкой кислой пульпы (черниевые руды).

Растворы урана отделяли от твердой фазы (хвостов) в периодически работающих бетонных ямах-отстойниках. Сушку продукции осуществляли в протвинях на открытом огне.

Перед руководством Комбината была поставлена задача в кратчайший срок организовать производство высококачественных урановых концентратов с резким ростом их выпуска, для чего провести комплекс научно-исследовательских и опытных работ и на их базе разработать методы поисков и разведки урановых месторождений, новые технологии добычи и переработки урановых руд и методы контроля за технологическими процессами исходя из специфических особенностей этих руд, срочно оснастить предприятия современным геолого-разведочным, горным и перерабатывающим оборудованием, укомплектовать предприятия квалифицированными кадрами, усовершенствовать структуру действующих подразделений.

В мае 1945 г. бригада Гипроредмета совместно с работниками Комбината разработала «Основные положения по строительству и реконструкции предприятий Комбината», которые практически представляли проект строительства первой очереди предприятий Комбината. Предусматривалось повышение выпуска уранового концентрата до 30 т в год.

В 1947 г. был разработан проект второй очереди, а в 1948 г. — третьей очереди Комбината.

В соответствии с проектом третьей очереди Комбината производительность предприятий по добыче урановой руды и урана должна была составить:

Предприятие	Производительность	
	по руде, тыс. т	по металлу, т
Предприятие № 11	400	186
Предприятие № 12	100	44
Предприятие № 13	250	119
Предприятие № 14	100	20
Предприятие № 18	65	39
Итого	915	408

На предприятии № 11 для проведения разведочно-эксплуатационных работ на участке Старые Табошары в 1947 г. был создан рудник № 2, а в 1948 г. с той же целью на участке рудных зон Курганташская, Северная, Шор-Булак — рудник № 3. Для ускорения строительства шахт и ввода их в эксплуатацию в том же году на предприятии был организован Шахтострой. Это позволило быстро осуществить вскрытие шахтных полей новых рудников и нижних горизонтов действующего рудника № 1.

На предприятии № 13 в 1947 г. на базе существующих геолого-разведочных участков были созданы рудник № 2 для разведки, подготовки и эксплуатации на участке северного кры-

ла Главной антиклинали и южного крыла Северной антиклинали и угольный рудник Сарабия (рудник № 4) для обеспечения углем ТЭЦ предприятия.

В 1949 г. был организован рудник № 3 на участке северного крыла Северной антиклинали. В существующем разведрайоне были организованы разведочные рудники: № 5 на месторождении Нарын, № 6 на левом берегу реки Майлису в районе рудника № 1 (Кульменсай), № 7 на участке Бедресай. Из разведочных рудников промышленное значение в последующем имели рудники № 6 и 7.

В первые годы из-за недостаточной изученности характера нефтегазовыделения, отсутствия опыта ведения работ в подобных условиях на рудниках произошло несколько значительных аварий. Коллектив Комбината при активной помощи работников Первого и Второго главных управлений при СМ СССР и ГСПИ-14 в короткие сроки разработал и осуществил ряд технических и организационных мероприятий, которые коренным образом улучшили состояние охраны труда на этих рудниках.

На нефтегазовых месторождениях был ужесточен режим работ, вскрытие нефтегазовых пластов стали проводить спаренными выработками с опережающим бурением, были приняты и некоторые другие меры.

Шахтное поле предприятия № 14 было вскрыто тремя вертикальными стволами шахт с автономным административным управлением каждой шахтой.

Строительство предприятия № 18 на базе месторождения Шакоптар начато в 1948 г. Шахтное поле вскрыто пятью разведочно-эксплуатационными вертикальными стволами шахт № 1-5.

В период строительства рудников по проекту третьей очереди была проделана большая работа по их техническому оснащению и совершенствованию систем разработки:

построены линии электропередачи ЛЭП-35 от Ленинадской подстанции к предприятиям № 11 и 12; электростанция ТЭЦ «П» в поселке Пап и линия электропередач ЛЭП-35 от нее к предприятиям № 14 и 18; тепловая электростанция на предприятии № 13, работающая на местном угле, постоянные компрессорные станции на всех предприятиях;

горные работы оснащены новым оборудованием;

на рудниках построены бытовые комбинаты, стационарные вентиляторные установки, ремонтные механические мастерские и т. п.

Инженерно-технические работники Комбината совместно с рабочими разработали и внедрили в 1947 г. на предприятии № 11 усиленное станковое крепление (шоры и полушоры) взамен обычных квадратных окладов на системах горизонтальных слоев с закладкой. Впоследствии этот вид крепления стал использоваться на очистных работах всех рудников Комбината.

По мере накопления опыта и знаний горно-геологических условий начались поиски более эффективных систем разработки. Горно-геологическим условиям месторождений наиболее отвечала система слоевого обрушения. Применение этой системы начато в 1948-1949 гг. на предприятии № 11 вначале при отработке целиков, а затем самостоятельных рудных тел.

Все это позволило быстрыми темпами увеличивать объем горных работ (табл. 1).

За период с 1946 по 1949 г. производительность труда забойного рабо-

чего выросла почти в 3 раза, рабочего по руднику — в 1,5 раза. Уровень механизации основных производственных процессов достиг 50%.

В эти же годы была проведена дальнейшая реконструкция заводов. Сухое измельчение было заменено мокрым помолом с классификацией, выщелачивание переведено на непрерывный цикл работы, растворы отделяли от выщелоченной руды непрерывно по фильтрационной схеме. Эта реконструкция позволила к концу 1946 г. увеличить производственную мощность опытных заводов по переработке руды до 50–60 т в сутки на заводе № 4 и до 60–70 т в сутки на заводе № 3.

Одновременно велось строительство нового завода по переработке руды производительностью 125 т в сутки, который был сдан в эксплуатацию в октябре 1946 г.

В 1946 г. на Комбинате № 6 было переработано 34 734 т руды, получено 20 т урана в 40%-ном концентрате. Таким образом, уже в 1946 г. Комбинат № 6 приступил к переработке урановых руд в промышленном масштабе. Извлечение урана в концентрат составило 60%.

Дальнейшей задачей перерабатывающих заводов Комбината № 6 было обеспечение резких темпов роста выпуска урановых концентратов высокого качества. Решение этой задачи требовало, с одной стороны, широкого развития работ по наращиванию мощности существующих заводов и проектированию, строительству и освоению мощностей новых заводов для резкого увеличения объемов переработки урановых руд, а с другой — совершенствования производства переработки руд для резкого повышения извлечения урана, производительности труда и снижения себестоимости готовой продукции на

перерабатывающих предприятиях.

Для решения этих задач было создано специальное проектное бюро СПБ-12 и были проведены широкие исследования с целью опробования большой наборы руд и срочной выдачи исходных данных для проектирования заводов.

В результате уже в 1947 г. были введены в эксплуатацию четыре новых завода с различными технологическими схемами — завод № 1 в Табошарах производительностью 100 т руды в сутки, завод № 2 на предприятии № 12 в Адрасмане производительностью 50 т в сутки, завод № 3 на предприятии № 13 в Майлису производительностью 130 т в сутки, завод № 5 (опытный) на предприятии № 14 производительностью 50 т в сутки.

Такой интенсивный ввод новых предприятий осложнялся новизной процесса и отсутствием необходимого для отдельных его переделов оборудования.

Новизна процесса переработки урановых руд и отсутствие достаточных данных о химизме процесса и оптимальных параметрах его ведения потребовали организации на всех заводах широкого обследования по выявлению узких мест, причин повышения потерь урана и нарушений требований технологии.

К концу 1947 г. производственная мощность семи урановых заводов составила 605 т руды в сутки, в целом за 1947 г. Комбинат № 6 переработал 176 600 т урановой руды и выдал 66 т урана в 40%-ном концентрате.

К этому времени перерабатывалась уже довольно обширная наборка руд:

высококремнистые руды Табошарского и Адрасманского жильных месторождений с содержанием урана 0,05–0,07% и руда «давальческая» из

Т а б л и ц а 1. Рост добычи урановой руды и урана в ней, а также объема

Предприятие	Добыча товарной руды, тыс. т					1946 г.
	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.	
Предприятие № 11 (Табошары)	26,9	87,2	122,2	193,2	246,9	22,2
Предприятие № 12 (Адрасман)	0,2	7,9	36,9	28,8	59,9	0,1
Предприятие № 13 (Майлису)	16,1	34,9	68,4	138,0	187,2	14,2
Предприятие № 14 (Пап)	0,3	18,0	23,9	47,5	94,4	0,1
По комбинату в целом	43,5	148,0	251,4	407,5	588,4	36,6

ГДР, Чехословакии и Болгарии с содержанием урана 0,25%;

руды осадочных месторождений — Майлисуйского в известняках с содержанием урана до 0,06% и Уйгурсайского в песчаниках с забалансовым содержанием урана 0,025-0,03%.

Производственная мощность гидрометаллургических заводов Комбината № 6 в сутки и численность рабочих на конец 1947 г. составляли:

Завод № 1	100 т	265 чел.
Завод № 2	50 т	158 чел.
Завод № 3	100 т	239 чел.
Завод № 3оп	90 т	211 чел.
Завод № 4	125 т	232 чел.
Завод № 4оп	90 т	218 чел.
Завод № 5оп	50 т	112 чел.
Итого:	605 т	1435 чел.

Для дальнейшего совершенствования технологии переработки руд проводились научно-исследовательские работы в нескольких направлениях:

предварительное радиометрическое обогащение урановых руд;

совершенствование технологии гидрометаллургических процессов за счет изыскания рациональных технологических схем обработки урановых руд различных месторождений, определения оптимальных режимов

на отдельных переделах, подбора соответствующего технологического оборудования;

организация соответствующего контроля за технологическим процессом при изыскании высокоточных и экспрессных методов контроля исходного сырья и продуктов переработки по различным параметрам (содержание урана, минералогический состав руд, наличие других компонентов и др.).

При выполнении этой программы был проведен обширный объем работ.

За этот период в соответствии с результатами исследований были реконструированы заводы № 1, 2, 3, 4; 4оп, 3оп(6). Был запроектирован, построен и в мае 1949 г. сдан в эксплуатацию завод № 5 на Рудоуправлении № 14.

В результате обширных исследований и работ по совершенствованию производства в эти годы определялось направление развития обогащения урановых руд. Одновременно были заложены основы, установлена принципиальная возможность и высокая экономическая эффективность радиометрического обогащения руд месторождений с низким содержанием урана.

Исследования по совершенствованию гидрометаллургических про-

Добыча урана, т				Объем горнопроходческих работ, пог. м				
1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
56,6	83,3	103,4	118,7	5167	9872	22 424	45 923	53 890
3,8	7,5	12,1	26,5	1662	3113	6767	10 834	21 222
20,1	39,1	76,1	96,7	6148	9024	16 477	22 090	25 910
6,0	5,8	8,7	16,2	2844	3719	8071	12 676	11 523
86,5	135,7	200,3	258,1	15 821	25 728	53 739	91 523	112 545

цессов, осуществляемые ЦНИЛ и заводскими лабораториями, позволили выявить специфические особенности переработки урановых руд, опробовать руды всех месторождений Комбината и привозные руды, определить узкие места переработки, потери урана в процессе обогащения и их причины, недостатки в аппаратном оформлении, режимах регулирования процессов, выборе оптимальных параметров и др.

Дробление и измельчение урановых руд осуществлялось с помощью новейшего оборудования. Была разработана и внедрена схема измельчения с использованием нулевого сгущения. Эта технология позволила значительно сократить расход химикатов на разложение в результате получения заданной крупности измельчения с одновременным получением пульпы заданной плотности. Сейчас эта схема является классической.

Разработана, внедрена и аппаратно укомплектована технология выщелачивания урана из руд десяти месторождений с организацией контроля и регулировки процесса.

Выщелачивание урана из Руд Табошарского, Адрасманского, Тары-Эканского и Джаркашарского месторождений, привозных руд из Чехос-

ловакии и ГДР на заводах № 1, 2, 4, 4оп и 6 осуществлялось по кислотно-содовой схеме с использованием в качестве окислителя и растворителя урана меланжа (85–90% азотной кислоты + 15–10% серной кислоты) и в качестве реагента для очистки растворов от примесей и создания соответствующей среды концентрированных растворов кальцинированной соды. Получение в результате кислотно-содового выщелачивания пульпы с $\text{pH} = 8 \div 9$ обеспечило использование для процесса отделения ураносодержащих бикарбонатных растворов от «хвостов» (выщелоченной рудной массы) обычного оборудования, применяемого для процессов классификации, сгущения и фильтрации.

Для руд с вторичным оруденением урана в шестивалентной форме была разработана и внедрена новая технология выщелачивания. Уран из забалансовых руд Уйгурсайского месторождения извлекался контактным методом полусухого выщелачивания, заключающимся в шихтовке дробленной до 3 мм руды с кальцинированной содой (1–3%). Шихту загружали в контактные аппараты специальной конструкции, в которых ее пропаривали в течение 2–3 ч до температуры 105–110°C. В процессе пропарки

происходило выщелачивание урана в жестких условиях. По окончании выщелачивания растворенный уран в тех же контактных аппаратах подвергался противоточной отмывке горячими оборотными растворами с водой. Богатые товарные растворы направлялись на осаждение урановых концентратов, а «хвосты» — в отвал.

Этот метод выщелачивания, используемый при переработке забалансовых руд (0,015–0,03% урана), обеспечил получение товарных щелоков с содержанием урана более 1 г/л, которые в свою очередь позволили получить из такой убогой руды качественные химконцентраты. Расходы химикатов, энергетических и трудовых затрат и воды при этом методе выщелачивания были в 5 раз ниже по сравнению с этими расходами на других заводах.

Уран из руд месторождений Майлису и заграничных предприятий извлекали содовыми растворами по методу стадийного выщелачивания с противотоком. На первой стадии выщелачивания руды измельчали при подаче в мельницы оборотных содовых растворов. Выщелачивание осуществлялось в четыре стадии.

В соответствии с технологическими изысканиями по интенсификации процессов выщелачивания для всех заводов были разработаны и внедрены аппараты с интенсивным перемешиванием.

В этот же период были разработаны и внедрены технология осаждения химконцентратов из содовых щелоков с получением отвальных маточников, технология сушки концентратов в специальных печах и технология их затарки. Для этих процессов было сконструировано оборудование, которым были укомплектованы все заводы.

На гидрометаллургических заводах был организован фазный и товарный контроль, были разработаны и внедрены методы опробования и разделки проб исходной руды и продуктов переработки, внедрены химические методы анализа содержания урана в исходной руде и продуктах переработки. В результате всех этих работ извлечение урана выросло с 45–60% в 1945–1947 гг. до 74% в 1950 г.

Внедрение новой техники во все производственные процессы как на горных работах, так и на перерабатывающих предприятиях, рост объемов добычи, переработки и извлечения металлов требовали строительства и ввода в эксплуатацию энергетических, горных и технологических мощностей. Эта трудная задача легла на плечи строителей во главе с С. О. Гольманом. Свою производственную деятельность строители начали с расширения и строительства временных электростанций и реконструкции Табошарского и Майлисуйского заводов, а также соответствующей производственной базы и подъездных путей. Работу вели по локальным проектам и сметам, которые во многих случаях утверждались на месте. А. П. Завенягиным директору Комбината было дано право лично утверждать проекты стоимостью до 5 млн. руб.

Темпы строительства были высокими. Например, к строительству первой очереди ТЭЦ «Л» и завода № 4 приступили в апреле 1946 г., а через 4,5 месяца, т. е. к 1 сентября этого же года была построена ТЭЦ «Л», а к 7 ноября этого же года введен завод № 4. Электростанция и завод начали давать свою продукцию сразу по окончании строительства. Руководил этими стройками А. А. Смоленский.

Вслед за заводом № 4 в феврале 1947 г. был пущен завод № 1, а три месяца спустя — завод № 3 и тепловая электростанция в Майлису (Сарабия). Несколько позднее вошли в строй завод № 2 (Адрасман) и № 5 (Уйгурсай), а затем завод № 7 (Майлисай).

К началу 1950 г. в промышленности, на строительстве и в подсобных службах и производствах Комбината работало более 18 тыс. человек.

Все, что было достигнуто в период 1945—1949 гг., сегодня, к концу столетия, кажется простым и обыденным, в период же становления было новым и требовало решимости от руководителей всех рангов и большого созидательного труда всего коллектива.

В становлении сырьевой базы атомной промышленности СССР необходимо отметить ведущую роль А. П. Завенягина, Б. Л. Ванникова, П. Я. Антропова.

Велик вклад руководителей Комбината: Б. Н. Чиркова, А. Б. Драновского, А. А. Попова, Ф. С. Власова, Д. Т. Десятникова, Г. В. Зубарева.

В первые годы с большой самоотдачей работали З. П. Зарапетян, Л. Х. Мальский, П. П. Гаршин, И. Д. Казак, С. С. Покровский, А. Ф. Кузьменко, С. В. Крапивин, В. А. Падерин, Н. Ф. Красиков, Г. А. Авелиани, М. Ф. Зенин, А. И. Будник, М. А. Дараган, Н. С. Прокопенко, А. Я. Зиновьев, Г. Х. Сидakov, А. П. Щепетков, Г. И. Шапиро, В. М. Штурбабин, П. В. Смирнов, А. Д. Загорельский, В. Б. Файбышенко, Н. М. Темкин, В. Г. Вишняков, А. Е. Степанец, С. А. Маркус, П. И. Кравченко, Н. С. Зимин, С. Е. Луценко, К. А. Коровин, П. С. Детковский, А. К. Кан, К. М. Тимофеев, К. В. Данилин, А. В. Терентьев, П. И. Югов.

Еще до создания Комбината над отработкой технологии обогащения урана трудились А. Б. Драновский, Я. Б. Сломинский, Ф. А. Бурдаков, Г. Я. Сальман, С. Г. Михлин, М. Ф. Русакова, сестры Фельдман.

Позднее внесли большой вклад в совершенствование технологии обогащения и переработки урановых руд К. Я. Маркевич, С. И. Файн, В. Ф. Семченко, А. И. Антосиков, А. Л. Левитский, В. А. Ставский, И. К. Герасимов, Н. И. Онуфрей, М. М. Пиксаева, О. К. Лырчикова (Лесная).

Практически в это же время были начаты работы по разведке, добыче и переработке урановых руд в странах народной демократии.

Организация предприятий по добыче и переработке урановых руд за границей была начата на основе двусторонних межправительственных соглашений СССР с ГДР, Чехословакией, Болгарией и Польшей. Эти предприятия имели различную организационную форму, но все они создавались и разведывались при материальной и технической помощи Советского Союза, которая заключалась в финансировании геолого-разведочных, капитальных и научно-исследовательских работ, поставке специальной аппаратуры, оборудования и материалов, командировании высококвалифицированных специалистов и других формах.

Предприятия по добыче и переработке урановых руд, созданные в этих странах, сыграли большую роль в поставках сырья для атомной промышленности Советского Союза в первые годы становления отрасли. Наиболее крупные партии сырья в СССР в виде богатых штучных руд в 1946—1950 гг. поступали из ГДР, в меньшем количестве — из Чехословакии, Болгарии и Польши. Кроме

того, Болгария поставляла уран в химконцентрате (табл. 2).

Уранодобывающие предприятия в ГДР, Чехословакии, Болгарии и Польше создавались и интенсивно развивались на базе урановых месторождений, открытых и разведанных советскими специалистами.

Предпосылками для организации и проведения в широких масштабах геолого-разведочных работ на уран в этих странах явились благоприятные геологические условия в ряде районов, а также известные проявления уранового оруденения в Рудных горах Саксонии (Германия), в Яхимовских рудниках Чехословакии, на Шмидебергском железорудном месторождении в Польше и в районе сел Бухово и Стрелча в Болгарии. Эти районы были выдвинуты в качестве первоочередных для детального геологического изучения, опоискования и разведки.

Начатые в 1946 г. планомерные геолого-поисковые и разведочные работы на территории Болгарии, Чехословакии и Германии позволили уже к концу этого года выявить и частично разведать урановые руды на месторождениях Иоганнзеоргенштадт, Шнееберг и Обершлема в Рудных горах Саксонии; на известных Яхимовских рудниках (Ровност,

Сворност, Браторстви) в Чехословакии и на Готенском месторождении в Болгарии. По данным разведочных работ 1946 г. были впервые подсчитаны промышленные запасы урана на месторождениях Гостен и Иоганнзеоргенштадт, а на рудниках Ровност и Браторстви в Яхимове начата добыча. Разведанные запасы урана на этих месторождениях позволили уверенно и в нарастающих объемах планировать добычу на этих рудниках (суммарно с 60,3 до 208,9 т, т. е. в 3,5 раза по сравнению с 1946 г.).

В 1948 г. поисково-разведочные работы урановых руд были начаты и в Польше на месторождении Вольность, в районе Шмидебергского железорудного месторождения; одновременно геолого-поисковыми работами были охвачены все геологически благоприятные районы этой страны.

В Румынии и Венгрии геолого-разведочные работы на уран начали проводиться в начале пятидесятых годов.

ГДР. К началу работы советских организаций на территории восточной части Германии были известны проявления урана только в Рудных горах Саксонии на некоторых месторождениях, ранее разрабатывавшихся на серебро, висмут, никель, сви-

Т а б л и ц а 2. Поставки урановой продукции в СССР

Продукция	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
Металл в товарных рудах, т	60,3	209	446,9	978,5	1623,2
В том числе:					
из ГДР	15,7	150	321,2	767,8	1224,1
из ЧССР	18,0	49,1	103,2	147,3	281,4
из НРБ	26,6	7,6	13,2	20,1	54,1
из ПНР	—	2,3	9,3	43,3	63,6
Металл в химконцентрате					
из НРБ, т	—	—	5,0	10,2	16,8
Итого	60,3	209,0	451,9	988,7	1640,0

нец, цинк, медь и олово (Аннаберг, Готтесберг, Брайтенбрун, Иоганнгеоргиенштадт, Мариенберн, Нидершлаг, Фрайберг); на месторождении Обершлема существовали источники высокорadioактивных вод. На некоторых месторождениях Рудных гор (например, Иоганнгеоргиенштадт) еще в середине прошлого столетия уран добывался попутно с другими полезными ископаемыми и использовался для изготовления красок.

В годы второй мировой войны в связи с работами по расщеплению атомного ядра немецкие специалисты усиленно проводили поиск промышленных руд урана, однако он закончился безрезультатно. Перспективы выявления урана в промышленных количествах в перечисленных выше месторождениях Рудных гор немецкими специалистами оценивались отрицательно, а возможность нахождения урановых руд в других районах Саксонии и в Тюрингии исключалась.

Советские организации начали работы по ревизии известных данных об уране в Рудных горах вскоре после окончания Великой Отечественной войны. В сентябре 1945 г. 9-е управление МВД СССР организовало Саксонскую рудно-поисковую партию для проведения ревизионных работ по урану в Рудных горах.

Положительные результаты ревизий послужили основанием для Постановления Совета Министров СССР от 4 апреля 1946 г. № 740-294 о передаче Саксонской рудно-поисковой партии из ведения МВД СССР в ведение созданного к тому времени Первого главного управления при СМ СССР (ПГУ). По состоянию на 1 апреля 1946 г. ПГУ на базе этой партии создало Саксонскую промышленно-разведочную партию, которая в течение трех месяцев провела гео-

логические работы на месторождениях Иоганнгеоргиенштадт, Шнееберг, Готтесберг и Брайтенбрун и дала высокую оценку их ураноносности. На основании результатов этих работ было принято Постановление Совета Министров СССР от 29 июля 1946 г. № 9372 о преобразовании Саксонской промышленно-разведочной партии в Саксонское горное управление, которому поручалось проведение добычи урана и расширение поисковых и разведочных работ.

Саксонское горное управление просуществовало менее года и на основании Постановления Совета Министров СССР от 10 мая 1947 г. № 1467-393 было реорганизовано в отделение Советского государственного акционерного общества цветной металлургии «Висмут», действовавшего в советской зоне оккупации. Развитие общества «Висмут» началось с весьма ограниченной сырьевой базы жильных месторождений Рудных гор. Поисковые и разведочные работы осуществлялись одновременно с добычей руды, и в начальные годы существования горные предприятия имели разведочно-эксплуатационный характер. Первые разведочно-эксплуатационные предприятия были созданы в 1946 г. на жильных месторождениях Иоганнгеоргиенштадт и Обершлема, в 1947 г. рудники были организованы на месторождениях Шнееберг и Аннаберг, в 1948 г. — на месторождениях Нидерпёбель, Мариенберг, Саифенбах, Вайсерхирш, Беренштайн. В этом же году было открыто и наиболее крупное месторождение урана Нидершлема Альберода, которое по своим масштабам оказалось уникальным, крупнейшим в мире среди месторождений данного типа. Вплоть до 1991 г. оно являлось основным объектом добычи урановых руд. В 1948 г. от-

крыто и начало осваиваться месторождение в пермских каменных углях Фрайталя. В 1949 г. открыты месторождения Цобес, Шнеккенштайн и Берген, на которых начались разведочно-эксплуатационные работы.

Жильные месторождения Рудных гор в течение длительного времени являлись наиболее важным сырьевым источником урана, на которых 80% урана добывалось в виде богатых штуфных руд.

Геолого-разведочные работы первого периода подтвердили благоприятные прогнозы советских геологов по ураноносности Рудных гор и явились основой для ускоренного строительства рудников. Разведанные запасы урана в этом регионе возросли с 252 т на 1 января 1947 г. до 2337 т на 1 января 1950 г.

Среди специалистов, внесших особенно большой вклад в достижение этих результатов, должны быть названы С. П. Александров, Р. В. Нифонтов, Д. Ф. Зимин, Г. В. Горшков, Г. К. Жуков, Л. У. Пухальский, М. И. Клыков.

На горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях, в геолого-разведочных партиях и экспедициях акционерного общества «Висмут» работали многие сотни советских специалистов, которые занимали ключевые позиции в руководстве всех уровней. Им принадлежала инициатива в разработке и осуществлении всех планов и проектов развития этого сложного и крупного хозяйства.

В высшее руководство общества «Висмут» в те годы входили опытные советские хозяйственники и инженеры: М. М. Мальцев, Н. М. Эсакия, В. Н. Богатов, А. А. Александров, Н. И. Чесноков.

Советские специалисты в процессе работы воспитали и обучили мно-

гих немецких коллег, которые впоследствии заняли важное место в руководстве и на предприятиях СГАО «Висмут».

ЧССР. В 1946 г. в Чехословакии в соответствии с Соглашением между Правительствами СССР и Чехословакии от 23 ноября 1945 г. было создано предприятие «Яхимовские рудники» по добыче, разведке и поставкам радиоактивных руд в СССР. Одновременно в соответствии с этим Соглашением была организована Советско-Чехословацкая комиссия (ЧСК) для согласования планов, мероприятий, рассмотрения отчетов, решения вопросов, связанных с осуществлением технической помощи по предприятию «Яхимовские рудники».

Ранее на территории Чехословакии урановые руды жильного типа были известны на Яхимовском месторождении, где с давних времен велась разработка на серебро. Урановые руды добывались с начала прошлого столетия в качестве сырья для получения урановых красок. Интерес к урановым рудам возрос с 1898 г., когда М. Кюри открыла в них полоний и получила препарат радия. Однако как добычные, так и разведочные работы до 1946 г. проводились в небольших объемах.

Предприятие «Яхимовские рудники» начало действовать и развиваться с 1946 г. на весьма ограниченной сырьевой базе. Урановые руды добывали на старых восстановленных рудниках Ровност, Сворност и Браторстви.

Одновременно поисково-ревизионные работы были начаты в старинных горнорудных районах Западной и Средней Чехии, в том числе в Горном Славкове и Пршибраме, где были известны находки урановой смолки.

На площадях Яхимовского рудного поля геологоразведочные работы проводили одновременно с реконструкцией рудников и добычными работами (рудники Ровност, Сворност, Браторстви). В 1946 г. здесь были добыты первые десятки тонн урана в богатых жильных рудах, и с этого времени добыча урана непрерывно возрастала. К началу 50-х годов в эксплуатации на Яхимовском поле находилось уже 10 рудников, которые были созданы на базе вновь выявленных рудных участков.

Работы геолого-разведочной экспедиции предприятием «Яхимовские рудники» проводились и в других районах страны, в рассматриваемый период наиболее важными результатами явились открытия Славковского (1946 г.) и Пршибрамского (1947 г.) месторождений. На базе Славковского месторождения уже в 1948 г. было создано эксплуатационное предприятие, которое успешно работало вплоть до 1960 г. Интенсивные поисковые и разведочные работы 1947–1949 гг. выявили крупные месторождения в районе Пршибрама.

Пршибрамское месторождение, весьма крупное по запасам богатых жильных руд, до последнего времени играло исключительно важную роль в урановой промышленности Чехословакии. Экспедиция передала это месторождение в 1949 г. при весьма слабой разведанности, в связи с чем здесь требовалось выполнение огромных объемов горно-разведочных работ; достаточно сказать, что уже на первом этапе были заложены 10 шахтных стволов. Добыча руды на этом месторождении была начала в 1950 г. и непрерывно продолжается до настоящего времени.

Упомянутыми выше геолого-разведочными работами запасы урана в

Чехословакии были увеличены от 3 т по состоянию на 01.01.1946 г. до 691 т на 01.01.1950 г.

Геологическую службу предприятия в рассматриваемый период возглавлял крупный геолог В. И. Красников, активно и полезно работали В. Е. Гриб, В. В. Чернышов, Р. В. Гецева, Е. И. Червов, А. И. Заварзин, А. Г. Евдохин, Е. А. Пятков, А. И. Зубов, А. Г. Степанов, В. М. Федоров и многие другие.

В руководстве чехословацкой урановой промышленностью активное участие принимали советские специалисты: Н. В. Волхов, С. Н. Волощук, В. А. Мамилев, Д. Н. Суханов, Р. Р. Григорян, А. О. Верчоба, Б. С. Колычев и многие другие.

НРБ. В соответствии с Соглашением между Правительствами СССР и Болгарии от 17 октября 1945 г. в Болгарии в 1946 г. было создано Советско-Болгарское горное общество (СБГО) по разведке и добыче урановых руд.

Урановая промышленность в Болгарии начала создаваться в 1946 г. на базе известного к тому времени уранового месторождения Готен. Советско-Болгарское горное общество (СБГО), начавшее его эксплуатацию карьером на входах окисленных руд, не имело в это время надежной сырьевой базы. Профессор М. П. Русаков в 1945 г. оценил запасы урана на месторождении Готен в 150 т, однако после того как в 1948 г. в результате разведочных работ были выявлены первичные руды, это значение возросло в несколько раз.

В течение 1946–1948 гг. Южной экспедицией ВИМС был выявлен ряд участков развития вторичного уранового оруденения в районе Сеславцы, три из которых (Первый, Второй и Третий Сеславские) впоследствии и определились как промышленные

месторождения, существенно пополнив сырьевую базу СБГО. Однако в целом в этот период сырьевая база урана в Болгарии оставалась весьма скромной: на 1 января 1949 г. — 16 т, а на 1 января 1950 г. — 163 т.

Геологические работы на уран в Болгарии в это время возглавляли и осуществляли Г. А. Кремчуков, К. П. Лященко, Н. С. Зонтов, И. Н. Зубрев, Н. С. Богатырев, Ф. В. Козлов, В. Е. Уткин и др.

В первые годы существования СБГО советские специалисты Ф. Я. Гуков, К. Н. Маков, В. Е. Гриб, Г. А. Кремчуков и др. принимали активное участие в его развитии, занимая руководящие посты в Правлении и Дирекции Общества.

ПНР. В соответствии с Соглашением между Правительствами СССР и Польши от 15 сентября 1947 г. в 1948 г. в Польше создано предприятие «Кузнечские рудники» для разведки и эксплуатации Кузнечских месторождений и поставки урановых руд в Советский Союз. Для решения вопросов разведки и добычи урановых руд была создана Советско-Польская комиссия.

Урановая промышленность Польши, возникновение которой относится к 1947 г., ввиду крайне ограниченной сырьевой базы не получила должного развития, и в общих поставках урана из стран народной демократии в Советский Союз поставки из Польши занимали незначительную долю. Работы по урану проводились польским государственным предприятием «Кузнечские рудники».

Урановые руды на территории Польши встречались на железорудном месторождении Шмидеберг и в старом заброшенном медном руднике Купферберг в Нижней Силезии, входившей до 1945 г. в состав Германии.

Первым урановым разведочно-эксплуатационным предприятием в Польше стал рудник «Вольность», где ранее добывали железную руду. Однако запасы этого месторождения оказались незначительными и оно было полностью разведано и отработано в период 1948—1952 гг.

В рассматриваемый период в Нижней Силезии геолого-разведочными работами были выявлены месторождения Медянка (1948 г.), Копалина (1948 г.), Морвица (1949 г.), оказавшиеся мелкими с запасом в первые десятки тонн.

Общие балансовые запасы урана Польши в начале 1949 г. составляли 26 т, а на 1 января 1950 г. — 30 т.

На предприятии «Кузнечские рудники» работали советские специалисты. В состав руководства предприятием входили Н. А. Ермолаев, М. Н. Бондаренко, М. И. Забалуев, А. В. Богданов, Я. Ф. Садкович, Н. С. Зонтов и др.

Организация и развитие сырьевой отрасли атомной промышленности потребовали огромных капиталовложений в строительство как отечественных, так и зарубежных горнорудных и перерабатывающих предприятий. Следует отметить, что отечественные предприятия по добыче и переработке урановых руд представляли собой сложные многоотраслевые хозяйства, строительство их осуществлялось, как правило, в сложных географо-экономических условиях, в неосвоенных районах, вдали от железных дорог. Кроме крупных предприятий основного производства необходимо было создавать собственную энергетическую базу, большое подсобно-вспомогательное и обслуживающее хозяйство, вести крупное масштабное жилищное строительство со всей инфраструктурой, присущей городам и поселкам.

Добыча урановой руды в промышленном масштабе началась в нашей стране в 1945 г. и по 1949 г. осуществлялась в основном первым и единственным в то время отечественным предприятием — Комбинатом № 6 (Ленинабадским горно-химическим комбинатом). В небольшом количестве урановую руду в этот период добывали на Криворожских месторожде-

ниях попутно с железной и рядом других руд. За эти годы было добыто 655 т урана в руде, в том числе 474 т на Комбинате № 6. Выпуск урана в химконцентрате на заводах Комбината № 6 составил 366 т (табл. 3).

В табл. 4 показана динамика развития сырьевой базы урана и его добычи в СССР и странах народной демократии в 1945—1950 гг.

Т а б л и ц а 3. Добыча урановой руды и урана в СССР в 1945—1950 гг.

Параметр	1945 г.	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
Добыча руды, тыс. т	18,0	57,0	191,0	299,4	475,9	732,2
В том числе:						
Комбинат № 6	18,0	43,5	148,0	251,4	407,5	589,6
Комбинат № 9	—	13,5	43,0	48,0	68,4	141,0
Горно-химическое РУ	—	—	—	—	—	1,6
Добыча металла в руде, т	14,6	50,0	129,3	182,5	278,7	416,9
В том числе:						
Комбинат № 6	14,6	36,6	86,5	135,7	200,3	264,5
Комбинат № 7	—	—	—	—	14,5	21,8
Рудоуправление № 8	—	—	—	—	—	2,8
Комбинат № 9	—	13,4	42,8	46,8	63,8	126,0
Горно-химическое РУ	—	—	—	—	—	1,1
Ермаковское РУ	—	—	—	—	0,1	0,7
Предприятия Дальстроя	—	—	—	—	5,0	20,1
Выпуск металла в химконцентрате на Комбинате № 6, т	7,0	20,0	65,8	103,3	170,3	236,9
Среднее извлечение металла из отечественных руд, %	—	56,0	57,0	68,7	71,7	74,7

Т а б л и ц а 4. Запасы и добыча урана, т, для атомной промышленности СССР

Страна	1945 г.	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
Запасы урана*						
СССР	348	370	1426	2543	3967	5500
Германия, Чехословакия, Болгария, Польша	—	3	341	1139	1876	3221
Всего	348	373	1767	3682	5843	8721
Добыча						
СССР	14,6	50,0	129,3	182,5	278,6	416,9
Германия, Чехословакия, Болгария, Польша	—	60,3	208,9	451,9	988,7	1639,9
Всего	14,6	110,3	338,2	634,4	1267,3	2056,8

*Состояние запасов урана на 1 января каждого года.

Большинство найденных геологами в первоначальный период становления отрасли урановых месторождений были бедными. В отдельных местах попадались руды несколько лучшего качества, но в очень небольшом количестве.

Однако размах поисков и организации добычи урана был настолько

велик, что СССР полностью обеспечил собственным урановым сырьем свою атомную промышленность.

В настоящее время Россия осуществляет поставки урановой продукции в широком ассортименте во многие страны мира, зарабатывая многие миллионы валютных средств.

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЛИАЛА ЛАБОРАТОРИИ № 2-КБ-11 И ОПЫТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНОЙ БОМБЫ В САРОВЕ МОРДОВСКОЙ АССР

В. Н. Михайлов, Е. А. Негин, Г. А. Цырков

Важнейшим, если не одним из решающих, этапом в реализации советского Уранового проекта является период развертывания деятельности первого отечественного ядерного центра.

К началу 1946 г. работа по конкретизации различных направлений ядерной программы дала первые результаты. Более четко обозначился план первоочередных и стратегических действий. Он включал общую характеристику объемов и содержания научно-исследовательских работ по ядерной физике, геологии, металлургии урана, технологии разделения изотопов, получения плутония.

В процессе развития и наращивания представлений о механизме действия ядерного оружия становилось все более очевидным, что необходим специальный научно-исследовательский центр, деятельность которого была бы целиком и полностью ориентирована на разработку и создание первых образцов ядерного оружия. Ход осуществления отечественного Уранового проекта подтвердил правильность пути, которым уже прошли ученые, специалисты и администрация Манхэттенского проекта. Центральным пунктом этого пути было строительство и развертывание деятельности Лос-Аламосской наци-

ональной ядерной лаборатории США.

В реализацию задач ядерной программы было вовлечено огромное количество научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций и производств оборонного комплекса и многих других направлений, а также отраслей страны. Несмотря на это имелось множество проблем, решение которых было невозможно без формирования особого звена во всей системе, работавшей на Урановый проект. Этим звеном призван был стать крупный комплексный научно-исследовательский институт с различными лабораториями, со специальной измерительной техникой, соответствующими опытными заводами и полигонами.

Обозначился и круг вопросов, которые предстояло решить будущему коллективу центра. Вот только некоторые из них: разработка количественной теории газодинамических и ядерно-физических процессов, изготовление необходимых прецизионных деталей из взрывчатых веществ, создание методов определения свойств различных веществ при сверхвысоких давлениях.

Поскольку головной научно-исследовательской организацией советского Уранового проекта в то время была Лаборатория № 2 Академии

наук СССР, решено было начать организацию ядерного центра как специального конструкторского бюро при этой лаборатории.

8 апреля 1946 г. Совет Министров СССР принял закрытое постановление № 806—327, в котором говорилось о создании КБ-11 (такой условный индекс был придан будущему ядерному объекту) и определялось его руководство в лице начальника конструкторского бюро Павла Михайловича Зернова и главного конструктора Юлия Борисовича Харитона. Задача новой организации ставилась предельно четко — сделать изделие, т. е. ядерную бомбу.

Принятый документ положил официальное начало деятельности по формированию КБ-11. Но проработка данного вопроса началась значительно раньше. В частности, в течение предшествующих трех месяцев решался вопрос о выборе места под будущий ядерный объект.

Выбор места для размещения ядерного объекта

В конце 1945 г. в Первом главном управлении ПГУ была сформирована инициативная группа, в которую вошли заместитель Б. Л. Ванникова по Наркомату боеприпасов П. Н. Горемыкин и будущие, в то время еще не назначенные официально, руководители КБ-11 — П. М. Зернов и Ю. Б. Харитон.

Первые три месяца 1946 г. члены этой группы, вместе и поодиночке, ездили по центральной части европейской территории СССР, присматриваясь к разным предприятиям закрытого типа, т. е. входившим в разные ведомства оборонного комплекса. «Крутились» в основном вокруг Москвы. Судя по всему, с самого начала в замыслы властных структур

Уранового проекта входило размещение ядерного центра в относительной близости от столицы. Объяснения этому просты — послевоенная страна стремилась максимально сэкономить на обеспечении транспортной, воздушной и иных видов связи с местом, где предполагалось развернуть основные работы по созданию первых образцов нового оружия. Ведь чрезмерная удаленность от управленческих звеньев и центральных научно-исследовательских учреждений (в первую очередь от Лаборатории № 2, Института химической физики и др.), расположенных в Москве, потребовала бы больших объемов финансирования и, возможно, создала бы иные трудности в выполнении программы.

С другой стороны, то место, которое искали, должно было быть максимально «незаметным», ибо одно из главных требований со стороны руководства страны и Уранового проекта состояло в гарантировании абсолютной секретности будущего КБ.

Подходящий по всем параметрам «медвежий угол» в центре России было найти нелегко. Поэтому поиски затянулись, и к моменту принятия упомянутого постановления данный вопрос решен не был.

В числе мест возможного размещения ядерного объекта был завод № 550. Он находился в поселке Сарово на границе Мордовской АССР и Горьковской (ныне Нижегородской) области.

Связь Сарова с обороной страны обозначилась в предвоенные годы. В 1938 г. небольшое предприятие спортивного инвентаря, построенное силами заключенных, которые содержались в расположенных на территории поселке исправительно-трудовых лагерях, было передано в ведение Наркомата машиностроения СССР.

Согласно Постановлению ЦК ВКП(б) и Совнаркома СССР о развитии в стране кузнечно-прессового производства в Сарове на базе этого предприятия был развернут небольшой машиностроительный завод.

По номенклатуре, утвержденной «сверху», он должен был производить как кривошипные прессы холодной штамповки, так и осколочно-фугасные снаряды калибра 152 мм. В 1939 г. реконструированный завод начал давать продукцию. В начале следующего года пошел массовый выпуск корпусов для тяжелых снарядов.

С началом войны Указом Президиума Верховного Совета СССР Саровский машиностроительный завод был передан Наркомату боеприпасов. Он стал оборонным предприятием и получил номерной индекс 550.

В конце 1942 г. на заводе началась подготовка к выпуску новой продукции — комплектов деталей к снарядам М-13 для реактивных минометов «Катюша». Начиная со второй половины 1943 г. Саровский машиностроительный завод начал бесперебойные поставки этой продукции в г. Горький на завод «Красное Сормово» для окончательной сборки снарядов.

С января 1946 г. завод входил в ведение нового Наркомата — сельскохозяйственного машиностроения, который стал правопреемником Наркомата боеприпасов. В соответствии с правительственным решением от 7 января 1946 г. новое ведомство было создано на базе предприятий Наркомата боеприпасов, тракторных заводов Комиссариатов транспортно-машиностроения и минометного вооружения, а также частично — предприятий сельскохозяйственного машиностроения. Выделение в назва-

нии нового министерства сельскохозяйственного профиля, хотя он вовсе не определял специфику работы основной массы данных производств, было уже данью секретности.

Когда закончилась Великая Отечественная война и затем война с Японией, основные производства военного назначения завода № 550 были законсервированы. Однако четких указаний относительно дальнейшей деятельности предприятия из Центра не последовало. Попытки руководства завода выйти со встречными предложениями по демилитаризации предприятия не увенчались успехом — никакого отклика из министерства на них не было получено. Это дает основание предполагать, что уже осенью 1945 г. завод № 550 рассматривался как один из возможных вариантов «начальной» базы для создания ядерного центра.

Первым реальным «сигналом» этого явился январский 1946 г. визит П. Н. Горемыкина в Сарово. Заводчанам стало ясно, что это посещение вызвано какими-то чрезвычайными обстоятельствами. Но в чем они состояли, так и осталось загадкой, поскольку о цели своего приезда высокое должностное лицо из Москвы ничего не сообщило.

Впрочем, никаких выводов по итогам этой поездки не последовало и в верхах Уранового проекта. Видимо, производственные и энергетические возможности завода, бедный жилищный фонд поселка (кроме старых монастырских строений здесь было всего 150 домов частного владения), плохая транспортная связь с Центром (17 проселочных и грунтовых дорог, выходивших из Сарова, и одна узкоколейная железнодорожная ветка, связывавшая поселок со станцией Шатки), непролазная грязь внутрипоселковых дорог, запущенные

постройки бывшего монастыря — все это не особенно вдохновляло П. Н. Горемыкина на какие-то конкретные предложения относительно возможности использования данного места для размещения КБ-11.

Однако безуспешность трехмесячных поисков территориальной привязки будущего ядерного объекта заставила начальника ПГУ Б. Л. Ваникова вновь обратить внимание на Сарово и завод № 550. На этот раз он предложил съездить в поселок П. М. Зернову и Ю. Б. Харитону.

Первого апреля 1946 г. будущие руководители ядерного объекта вместе с И. И. Никитиным, представителем Ленинградского проектного института, впоследствии головной организации по проектированию КБ-11, прибыли в Сарово. Пробыв здесь два дня и детально ознакомившись с состоянием заводского хозяйства, внимательно присмотревшись к местности, группа московских гостей уехала, вновь не объяснив причины своего визита. Но, как оказалось впоследствии, на этот раз судьба Сарова была решена. Вскоре после этого была поставлена последняя точка в решении вопроса о размещении ядерного объекта.

С исторической точки зрения интересно, почему именно такое решение было принято, тем более что современное отношение к нему явно неоднозначно. Но вряд ли надо сегодня искать какой-то скрытый смысл в данной проблеме. Фактом является то, что претендентов на принятие ядерщиков было несколько, и победа Сарова объяснялась вполне объективными причинами.

Решающую роль сыграло само положение поселка — близость к Москве и одновременно настоящая глушь российской глубинки, усиленная природной лесистостью местнос-

ти. Леса в этих местах носили отпечаток некой первозданности, отсутствовали даже просеки. Это явно благоприятствовало полной закрытости ядерного объекта. Существенное значение имело и то, что местность в целом была малонаселенной, а территория, которую можно было бы использовать для проведения предстоящих работ со взрывчатыми веществами, достаточно обширной.

С учетом всего этого на второй план отступал тот факт, что завод № 550 давал крайне недостаточные возможности даже для первоначального обоснования ядерного центра. Фактически его предстояло построить заново. А то обстоятельство, что данные места были традиционно популярными среди православных паломников, в то время, когда данное решение утверждалось, вообще не принималось во внимание.

Много разных людей повидала за свою богатую событиями историю древняя саровская земля. Теперь ей было уготовано принять новых обитателей.

Историческая справка о Сарове

История Сарова начиналась с мордовской тверди — укрепленного населенного пункта мордовских племен, издавна живших на этих землях. В период завоевательных походов русских князей в 1226—1239 гг. твердь была захвачена русскими, о чем свидетельствовали кресты, найденные впоследствии в проводившихся здесь раскопках.

Потом наступили времена монголо-татарского ига. В местах, где в середине XX в. предстояло возникнуть первому ядерному центру страны, была возведена крепость Сараклыч. Она была большой и хорошо укрепленной почти шестиметровым

валом, проходившим по дуге от одной реки к другой (реки Сатис и Саровка). «Татарский вал» оказался долгожителем. Он просуществовал 650 лет и был срыт окончательно уже в бытность ядерного объекта.

Сама же крепость Сараклыч жила почти век. В 1389 г. она пала под ударами русских войск, поддержанных мордовским населением. Татары бежали в глухие леса, и здешние места надолго опустели.

Новая жизнь в Старое городище бывшей золотоордынской крепости пришла только во второй половине XVII в. Первыми здесь поселились монахи-пустынники. В 1706 г. была построена первая деревянная церковь. К этому времени русское население, жившее в добрососедских отношениях с местной мордвой, значительно выросло. Оно постоянно пополнялось за счет крестьян центральной России, бежавших от крепостного ига, негативные проявления которого в центре страны были всегда сильнее, чем на окраинах.

В начале XVIII столетия для этих мест начинается отчет новой исторической эпохи — монастырской. Сати-со-Градо-Саровская пустынь, функционировавшая как мужской монастырь, постепенно застраивалась. Во второй половине века здесь был возведен Успенский собор, по праву считавшийся главной достопримечательностью пустыни. Росли популярность монастыря, а вместе с ней и его материальное благополучие. Духовным пастырем монастыря стал Серафим Саровский, чья жизнь в течение полувека была связана с монастырем.

Решением Святейшего Синода русской православной церкви 29 января 1903 г. Серафим Саровский был причислен к лику святых. Официальная церемония канонизации, в которой участвовала императорская семья,

состоялась в Саровском монастыре летом того же года. Это был год семидесятилетия смерти Серафима Саровского*.

В XX век Саровский монастырь вступил благополучным и процветающим. Он был одним из самых богатых и популярных в центральной России. Многие считали его православным Иерусалимом. По церковным праздникам со всей России сюда направлялись толпы паломников. В этой известности немалую роль играли слухи о целебной силе саровской воды.

Октябрьские события 1917 г. внесли в жизнь монастыря необратимые изменения. Первые конфискационные мероприятия в отношении монастыря были объявлены новой властью уже в 1918 г., а в 1921 г. его имущество было провозглашено народным достоянием. 24 марта 1927 г. было принято правительственное решение о ликвидации Саровского монастыря. Служители были изгнаны, а имущество и строения конфискованы и переданы в ведение Нижегородского управления Народного комиссариата внутренних дел.

Так была открыта следующая страница истории здешних мест, связанная вначале с беспризорщиной, потом — с ГУЛАГом и, наконец, — с обороной страны.

Начиналась эта страница с детской трудовой коммуны, созданной на базе бывшего монастыря в 1928 г. Просуществовала она три года и оставила след в истории в виде первой железной дороги, пришедшей в Сарово. Она была узкоколейной и соединила поселок со станцией Шатки с последующим выходом на транспортную сеть страны, в первую оче-

*Саровская пустынь. Краткое историческое описание. Арзамас-16. 1991 г. Репринт издания 1825 г., Москва.



Центральная часть поселка Сарово



Западная часть поселка Сарово

редь на Нижний Новгород — центр региона.

В ноябре 1931 г. трудовая коммуна в Сарове была закрыта. Появился

первый лагерь ГУЛАГа — исправительная трудовая колония (ИТК) для подростков и взрослых заключенных. Поначалу здесь содержались только

лица, осужденные за уголовные преступления. Затем появились и «политические».

Силами заключенных был построен завод спортивного инвентаря, в последующем ставший основой для машиностроительного производства. Это произошло уже в предвоенный период.

Так монастырская эпоха в жизни Сарова сменилась оборонной, которая длится по сегодняшний день...

Первые шаги в создании КБ-11

Официальное решение о базировании КБ-11 на территории Сарова было принято 13 апреля 1946 г. комиссией, образованной Спецкомитетом при Первом главном управлении в составе Б. Л. Ванникова, И. В. Курчатова, А. П. Завенягина, П. М. Зернова и Ю. Б. Харитона. На основании этого решения в ПГУ был подготовлен проект постановления Совета Министров СССР, которым предписывалось возложить проведение всех строительных работ по созданию ядерного объекта на Главпромстрой МВД СССР. В распоряжении этого ведомства находились все строительные мощности и рабочие руки заключенных ГУЛАГа.

Основные сооружения ядерного объекта намечалось ввести в действие в две очереди. Для решения задач по строительству КБ-11 была создана специальная организация в рамках Главпромстроя — Строительное управление № 880 МВД СССР, начальником которого был назначен подполковник А. С. Пономарев.

Приказом Б. Л. Ванникова № 090 все имущество завода № 550 — оборудование, здания и т. п. — вместе со всеми работавшими на заводе было передано в подчинение Стройуправлению МВД. Обоснование передачи

было кратким — для проведения реконструкции и осуществления нового строительства.

25 апреля 1946 г. на станцию Шатки, где была создана перевалочная база завода № 550, прибыла первая большая группа работников МВД. В нее входили А. С. Пономарев, его заместитель И. С. Голов, ведавший «контингентом» (так в то время в официальных документах назывались заключенные), и другие сотрудники Министерства внутренних дел, возглавлявшие его различные функциональные службы — транспорт, связь, снабжение и т. п.

Развернулась деятельность по «инвентаризации» производственного оборудования, перерегистрации работавших на заводе 850 человек. Некоторое время несколько цехов продолжали работать — делали различные инструменты и приспособления для строительных работ. Затем завод был полностью остановлен на коренную реконструкцию.

18 мая 1946 г. в ПГУ был подготовлен проект постановления Совета Министров СССР «О плане развертывания работ КБ-11 при Лаборатории № 2 АН СССР». 25 мая проект был подписан И. В. Сталиным, и 21 июня Совет Министров принимает постановление № 1286—525 о строительстве научно-исследовательской базы для реализации Уранового проекта КБ-11.

В соответствии с этим постановлением первая очередь объекта должна была войти в строй уже к 1 октября 1946 г., а вторая — к 1 мая следующего года. Начальный объем капитальных вложений предусматривался в сумме 30 млн. руб.

Перед КБ-11 была поставлена задача создания ядерной бомбы в двух вариантах — плутониевом с использованием сферического обжатия и

урановом-235 с пушечным сближением. Завершающим этапом должны были стать государственные испытания их зарядов на специальном полигоне. Наземный взрыв заряда имплозивной плутониевой бомбы намечали провести до 1 января 1948 г., урановой — до 1 июня этого же года. Кроме образцов, предъявленных для наземных испытаний, перед разработчиками была поставлена задача подготовки образцов ядерного оружия в виде авиационных бомб с двумя вышеуказанными вариантами зарядов.

Вслед за правительственным решением вышли два уточняющих приказа — начальника ПГУ Б. Л. Ванникова и начальника Главпромстроя А. Н. Комаровского, в которых был представлен детальный план первоочередных действий по строительству ядерного центра.

В частности, предусматривались экстраординарные меры, призванные обеспечить выполнение правительственного решения. К ним относились: отмена лимитов на расходование горючего, выполнение всех строительно-монтажных работ без утвержденных смет и проектов, оплата труда по фактическим затратам, финансирование строительства через Госбанк по фактической стоимости. Предполагалось также введение особых льгот для будущих сотрудников ядерного объекта, в том числе надбавки к оплате труда, бронирование жилья в любом городе страны при выезде на объект, выделение специальных лимитов дополнительного питания и т. п.

Решением ПГУ было выделено 5 тыс. долл. на приобретение иностранной технической литературы для создания на объекте библиотеки.

Единственная железнодорожная ветка, соединявшая объект с «боль-

шой землей», была передана в ведение Стройуправления № 880 и оперативно, насколько это было возможно, реконструирована. Но основным средством сообщения с Москвой в течение первых лет существования объекта оставалась авиация. В распоряжение КБ-11 было выделено три самолета. Объектовский аэродром был введен в эксплуатацию в начале ноября 1946 г.

Что же касается нормального железнодорожного сообщения, то вынужденная строжайшая экономия средств (на начальном этапе создания объекта они в первую очередь направлялись на производственное строительство) не позволяла решить этот вопрос вплоть до 1950 г., когда была введена в действие новая ширококолейная железнодорожная ветка протяженностью 72,6 км, обеспеченная всеми необходимыми сопутствующими сооружениями.

Уже к концу лета 1946 г. стало ясно, что намеченный объем финансирования строительства КБ-11 явно недостаточен. В январе 1947 г. уточненная цифра составляла 88 млн. руб.

В дальнейшем увеличение бюджетных ассигнований шло путем «защиты» в ядерном центре конкретных направлений в развертывании строительства.

Одним из них стало сооружение системы защиты объекта от внешнего мира. Характер и цели развертывавшейся здесь производственной деятельности подлежали полному засекречиванию. 17 февраля 1947 г. И. В. Сталин подписал постановление Совета Министров СССР № 297-130, согласно которому КБ-11 было отнесено к особо секретным режимным предприятиям с превращением его территории в закрытую зону. Причем закрывалась не только про-

изводственная, но жилая часть территории. Предстояло оградить значительную площадь в форме шестиугольника с общим периметром зоны 56,4 км.

С лета 1947 г. начались работы по созданию соответствующих условий обеспечения режима объекта — было сооружено ограждение территории, построены сторожевые вышки, контрольно-пропускные пункты, перекрыты все дороги и т. д. К началу 1948 г. территория ядерного объекта была полностью отрезана от «большой земли». Все здесь «просматривалось», все было подконтрольно режимным службам. Создание системы защиты объекта оценивается по ценам 1945 г. более чем в 6 млн. руб.

В 1947 г. поселок Сарово был «стерт» со всех карт СССР. Он был изъят из административного подчинения Мордовской ССР и исключен из всех учетных материалов. По этому поводу было принято специальное постановление Президиума Верховного Совета СССР от 17 июля 1947 г.

Анонимное существование объекта было закодировано. Первыми специальными обозначениями КБ-11 были — «Объект-550» и «База-112». С весны 1949 г. приказом ПГУ было введено новое условное наименование — Приволжская контора Главгостроя СССР. Для почтовой связи использовались другие названия, в основном «почтовые ящики» — № 49, 51, 214 и др. Наиболее долго «держался» адрес — «Москва, Центр-300».

Вместе с ростом объекта он приобретал и новые имена. Первым из них (предложение П. М. Зернова) был Ясногорск, но официальное утверждение этого названия по каким-то причинам не состоялось. Затем в практику оформления разного рода

документов непроизводственного характера вошел Кремлев (в январе 1994 г. постановлением Правительства России это название утверждено как официальное). Но более широко известным является Арзамас-16, с которого началась относительная открытость ядерного центра в 90-е годы. Причем название Арзамас в обозначении объекта использовалось дважды с разными цифровыми добавками. Вначале был Арзамас-75 (на таком расстоянии ядерный центр расположен от «настоящего» Арзамаса). Его сменил тоже Арзамас, но с индексом 16.

Эти постоянные переименования объяснялись стремлением соответствующих государственных структур сохранить секрет территориального размещения одного из основных центров страны по созданию ядерного оружия.

С начала 1946 г. и до 90-х годов не только собственно ядерный центр КБ-11 (с 1 января 1967 г. — ВНИИЭФ), но и вся жилая зона объекта были жестко закрыты от внешнего мира. Любая утечка информации о том, что происходило за колочей проволокой и следовыми полосами, окружившими всю территорию бывшего поселка Сарово, рассценивалась как чрезвычайное происшествие, а виновные в разглашении подобных сведений наказывались со всей строгостью, вплоть до ареста и предания суду с последующим тюремным заключением.

Само строительство объекта не сразу набрало необходимый темп. К концу 1946 г. стало ясно, что срываются сроки ввода не только жилых зданий (без чего невозможно было привозить на объект необходимых специалистов), но и производственных. В марте 1947 г. было принято постановление Совета Министров

СССР (№ 652—227), в соответствии с которым срок окончания строительства первой очереди КБ-11 был перенесен на 15 апреля 1947 г., а второй очереди — на 1 сентября 1947 г.

Для успешного выполнения основных задач по новым срокам строительства был усилен централизованный контроль за его ходом. В апреле 1947 г. уполномоченным Совета Министров СССР при Лаборатории № 2 и КБ-11 стал генерал-майор Н. И. Павлов — молодой, энергичный, предприимчивый представитель ведомства Л. П. Берия. Руководитель СУ-880 А. С. Пономарев был отозван в Главпромстрой СССР. Новым начальником строительства КБ-11 стал В. И. Анисков, отличавшийся от предшественника на этой должности большими твердостью и требовательностью.

В августе 1947 г. в Москве состоялось совещание под председательством научного руководителя Уранового проекта И. В. Курчатова, на котором были детально проанализированы причины отставания в ходе строительства. По итогам совещания была направлена информационная справка в Спецкомитет.

Подключение всех центральных служб и ведомств к решению вопросов, связанных со строительством КБ-11, довольно быстро дало положительные результаты.

К концу 1947 г. стоимость производственных объектов, введенных в эксплуатацию, составила 62 млн. руб., что в сравнении с аналогичной цифрой по итогам 1946 г. означало рост почти в 3,5 раза. Было завершено строительство основных производственных сооружений. В частности, были приняты в эксплуатацию цеха первого и второго опытных заводов КБ-11, в которых начался монтаж оборудования и подготовка к произ-

водственной деятельности. Завершалось оснащение лабораторных корпусов, казематов и полигонов для проведения большого объема работ со взрывчатыми веществами, налаживалась инфраструктура всего объектовского хозяйства (водопровод, канализация, телефонизация), была реконструирована ТЭЦ и т. д.

Настоящий прорыв в жилищном строительстве наметился к концу 1948 г. — началу 1949 г. Было заселено в общей сложности 119 новых жилых домов. Ядерный объект все больше приобретал облик небольшого компактного города, жившего по особым законам, диктовавшимся спецификой той основной деятельности, которой занимался коллектив КБ-11.

26 июня 1946 г. начальник ПГУ Б. Л. Ванников подписал приказ, в котором регламентировались и конкретизировались основные направления практического выполнения постановлений Совета Министров СССР о создании ядерного центра.

В соответствии с этим приказом началась работа по обеспечению КБ-11 необходимыми кадрами и развертыванию намеченных работ по созданию первых образцов ядерного оружия.

Развертывание деятельности основных подразделений КБ-11

В декабре 1946 г. начальник КБ-11 П. М. Зернов и главный конструктор ядерного объекта Ю. Б. Харитон подготовили обширную пояснительную записку «О кадрах, необходимых для развертывания научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в КБ-11». Она была направлена в Первое главное управление. В записке были перечислены тринадцать основных тем, под которые предсто-



П. М. Зернов



Ю. Б. Харитон

яло подобрать конкретных специалистов.

Среди запрашиваемых категорий работников, необходимых для КБ-11, были указаны научные работники по исследованию взрывных процессов, по ядерной физике, аналитической химии, радиотехнике, рентгенографии, радиохимии, инженеры-конструкторы по вакуумной технике, специалисты по артиллерийским системам, по аппаратуре высоких напряжений, по точной механике, инженеры-пиротехники, машиноведы, механики, металлографы, инженеры-механики по боеприпасам и др. Одновременно запрашивались рабочие кадры большого спектра различных специальностей, в том числе прессовщики взрывных веществ, литейщики взрывных веществ, токари-универсалы, формовщики, шлифовщики и др.

Все кандидаты на работу в КБ-11 проходили специальную проверку в службах госбезопасности. Только

после их одобрения нужные объекту специалисты прибывали на место своей новой работы. При успешном прохождении проверки окончательная формулировка, как правило, была следующей: «Направляется на спецработу по решению ЦК ВКП(б)» (постановление Секретариата ЦК ВКП(б), протокол № 268 от 16 июля 1946 г.).

Профессиональный состав специалистов, набравшихся на объект, был очень широк. В определении перечня необходимых специальностей руководители КБ-11 исходили из конструкции самой бомбы и составляющих ее частей, а также теоретических аспектов всех процессов, которые протекают при ядерном взрыве.

Каналы формирования кадрового корпуса КБ-11 были различными. Это и военные ведомства, включая высшие военные учебные заведения и академии, и партийные мобилизации, которыми занимались партийные органы на местах (Горьковская,

Пензенская, Саратовская, Ленинградская, Новосибирская области, Урал, Алтайский и Красноярский края). Действовала также система персональных прикомандирований научных работников ведущих научно-исследовательских организаций (Института химической физики, НИИ-6 МСХМ и др.) и вузов.

Развертывание деятельности первых научно-исследовательских лабораторий КБ-11 началось весной 1947 г. К этому времени были готовы для работы первый лабораторный корпус и казематы на одной из испытательных площадок. С мая начался приток специалистов.

Лабораторию № 1 КБ-11 возглавил М. Я. Васильев, прибывший из НИИ-6. В задачи лаборатории входили исследование и отработка фокусирующих систем натуральных размеров, а также совместная деятельность с сотрудниками ИХФ по созданию скоростных фоторегистрантов. В числе первых сотрудников лаборатории были А. Д. Захаренков, С. П. Егоров, Н. И. Нецветов, В. И. Кирсанов, А. С. Баранов, Л. Ф. Докучаев, Н. С. Повышев, Ю. Н. Горелов и др.

Лабораторией № 2 руководил А. Ф. Беляев из Института химической физики. Коллектив лаборатории, в первый состав которого входили В. М. Некруткин, Е. А. Феоктистова, В. К. Боболев, П. И. Рой, Н. Ф. Шумейко, А. И. Чеканов, Б. А. Терлецкая и др., занимался исследованием детонации взрывчатых веществ.

Лаборатория № 3 была под началом В. А. Цукермана и занималась разработкой методов сверхскоростной рентенографии быстротекущих процессов взрыва и обжата металлического сердечника в шаровом заряде, разработкой способов измерения скорости массы движе-

ния продуктов взрыва, а также решением задач прикладного характера по совершенствованию методик и созданию принципиально новой аппаратуры. Вместе с В. А. Цукерманом эту деятельность начинали А. А. Бриш, С. Б. Кормер, К. К. Крутников, И. Ш. Модель, М. А. Манакоева, В. В. Софьина, М. С. Тарасов, М. А. Канунов.

Лабораторию № 4 возглавил приехавший в КБ-11, как и В. А. Цукерман, из Института машиноведения АН СССР Л. В. Альтшулер. В задачи ее коллектива входило определение уравнения состояния вещества при сверхвысоких давлениях (под воздействием ударной волны сферического заряда), исследование моделей центральной части заряда. В лаборатории начинали работать А. А. Баканова, М. И. Бражник, Б. Н. Леденев, А. Т. Завгородний, М. П. Сперанская, Д. М. Тарасов и др.

Одной из первых лабораторий КБ-11 была лаборатория натуральных испытаний. Она была пятой по счету, и руководил ею первый заместитель главного конструктора КБ-11 К. И. Щелкин. Здесь начинали деятельность Н. А. Казаченко, А. В. Шорилов, Г. А. Цырклов, С. Н. Матвеев, В. И. Жучихин и др. Круг задач, решавшихся ими, был исключительно широк и связан с исследованием ядерного заряда в целом в натуральных испытаниях. Специальная аппаратура, необходимая для этого, создавалась самими исследователями или по их техническим заданиям.

Лабораторию № 6 создавал в КБ-11 прибывший из Казанского университета профессор Е. К. Завойский, а следующую по счету, седьмую — А. Я. Апин из Института химической физики. Ведущими специалистами в ней были В. А. Алек-

сандрович, М. В. Дмитриев, В. А. Давиденко. В 1949 г. А. Я. Апин вернулся в Москву, и в дальнейшие годы руководителем лаборатории, в которой разрабатывался нейтронный запал, был В. А. Александрович.

Член-корреспондент АН СССР Н. В. Агеев из Института общей и неорганической химии руководил созданием в КБ-11 лаборатории № 8, коллектив которой занимался проблемами урана и плутония, технологическими аспектами изучения их свойств и характеристик в целях применения этих ядерных материалов в конструкции ядерной бомбы.

Конструкторские подразделения КБ-11 начали формироваться с начала 1947 г. Вначале это направление работ возглавлял В. А. Турбинер, а «пионерами» конструкторского коллектива были Г. И. Матвеев, Н. Г. Маслов, П. А. Есин, Д. М. Урлин, М. М. Пузырев, И. П. Колесов, В. Ф. Гречишников, Н. А. Терлецкий, С. Г. Кочарянц, И. В. Алексеев, В. А. Профе, С. И. Карпов, И. А. Хаймович, В. А. Зуевский и др. Летом 1948 г. произошла реорганизация конструкторской части подразделений КБ-11. Было создано два конструкторских сектора — НКС-1 и НКС-2.

Первый возглавил генерал-майор Н. Л. Духов, приехавший в КБ-11 с Кировского завода в Челябинске, где он был главным конструктором, а второй — НКС-2 — капитан первого ранга В. И. Алферов, до этого бывший директором торпедного завода на Каспии. Спустя два года было принято решение создать вновь единый конструкторский сектор. Этого потребовали интересы дела. Во главе КБ-11 встал Н. Л. Духов. Под его началом трудились коллективы одиннадцати отделов, решавших самые разнообразные задачи, к которым относились:

- разработка баллистического корпуса бомбы и ее документации;
- разработка самого заряда;
- разработка системы автоматики бомбы;
- создание системы электрического инициирования заряда;
- разработка контрольно-стендовой аппаратуры для системы автоматики, радиоконтрольной аппаратуры и т. п.

В январе 1948 г. в КБ-11 была организована лаборатория № 9 по измерению критических масс. Ее руководителем стал Г. Н. Флеров, а в первом составе сотрудников были Ю. С. Замятнин, Д. П. Ширшов, А. И. Веретенников, А. А. Березин, И. А. Курилов, И. Н. Сафина, Н. А. Волкова и др. Основной задачей коллектива было изучение характеристик взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами тяжелых элементов и деления ядер. Огромный вклад в создание уникальной аппаратуры, не имевшей аналога в то время в стране, внесли научный сотрудник лаборатории М. В. Дмитриев и мастер Е. Ф. Вырский.

Лаборатория № 10 по нейтронно-физическим измерениям во главе с А. П. Протопоповым и теоретическая лаборатория (вскоре она стала называться отделом № 50) под руководством Я. Б. Зельдовича были созданы в КБ-11 в феврале 1948 г.

В дальнейшие годы рост объемов и сложности задач, решавшихся в КБ-11, потребовал увеличения численности физиков-теоретиков. В 1949 г. отдел Я. Б. Зельдовича включал две самостоятельные лаборатории, руководителями которых были Д. А. Франк-Каменецкий и Е. И. Забабахин. К этому времени в ядерном центре уже работали А. С. Компанеев, Г. М. Гандельман, Н. А. Дмитриев, В. Е. Гаврилов, Е. А. Негин.

Центр физико-теоретических исследований, создававших фундаментальную основу для активного продвижения вперед в деле дальнейшего совершенствования образцов ядерного оружия, постепенно перемещался в КБ-11. Эта тенденция набрала силу в период разработки термоядерной бомбы, когда ряд теоретиков из ФИАН, Института химической физики и других ведущих исследовательских центров страны были прикомандированы к КБ-11. В их числе были И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров, Ю. А. Романов, Н. Н. Боголюбов и др.

Наряду с оформлением организационной структуры и развертыванием деятельности научно-исследовательских, экспериментальных и опытно-конструкторских подразделений КБ-11 в 1948 г. в основном завершилось становление опытного производства ядерного центра — заводов № 1 и 2. Директором первого из них на самом сложном этапе строительства и налаживания работы был А. К. Бессарабенко, ставший чуть позже первым заместителем директора КБ-11 по опытному производству в целом. Первым директором завода № 2 — уникального в своем роде боеприпасного предприятия — был инженер-полковник А. Я. Мальский.

Если коротко характеризовать вклад коллективов опытных заводов КБ-11 в осуществление Уранового проекта, то следует сказать, что они сыграли решающую роль в обеспечении базы научных исследований и конструкторских разработок. Здесь были изготовлены первые опытные образцы отечественной ядерной бомбы, осуществлялась вся подготовка к государственному испытанию РДС-1.

Заводы работали напряженно,

творчески, своими силами создавая все необходимое для решения поставленных перед ними задач. Огромные сложности были преодолены в процессе освоения новых технологий.

В частности, были успешно освоены технологии обработки сферических оболочек и шаровых поверхностей, обработки стержней из урана, было налажено производство форм (кокилей) для отливки оснований и линз зарядов из взрывчатых веществ с последующей передачей наработанного опыта оборонному заводу № 92 в Горьком и многое другое.

Среди производственников КБ-11, внесших большой личный вклад в реализацию всех этих задач, были А. К. Бессарабенко, Н. А. Петров, В. В. Касютыч, Ф. К. Якубов, П. Д. Панасюк, В. Д. Щеглов, А. И. Новицкий, И. М. Иванов, А. М. Морозов, Т. Н. Аполлонов (завод № 1); Г. П. Крюков, Н. А. Смирнов, М. А. Квасов, А. И. Головкин, А. М. Комаров, Б. М. Глазков, И. П. Колесов, А. Я. Титов, Б. М. Кеда, Н. А. Лавров, В. Н. Пурусов, В. А. Порхун (завод № 2) и др.

Все сотрудники КБ-11 прилагали максимум усилий для того, чтобы выполнить в сроки, установленные правительством, порученное им задание. Однако в конце 1947 г. стало очевидно, что сделать это не удастся. Причины носили как объективный, так и субъективный характер. Первая состояла в ограниченных финансовых, экономических и материально-технических возможностях послевоенной страны. Для успешного завершения Уранового проекта делалось очень многое, но и этого по совокупности оказалось недостаточно.



Здание, в котором в 1947–1948 гг. размещались первые лаборатории КБ-11

Вторая причина — недооценка самой сложности и объемности задачи создания нового оружия. По ходу дела выяснилось, что сделать предстояло значительно больше, чем представлялось поначалу, в частности тогда, когда принималось июньское постановление правительства в 1946 г.

В январе 1948 г. руководители ПГУ и КБ-11 (Курчатов, Первухин, Завенягин, Харитон, Александров, Зернов) обратились в Совет Министров СССР с предложением уточнить сроки завершения различных этапов разработки первой ядерной бомбы. За этим последовала подготовка проекта постановления Совета Министров СССР, которое вышло в окончательном варианте 8 февраля 1948 г.

В соответствии с этим постановлением КБ-11 предписывалось изготовить и предъявить на государственные испытания один комплект РДС-1 с полным снаряжением к 1 марта 1949 г. и один комплект РДС-2 с полным снаряжением к 1 декабря 1949 г. Первое главное уп-

равление при Совете Министров СССР и Комбинаты № 817 и 813 были ответственны за изготовление по техническим условиям КБ-11 деталей из плутония и их предъявление к 1 января 1949 г., а также деталей из урана-235 и поставку их в КБ-11 к 1 апреля 1949 г.

Ядерный центр должен был провести все необходимые научно-исследовательские работы с непосредственным участием теоретиков из Института химической физики, изготовить РДС-1, а затем РДС-2.

В дальнейшем это постановление было уточнено письмом П. М. Зернова, Ю. Б. Харитона, К. И. Щелкина и Н. Л. Духова в адрес Л. П. Берия в апреле 1949 г.

В целом реальный вклад КБ-11 в создание первого образца ядерного оружия в СССР можно охарактеризовать следующим образом.

По своему составу РДС-1 включала в себя две группы комплектующих узлов и приборов: первая — баллист-

тический корпус с установленными в нем узлами на заводе-изготовителе, вторая — узлы, не монтируемые в корпус, хранившиеся и транспортировавшиеся отдельно от него. Их монтаж производился на полигоне. Судя по наименованиям узлов, блоков, систем первой группы предприятием-разработчиком всех являлось КБ-11. Среди предприятий-изготовителей был ряд номерных оборонных заводов. Из второй группы узлов только два блока из шести разрабатывались вне ядерного центра. Три

узла изготовлялись во внешних организациях, а остальные создавались в КБ-11.

Таким образом, КБ-11 — будущий федеральный ядерный центр — Всероссийский НИИ экспериментальной физики — сыграл ведущую и решающую роль в осуществлении советского Уранового проекта как на начальном этапе становления отечественного ядерного оружейного комплекса, так и в последующие годы его наращивания и совершенствования.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ КБ-11 И ПРИВЛЕЧЕННЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В ХОДЕ РАЗРАБОТКИ ПЕРВОЙ СОВЕТСКОЙ ЯДЕРНОЙ БОМБЫ

В. Н. Михайлов, Е. А. Негин, Г. А. Цырков

О задачах, решаемых в ходе создания ядерного оружия в целом и первой советской ядерной бомбы, подробно сказано в предыдущих главах.

В последний, предновогодний день 1940 г. в газете «Известия» была помещена статья «Уран-235», в которой было высказано пророческое предсказание о скором открытии человечеством нового источника энергии.

Следует также отметить, что в довоенный период (1933–1940 гг.) в СССР было проведено пять Всесоюзных научных конференций по физике атомного ядра, в работе которых активное участие принимали зарубежные ученые, занимавшиеся данной проблемой.

В 1938 г. для координации ядерных исследований была организована комиссия по атомному ядру под председательством С. И. Вавилова, а в 1940 г. — Урановая комиссия при Академии наук СССР под председательством В. Г. Хлопина, которая занималась вопросами технологии и поиска месторождений урановых руд.

Примерно с 1940 г. лидерство в области исследовательской деятельности по урановой проблеме, а затем и практической реализации ее достижений в военном деле захватили США. Этому благоприятствовали два обстоятельства: во-первых, финан-

совые, производственные и иные возможности этой страны, а во-вторых, — эмиграция в США по разным мотивам ученых-физиков из Европы, принявших участие в осуществлении американского уранового проекта.

18 июня 1942 г. в США был создан специальный округ инженерных войск для выполнения всех работ по Манхэттенскому проекту, а в ноябре того же года — Лос-Аламосская ядерная лаборатория США.

16 июля 1945 г. в США было проведено испытание первой ядерной бомбы, успешно завершившее выполнение Манхэттенского проекта.

Физические основы и конструктивные особенности первых ядерных зарядов

В ряду ядерных взаимодействий особое место занимают реакции с участием нейтронов, которые не имеют электрического заряда и поэтому сравнительно легко проникают в ядро. Взаимодействие нейтронов с ядрами урана-235 приводит к делению ядра урана на две части с относительной атомной массой элементов из середины Периодической системы Менделеева и с соответствующим выделением энергии.

Образующиеся в результате деления ядра осколки содержат избыток нейтронов по сравнению со стабильными ядрами с теми же значениями массового числа. Поэтому при делении урана-235 нейтронами образуются 2–3 свободных нейтрона на один акт деления. Эти нейтроны в свою очередь могут делить ядра урана-235 и вновь освобождать 2–3 нейтрона на каждый акт деления. Реакция деления в этом случае носит цепной характер и сопровождается взрывом делящегося материала с мощным энерговыделением.

Условием развития цепной реакции является рост числа нейтронов в делящемся веществе, т. е. число возникающих в системе нейтронов должно превышать количество уходящих. Рождение нейтронов происходит во всем объеме V делящегося материала, а уход из системы — через его внешнюю поверхность S . Изменение числа нейтронов определяется отношением $V/S = R$, где R — линейный размер системы. При увеличении массы активного вещества наступает такое состояние, когда число рождающихся в системе и уходящих из нее нейтронов остается постоянным. Эта масса активного вещества называется *критической*, т. е. той минимальной массой делящегося вещества, которая обеспечивает протекание самоподдерживающейся цепной ядерной реакции.

В критическом состоянии приближенно имеет место соотношение $R\rho = \text{const}$, где R — характерный линейный размер системы, а ρ — плотность делящегося материала.

Обозначив массу делящегося материала буквой M , условие критичности можно записать в виде $M\rho^2 = \text{const}$. Отсюда следуют два способа перевода системы в надкритическое состояние, при котором происходит

ядерный взрыв — или увеличение массы делящегося вещества без изменения его плотности, или повышение плотности активного вещества за счет его сжатия.

Ядерные заряды, в которых перевод делящихся материалов в надкритическое состояние осуществляется за счет сближения отдельных его частей, т. е. путем увеличения массы, были названы *зарядами пушечного типа*. Заряды с обжатием активного вещества, для чего, как правило, используется сходящийся сферический взрыв химических взрывчатых веществ (ВВ), получили название *зарядов имплозивного типа*.

Атомные бомбы с ядерными зарядами обоих типов — имплозивного и пушечного — были разработаны и изготовлены впервые в Лос-Аламосской лаборатории США. В реализации американского уранового проекта принимали участие многие выдающиеся представители физической науки разных стран Европы — Англии, Германии, Франции, Италии и др.

Первым зарядом, испытанным в пустыне Аламогордо (16 июля 1945 г.), был заряд имплозивного типа. 6 августа того же года жители японского города Хиросимы стали жертвами взрыва ядерной бомбы пушечного варианта. 9 августа 1945 г. второй японский город, Нагасаки, был превращен в руины и пепел взрывом бомбы имплозивного типа.

Так достижения физики, приведшие к возможности использования энергии, выделяющейся в процессе ядерных реакций, были обращены не на благо, а против человечества. Хотя иной путь использования этих достижений, конечно, существовал и существует.

Кажущаяся простота физической схемы ядерных зарядов обманчива.

Чтобы убедиться в этом, достаточно обратиться к конструктивным особенностям ядерных зарядов обоих вышеперечисленных типов — пушечного и имплозивного. Каждый из них сложен по-своему, имеет свои достоинства и недостатки.

Создание отечественного ядерного оружия началось с разработки двух вариантов ядерной бомбы. Они получили названия РДС-1 и РДС-2.

В тактико-техническом задании, подписанном Ю. Б. Харитоновым 1 июля 1946 г., говорилось следующее.

В первом варианте (имплозивном) рабочим веществом является плутоний, во втором варианте (пушечном) — уран-235. В первом варианте переход через критическое состояние осуществляется посредством взрыва специально сконструированного заряда, составленного из блоков обычного взрывчатого вещества, образующих полую сферу с плутонием внутри; во втором варианте переход осуществляется посредством сближения двух тел из урана выстрелом из специальной пушки. В первом варианте в центре плутониевого заряда помещается нейтронный взрыватель, обеспечивающий возникновение взрыва основного заряда плутония в момент фокусировки. Детонация сферы из взрывчатого вещества осуществляется посредством одновременного срабатывания группы распределенных по поверхности сферы электродетонаторов, управляемых автоматическим высотным взрывателем.

В этом же техническом задании оговаривалось, что ядерная бомба должна была изготавливаться в виде фугасной авиационной бомбы весом не более 5 т, диаметром не более 1,5 м и длиной не более 5 м.

Бомба должна была иметь аппаратуру, обеспечивавшую ее срабаты-

вание над поверхностью земли с заданной точностью, а также устройство, ликвидирующее бомбу в случае отказа высотного взрывателя и удара о землю.

В бомбе РДС-2 с зарядом пушечного типа переход в критическое состояние достигался сближением двух кусков делящегося материала — урана-235.

Основу конструкции этого изделия составляли закрытый с обоих торцов пушечный ствол из высокопрочной стали. В левой части ствола размещалась неподвижная часть урана-235, названная *мишенью*. Она представляла собой цилиндр, по оси которого устанавливался стержень с зазором по отношению к цилиндру. В правой части ствола располагался снаряд — цилиндрическая труба из урана-235. Снаряд под действием сгорания порохового заряда входил в цилиндрический зазор мишени. Таким образом формировался компактный урановый заряд, масса которого превышала критическую. Нейтронный фон уранового заряда являлся источником инициирования цепной ядерной реакции.

Вариант РДС-2 по ряду показателей уступал ядерной бомбе имплозивного типа — РДС-1, и в связи с этим работы над ним были прекращены в середине 1948 г. Чертежи и макеты заряда были по распоряжению заместителя главного конструктора КБ-11 Н. Л. Духова уничтожены.

Одно из главных достоинств зарядов имплозивного типа по сравнению с пушечным — экономичность. Так, двукратное повышение плотности активных веществ за счет его всестороннего сжатия делает возможным уменьшение критической массы в четыре раза. А это означает существенное сбережение

дорогостоящих делящихся материалов.

Разработка первой советской атомной бомбы РДС-1 велась с учетом имевшихся материалов по физической схеме плутониевой бомбы США, испытанной в июле 1945 г. Эти материалы были представлены советской внешней разведкой, значительные силы которой были направлены на поиск информации по Манхэттенскому проекту. Важнейшим источником информации был Клаус Фукс — немецкий физик, участник работ по ядерным программам США и Англии.

В августе 1992 г. в интервью корреспонденту газеты «Красная Звезда» академик Ю. Б. Харитон — главный конструктор РДС-1, ныне почетный научный руководитель Всероссийского НИИ экспериментальной техники, высказал следующее суждение: «Наша первая атомная бомба — копия американской. И я считал бы любое другое действие в то время недопустимым в государственном смысле. Важными были сроки: кто обладает атомным оружием, тот и диктует политические условия»*

Разведывательная информация по плутониевой бомбе США, безусловно, позволила избежать ряда ошибок при создании РДС-1, а также значительно сократить сроки ее разработки, уменьшить расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Однако все это никоим образом не умаляет заслуг отечественных разработчиков ядерного оружия. Чтобы эффективно использовать полученную информацию, а тем более убедиться в ее достоверности, необходимо было провести значительный объем расчетно-теоретических и

опытно-конструкторских работ, базирующихся на собственном уровне развития ядерной физики. Он оказался достаточным для такой работы. Основную роль, конечно, сыграл и уже имевшийся в стране, а также форсированными темпами вновь созданный научно-технический и производственный потенциал. Все это в комплексе позволило за короткий срок разработать, изготовить, испытать и создать боезапас ядерных бомб.

О самом факте заимствования уже испытанного прототипа было известно крайне ограниченному кругу лиц, буквально считанным единицам. Непосредственные исполнители всех работ были в полном неведении относительно этого. Направляемые в своих разработках главным конструктором, они самостоятельно и тщательно обосновывали выбор каждого элемента изделия.

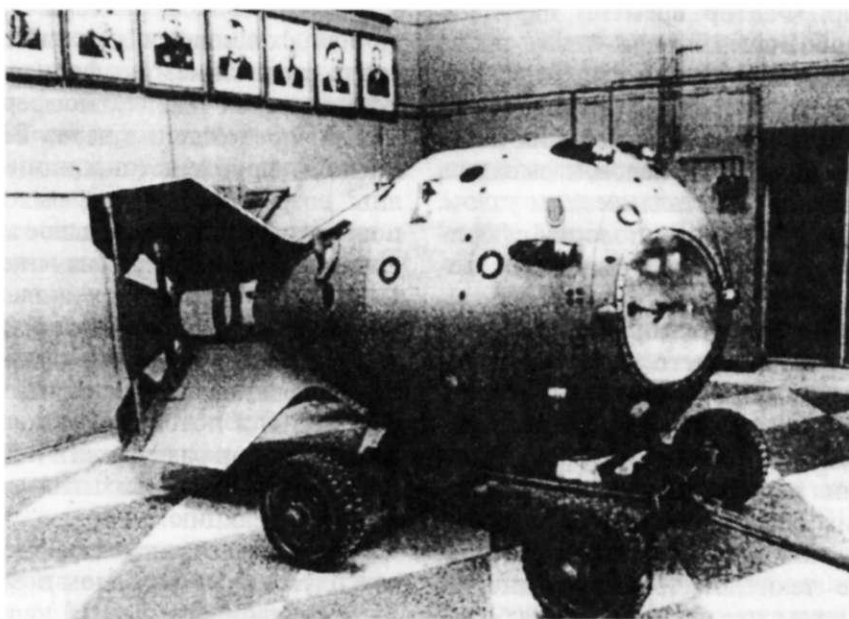
Ядерная бомба РДС-1 (см. рис.) представляла собой конструкцию, в которой переход активного вещества — плутония — в надкритическое состояние осуществлялся за счет сжатия и уплотнения посредством сходящейся детонационной волны во взрывчатом веществе.

Основным узлом, в котором формировалась сферическая сходящаяся детонационная волна, обжимавшая плутоний, был заряд из взрывчатого вещества.

Разработка ядерной бомбы началась с выбора геометрической формы и конструкции плутониевого заряда. При этом разработчики руководствовались двумя основными принципами.

Первый из них — максимальное использование делящегося материала — плутония — при минимальной его массе, второй — обеспечение абсолютной надежности при наибольшей простоте конструкции, даже если

*«Красная Звезда», 11 августа 1992 г.



Ядерная бомба РДС-1

эта простота шла в ущерб достижению максимального выгорания плутония, т. е. КПД.

Именно из этих соображений, временно отказываясь от более перспективных полых вариантов конструкции, которые разрабатывались параллельно, остановились на конструкции плутониевого заряда в виде ядра, состоявшего из двух полусфер с небольшой полостью под источник нейтронного инициирования (ИНИ) цепной ядерной реакции.

Масса плутониевого заряда была окончательно определена в июле 1949 г. по завершении опытов по измерению ядерных констант.

В полости плутониевого ядра, в составной оболочке из природного урана, названной по фамилии автора конструкции «шаром Духова», устанавливался нейтронный инициатор (НИ).

Интересна история его разработки.

В течение 1947–1948 гг. было рассмотрено около 20 предложений,

касавшихся принципов действия и устройства нейтронного инициатора. В этом своеобразном конкурсе принимали участие такие специалисты КБ-11, как Ю. Б. Харитон, К. И. Щелкин, В. А. Цукерман, А. Я. Агин, Л. В. Альтшулер, В. А. Александрович, В. А. Давиденко.

После рассмотрения, обсуждения и проверки всех предложений была выбрана, с одной стороны, самая простая, а с другой — уже апробированная в изделиях американских бомб конструкция. Сделано это было исключительно из соображений получения обязательно положительного результата при испытании РДС-1 в целом.

Выбранный вариант не был оптимальным. Значительно лучше него по одному из основных показателей, определяющему выход нейтронов, был разработанный в отделе А. Я. Агина, но требовавший дальнейшей отработки нейтронный ини-

циатор. Фактор времени наряду с вышеобозначенным мотивом также повлиял на принятое решение.

Сборка, состоявшая из плутониевого заряда, НИ и нескольких слоев специальных материалов, называлась *центральным металлическим узлом*. Она помещалась в полость сферического заряда из взрывчатого вещества (ВВ), обладавшего определенными свойствами.

Выбор внешнего радиуса ВВ определялся как необходимостью получения значительного КПД, так и допустимыми внешними габаритами изделия в целом. Не считаться с последним обстоятельством было нельзя, так как иначе возникли бы серьезные технологические трудности. Дело в том, что первая ядерная бомба разрабатывалась применительно к самолету-носителю ТУ-4, бомболюк которого допускал размещение изделия диаметром не более 1500 мм. Исходя из этого размера и был выбран внешний габарит сферы заряда.

Заряд ВВ представлял собой полый шар и состоял из двух слоев. Внутренний слой формировался двумя полусферическими основаниями, изготовленными из сплава тротила с гексогеном.

Одновременный подрыв электродетонаторов инициировал детонацию в шашках и через них в тарелках фокусирующих элементов. При переходе детонационной волны от тарелки к линзе происходило ее преломление. Профиль тарелей, пирамид и особая форма баратоловых линз обеспечивали превращение расходящейся волны в сходящуюся по баратолу детонационную волну.

Линзы элементов замыкались на полусферические основания и полностью покрывали их поверхность. Поэтому в момент окончания детонации линз в основаниях заряда ВВ

формировалась сферически симметричная сходящаяся детонационная волна с давлением во фронте в несколько сотен тысяч атмосфер.

При прохождении через ВВ давление во фронте детонационной волны возрастало, и при выходе на поверхность оно почти вдвое превышало первоначальное значение.

Ударная волна, проходившая через слои центральной части, сжимала их, достигала плутониевого заряда, переводила его в надкритическое состояние, а поток нейтронов, возникавших при разрушении нейтрона инициатора, вызывал цепную ядерную реакцию.

Заряд взрывчатого вещества вместе с плутониевым зарядом помещался в силовой корпус, на наружной поверхности которого размещались розетки для установки электродетонаторов и провода, соединявшие их с системой подрыва. Вся эта сборка и была ядерным зарядом.

Ядерный заряд с помощью болтов крепился в баллистическом корпусе авиабомбы. В нем же наряду с зарядом размещалась аппаратура низковольтной и высоковольтной автоматики, основным назначением которой было осуществление ядерного взрыва в заданной точке траектории.

Часть электрооборудования бомбы размещалась на самолете-носителе. В частности, здесь находился пульт, с которого велся контроль напряжения на аккумуляторных батареях, правильности подсоединения автоматики бомбы, задавалась установка высоты ядерного взрыва.

Для повышения надежности срабатывания изделия отдельные элементы автоматики подрыва были выполнены по двухканальной схеме. На случай отказа системы высотного взрыва в конструкции бомбы было

предусмотрено специальное устройство для осуществления ядерного взрыва при ударе бомбы о грунт.

Таковы в общих чертах облик первой советской ядерной бомбы РДС-1, ядерного заряда, входящего в нее, и схема его работы.

Даже эти, довольно краткие сведения свидетельствуют о сложности как самой конструкции бомбы, так и тех процессов, которые протекают при ее срабатывании. Отсюда ясно, что для ее разработки и создания требовалось решить исключительно большой и принципиально новый по содержанию круг задач.

Основные задачи, решавшиеся в ходе разработки РДС-1 и РДС-2

Уже на самой начальной стадии создания РДС-1 обозначилась необходимость проведения обширной программы проектно-конструкторских работ, расчетно-теоретических и экспериментальных исследований. Прежде всего предстояло провести работу по изучению физико-химических свойств делящихся материалов (урана и плутония), создать методы их литья и механической обработки, учитывая необходимость минимальных технологических потерь и радиационной безопасности работающего с этими материалами персонала.

Стояли задачи разработки радио-химических методов извлечения различных продуктов деления, организации производства плутония и создания технологии изготовления нейтронных источников.

Требовались методики определения критической массы. Что же касается создания теории КПД и теории ядерного взрыва в целом, то в этой области знания наработанного было

не очень много, а новизна и сложность проблемы предопределяли серьезность и всесторонность усилий. Фактически с «чистого листа» пришлось разрабатывать теорию сходящейся сферической детонационной волны, активно углублять понимание вопросов детонации взрывчатых веществ и процессов, происходящих с фронтом детонационной волны при переходе детонации из одного взрывчатого вещества в другое, при столкновении детонационных волн, исходящих из различных точек, а также вопросов проникновения продуктов взрыва в щели и зазоры конструкции заряда ВВ.

Особым направлением исследовательской деятельности стало изучение процессов, происходивших со слоями центральной части заряда при прохождении через них ударной волны, т. е. изучение сжимаемости металлов при больших давлениях и откольных явлений.

Нужны были лабораторные методы исследования газодинамических процессов, протекающих при взрыве сферического заряда ВВ, и методы определения параметров ядерного взрыва при полигонных испытаниях. И, разумеется, невозможно было обойтись без специальных электродетонаторов, приборов автоматики, аппаратуры для исследования быстротекущих процессов и т. д. Наконец, нужен был специальный полигон для проведения ядерных испытаний.

Решение всех этих задач, каждая из которых включала массу проблем как общего, так и частного характера, практически невозможно было бы силами одного, пусть и самого крупного, хорошо оснащенного ядерного центра. Если же учесть, что этот центр (КБ-11) требовал некоторого времени на свое становление, то по-

нятно, почему в апреле 1946 г. одновременно с решением о создании КБ-11 начальником ПГУ Б. Л. Ванниковым был подготовлен и представлен Л. П. Берия документ «Задачи и порядок выполнения работ по КБ-11».

Этим документом не только определялись основные направления предстоящих работ по КБ-11, но и намечались темы НИОКР, сроки их выполнения для многочисленных предприятий и научно-исследовательских организаций страны, привлеченных к выполнению советского Уранового проекта.

В частности, предусматривалось, что плутониевый вариант ядерной бомбы до июля 1946 г. будет разрабатываться по отдельным узлам в Лаборатории № 2 Академии наук СССР, в НИИ-6 и НИИ-504 Министерства сельскохозяйственного машиностроения (МСХМ), а в части расчетно-теоретических работ — в специально созданном под эти задачи секторе Института химической физики (ИХФ).

С августа 1946 г. все конструкторские и экспериментальные разработки по РДС-1 намечалось производить на объекте № 550, т.е. в КБ-11, а расчетно-теоретические по-прежнему в ИХФ. Пушечным вариантом относительно решения задачи выстрела (подбор порохового заряда и конструкция ствола) должен был заниматься завод № 88 Министерства вооружений, все же остальные работы в данном направлении возлагались на КБ-11.

НИИ-504 МСХМ поручалось разработать автоматические взрыватели для обоих вариантов авиабомб, а также отработать высоковольтные установки для задействования электродетонаторов изделия РДС-1, создать соответствующие радиосхемы.

Предполагалось, что по мере роста оснащенности и кадрового обеспечения КБ-11 вопросы исследования взрывчатки примерно с августа 1946 г. будут перенесены в лабораторию ВВ ядерного центра.

Задачи этой лаборатории включали следующее:

- разработку заряда из ВВ, обеспечивающего сходящуюся сферическую детонационную волну;

- отработку отдельных элементов заряда и технологии его изготовления;

- подбор рецептуры взрывчатых составов;

- исследование сходящейся детонационной волны.

Однако отработка специальных электродетонаторов, обеспечивающих одновременность подрыва с точностью до миллионных долей секунды, оставалась за НИИ-6.

Методические вопросы рентгенографических исследований, которыми также занимался НИИ-6, должны были быть постепенно переданы в соответствующую лабораторию КБ-11. Эта лаборатория создавалась для изучения процесса деформаций центральной части и разработки методик объемного контроля качества литых деталей из ВВ.

Вопросы, связанные с определением критических масс, подбором формы зарядов из делящихся материалов и методами изучения развития ядерного взрыва (этим занималась в начальный период развертывания Уранового проекта Лаборатория № 2), намечалось передать в лабораторию нейтронной физики КБ-11.

Таков был план действий, намеченный в подготовленном Б. Л. Ванниковым документе о задачах и порядке выполнения работ по КБ-11. Рассмотрев эти предложения, спец-

комитет принимает решение № 21 от 18 мая 1946 г. о разработке проекта правительственного постановления по данному вопросу.

Проект был оперативно подготовлен в Первом главном управлении и представлен 25 мая на утверждение заместителю председателя Совета Министров СССР, председателю Спецкомитета Л. П. Берия.

После одобрения проекта И. В. Сталиным 21 июня 1946 г. вышло закрытое постановление Совмина СССР № 1286—525 «О плане развертывания работ конструкторского бюро № 11 при Лаборатории № 2 Академии наук СССР».

Постановление определило конкретные сроки основных этапов осуществления ядерной программы. Авиационная плутониевая бомба должна была быть представлена к 1 января, а урановая — к 1 июня 1948 г. Первые испытания ядерных изделий предполагалось провести на башне. Перед КБ-11 и привлеченными организациями и предприятиями были не только поставлены конкретные задачи, но и указаны сроки их выполнения. Нельзя в этой связи не отметить того факта, что объем работ, связанных с созданием ядерного оружия, оказался на практике значительно шире, а главное, сами работы сложнее, чем это представлялось на начальном этапе развертывания Уранового проекта. Поэтому в дальнейшем все, что касалось сроков выполнения основных задач, намеченных июньским постановлением Совмина СССР, пришлось скорректировать и уточнить.

Наряду с КБ-11, Лабораторией № 2 и Институтом химической физики к разработке ядерных бомб были привлечены указанным правительственным постановлением следующие основные организации —

НИИ-6, ГСКБ-47, НИИ-504, находившиеся в ведении Министерства сельхозмашиностроения, а также НИИ-88 Министерства вооружений.

К числу наиболее важных и первоочередных задач, над которыми должны работать указанные организации, главный конструктор КБ-11 Ю. Б. Харитон относил следующие:

разработку элементов составного заряда из взрывчатого вещества;

создание синхронных электродетонаторов;

разработку теории сходящейся сферической детонационной и ударной волн;

формирование теории размножения нейтронов при различной степени под- и надкритичности;

разработку нейтронного инициатора для артиллерийского варианта авиабомбы и баллистики бомб;

создание сигнализаторов высоты (радио- и бародатчиков), а также высоковольтной установки;

исследование обжатия центральной части взрывом и излучение состояния металла при сильных деформациях.

Из-за отсутствия в КБ-11 на этом этапе специалистов, методического и аппаратного обеспечения, а также производственных помещений и мощностей до мая 1947 г. значительная часть научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по решению перечисленных Ю. Б. Харитоном задач выполнялась на смежных предприятиях и в организациях.

Так, в НИИ-6 МСХМ по техническому заданию КБ-11 разрабатывались принципы действия и конструкция синхронных детонаторов, отрабатывались элементы составного заряда из ВВ, создавались методики исследований детонации, изучались процессы обжатия обычного металла на модельных сборках и ве-

лись совместно с Лабораторией № 2 работы по нейтронным источникам.

НИИ-504 МСХМ, также по техническим заданиям КБ-11, разрабатывал автоматический высотный взрыватель (радиодатчик) и систему питания синхронных электродетонаторов.

Однако к концу 1946 г. НИИ-504 было освобождено от разработки радиодатчиков и решение этой задачи было передано ЦКБ-326 Министерства производства средств связи.

ГСКБ-47 МСХМ по техническому заданию, подписанному Ю. Б. Харитоном в мае, производил разработку корпуса, стабилизатора и крепления авиационной бомбы. Сроки выполнения задания были максимально жесткими, поэтому руководители КБ-47 использовали те отечественные наработки, которые имелись в области конструирования фугасных авиабомб соответствующих калибра и веса. Это помогло справиться с задачей вовремя, но к октябрю 1947 г. по результатам летных испытаний стало ясно, что тот вариант корпуса бомбы, который отвечал габаритам ядерной, не может удовлетворить разработчиков. В дальнейшем за основу в исследованиях по отработке баллистики корпуса бомбы был взят вариант, предложенный КБ-11.

В конструкторском бюро Кировского завода в Челябинске, где главным конструктором был Н. Л. Духов, велась работа над элементами конструкции составного заряда и отдельных приборов автоматики изделия.

Конструкторское бюро завода № 88 Министерства вооружений занималось с самого начала и до прекращения работ над пушечным вариантом ядерной бомбы разработкой конструкции ствола и стреляющего механизма, а также совместно с Ла-

бораторией № 2 отработкой вопросов синхронности при выстреле.

Для изготовления деталей из карбида вольфрама, применяемых в пушечном варианте ядерной бомбы, был привлечен Комбинат твердых сплавов Министерства цветной металлургии.

Как уже отмечалось, расчетно-теоретические работы по первым образцам отечественных бомб производились в Институте химической физики, который возглавлял Н. Н. Семенов. В июле 1946 г. начальник Лаборатории № 2 и научный руководитель советского Уранового проекта в целом И. В. Курчатов направил Н. Н. Семенову составленный совместно с Ю. Б. Харитоном перечень вопросов, «скорейшее решение которых представляется особенно существенным».

Этот список включал всего четыре пункта, связанных с разработкой теории сходящейся сферической детонационной волны во взрывчатых веществах, теории воздействия этой волны на металл, а также с определением эффективности взрыва и расчетом критических условий.

Со временем число задач, поставленных перед ИХФ, существенно возросло, причем сами задачи постоянно конкретизировались, уточнялись.

Это была творческая поисковая работа, основанная на настоящей кооперации и взаимодействии специалистов разных организаций.

В качестве примера можно привести следующий эпизод. В мае 1947 г. Ю. Б. Харитон направил задание в теоретический отдел ИХФ, которым руководил член-корреспондент АН СССР Я. Б. Зельдович. В научный коллектив под его началом входили профессора А. С. Компанец и Д. А. Франк-Каменецкий,

кандидат наук Е. И. Забабахин, младшие научные сотрудники М. С. Арещкин, Н. А. Дмитриев и др.

Это задание предусматривало проведение научных исследований с целью:

определения оптимальных относительных размеров металлических оболочек центральной части заряда, призванных обеспечить в одном случае наибольшее сжатие плутониевого ядра, а в другом — максимальной КПД;

выяснения различия в свойствах сферической детонационной волны и сходящейся группы сферических волн, возникающих одновременно во многих точках сферы;

определения временных характеристик процессов сжатия;

изучения вопросов устойчивости деталей центральной части при деформации взрывом и в частности вопросов скорости развития возмущений на металлических деталях, способных повлиять на симметрию обжатия ядра;

исследования вопросов формирования сферической сходящейся детонационной волны.

В это техническое задание в общей сложности было включено 12 вопросов, связанных с физикой работы ядерного заряда.

А вот как выглядел план теоретического отдела ИХФ по 1948 г. Он состоял из двух разделов.

В первый раздел были включены работы, связанные с конструированием РДС-1, а именно — исследование по теории обжатия и цепных реакций на быстрых нейтронах, определение оптимальных условий обжатия среды и обоснование конструктивных размеров центральной части и ядерного заряда.

По этому же разделу намечалось проведение НИР в части определе-

ния уравнения состояния конструкционных материалов (руководитель работ профессор А. С. Компанеец, непосредственный исполнитель — М. С. Арещкин), уточнения уравнения состояния продуктов взрыва (руководитель работ Е. И. Забабахин), проведения расчетов движения и сжатия цилиндрических и сферических полых оболочек.

В рамках разработки теории цепных реакций намечалось проведение исследований, связанных с прохождением нейтронов через конструкцию линз, уточнением влияния различных факторов на критические условия и многое другое. Эти работы выполнялись и поныне работающим во ВНИИЭФ Н. А. Дмитриевым под руководством Д. А. Франк-Каменецкого.

Во втором разделе плана теоретического отдела ИХФ предусматривалось проведение исследований, связанных с использованием ядерной энергии легких элементов и поиском перспективных методов обжатия различных делящихся веществ. Работы по первому направлению проводились А. С. Компанейцем и С. П. Дьяковым, а по перспективным методам сближения — Е. И. Забабахиным и Д. А. Франк-Каменецким.

Интенсивное взаимодействие с теоретиками Лаборатории № 2 и Института химической физики сыграло значительную роль в изучении физики процессов, протекающих при ядерном взрыве. Здесь уместно отметить, что наряду с кооперированием научных усилий серьезная работа проводилась по наращиванию теоретического потенциала самого КБ-11. В ноябре 1947 г. Ю. Б. Харитон направил Главному администратору Уранового проекта Л. П. Берия предложения относительно создания теоретического отдела в КБ-11. К началу

следующего года эти предложения были одобрены и утверждены, а затем приняты меры по кадровому обеспечению отдела. Специальным решением, подписанным 24 февраля 1948 г. М. Г. Первухиным, И. В. Курчатовым и Н. Н. Семеновым, в теоретический отдел КБ-11, руководителем которого был назначен Я. Б. Зельдович, направляются А. С. Компанеец, Е. И. Забабахин, Г. М. Гандельман. В числе первых штатных физиков-теоретиков КБ-11 были также сотрудники группы Я. Б. Зельдовича из Института химической физики Д. А. Франк-Каменецкий и Н. А. Дмитриев. Немного позже к ним присоединились вначале В. Ю. Гаврилов, а затем Е. А. Негин.

К 1949 г. теоретический отдел Я. Б. Зельдовича включал две самостоятельные лаборатории под началом Франк-Каменецкого и Забабахина. А в 1950 г. был организован еще один теоретический отдел под руководством И. Е. Тамма, состав которого «перекочевал» в КБ-11 из ФИАН. В него входили А. Д. Сахаров, В. Л. Гинзбург, Е. С. Фрадкин, С. З. Беленький, Ю. А. Романов. Теоретики группы занимались проблемой термоядерного устройства.

В процессе работы над РДС-1 и РДС-2 к выполнению разного рода задач привлекались не только физики-теоретики из ИХФ, но и специализированные математические подразделения в целях проведения большинства расчетов.

Среди этих подразделений были следующие:

отдел приближенных вычислений Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР, который начал активное сотрудничество с организациями, работавшими на Урановый проект, с 1945 г. Руководил

отделом К. А. Семендяев, а работа в целом возглавлялась вначале академиком М. В. Келдышем, затем — академиком И. Г. Петровским;

расчетное бюро Института физических проблем во главе с Н. Н. Мейманом;

математический отдел Института геофизики АН СССР, руководимый членом-корреспондентом Академии наук А. Н. Тихоновым;

отдел приближенных вычислений Ленинградского отделения Математического института им. В. А. Стеклова под руководством профессора Л. В. Канторовича.

Разработка первого образца ядерной бомбы предполагала необходимость глубокого изучения процессов, протекающих при работе изделия. И уже на самом начальном этапе осуществления Уранового проекта стало очевидным, что исследование этих процессов должно пойти по расчетно-экспериментальному пути, позволявшему уточнять теорию по результатам достоверных опытных данных о газодинамических характеристиках шарового заряда, в значительной мере предопределявших его мощность. Именно поэтому при создании прежде всего РДС-1 большое внимание уделялось экспериментальному определению количественных характеристик ядерного заряда.

В общем аспекте газодинамической отработки заряда включала в себя достаточно сложный и объемный круг проблем, связанных с исследованием быстротекущих процессов.

Для решения многочисленных задач в связи с этим Институт химической физики и КБ-11 были разработаны оптические, электрические и рентгенографические методы регистрации быстротекущих процессов, создано методическое и аппара-

турное обеспечение, позволившее в довольно короткие сроки создать и полностью отработать конструкцию первого советского ядерного заряда имплозивного типа.

Определяющая роль в разработке аппаратуры и методик исследования физики ядерного заряда на газодинамической стадии, а также и самого ядерного взрыва принадлежит М. А. Садовскому, Г. Л. Шнирману, П. В. Кевлишвили, А. С. Дубовику, А. И. Соколику, А. И. Компанейцу (ИХФ), К. И. Щелкину, Е. И. Забабахину, А. Д. Захаренкову, В. К. Болеву, Е. К. Завойскому, С. Б. Кормеру, К. К. Крупникову, Д. М. Тарасову, Г. А. Цыркову, В. А. Цукерману (КБ-11).

В целом же выполненный КБ-11 и привлеченными к реализации Уранового проекта организациями объемом НИОКР был настолько всеобъемлющим, а сроки выполнения работ столь сжатыми при должной глубине изучения всех вопросов, что уже в ноябре 1947 г. академик Н. Н. Семёнов и члены-корреспонденты АН СССР А. П. Александров и Я. Б. Зельдович, проанализировав ход дела, с полным основанием сделали заключение о реальности успешного и своевременного создания первой отечественной ядерной бомбы.

Данное заключение позволило перейти к следующему этапу в создании РДС-1 — подготовке полигонных его испытаний.

ПОДГОТОВКА ПОЛИГОНА И ИСПЫТАНИЯ ЯДЕРНОЙ БОМБЫ ПОД СЕМИПАЛАТИНСКОМ В КАЗАХСТАНЕ

В. Н. Михайлов, Е. А. Негин, Г. А. Цырков

Одним из главных, завершающих этапов разработки ядерного оружия являются полигонные испытания. Они проводятся не только для определения характеристик мощности и проверки правильности теоретических расчетов по вновь создаваемым и модернизируемым образцам, но и для подтверждения годности боезапаса.

Для первой ядерной бомбы РДС-1, созданной в СССР, испытания имели особое значение. Во-первых, только они могли дать окончательный положительный ответ на вопрос о работоспособности первого отечественного образца нового оружия, основанного на использовании цепной реакции деления плутония. Во-вторых, трудно переоценить политическое значение данного события. Успешное завершение испытания являлось фактически не только первым шагом к прекращению американской монополии на ядерное оружие, чреватой для всего человечества опасностью безвозмездного и одностороннего его применения, но и началом того пути, на котором был обеспечен военно-оборонный паритет двух ведущих государств мира — США и СССР.

Подготовка к испытанию РДС-1 началась задолго до завершения ее разработки и велась с особой тща-

тельностью, что объяснялось стремлением получить в ходе данного эксперимента как можно больший объем информации о работоспособности ядерного заряда и его поражающих факторах, а также обеспечить максимум гарантий для исключения любых недоразумений, ошибок или срывов. Слишком многое было поставлено на карту.

Процесс подготовки к испытанию первой советской ядерной бомбы включал выполнение исключительно широкого спектра работ, одна часть которых была связана непосредственно со всеми многочисленными аспектами ее разработки и отработки конструкции в целом, а другая — с созданием специального полигона, его обустройством, научно-методическим и приборным обеспечением необходимых физических измерений, запланированных в программе испытаний.

Начальный этап работ по подготовке полигона и осуществлению намеченных физических измерений был поручен Институту химической физики. Уже в апреле 1946 г. правительственным постановлением ИХФ было дано задание на проведение комплекса научно-исследовательских и экспериментальных работ по созданию методик и аппаратуры для изучения быстропротекающих про-

цессов, происходящих при ядерном взрыве, и действия его поражающих факторов.

В целях выполнения поставленных задач в ИХФ был организован специальный сектор, который возглавил кандидат физико-математических наук Михаил Александрович Садовский, ставший в 1968 г. академиком.

Как он сам вспоминает, эта работа начиналась практически с нуля: «Все разговоры о том, что какие-то сведения о ядерном взрыве были добыты у американцев, являются абсолютной чепухой. Ничего, кроме газетных статей, в которых попадались сведения о том, какие поражающие эффекты взрыва наблюдались в Хиросиме и Нагасаки, у нас не было, и наша задача заключалась в том, чтобы, основываясь на общих положениях науки и отрывочных газетных данных, попытаться восстановить количественную картину атомного взрыва... Не было у нас ни осциллографов, ни луп времени, ни разработанных ионизационных измерителей, пригодных для работы в полевых условиях... Надо было делать все своими руками. Николай Николаевич Семенов взял на себя главное — разработку методики изучения взрыва, которую естественно было начать с создания представления о свойствах и развитии процесса атомного взрыва. Он привлек к решению этих задач не только весь коллектив ученых ИХФ, но и крупных специалистов из других НИИ, в том числе ГОИ, ВЭИ, военных академий и др.»*

Безусловно, наличие информации о развитии ядерного взрыва могло бы

существенно облегчить задачу, поставленную перед учеными и специалистами ИХФ. Поэтому в мае 1946 г. на заседании Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР обсуждался вопрос о мероприятиях по подготовке к наблюдению взрывов, проводившихся американцами. В том случае, разумеется, если на этих испытаниях присутствовали советские специалисты.

В обсуждении данного вопроса на НТС участвовали Б. Л. Ванников, И. В. Курчатов, М. Г. Первухин, А. Ф. Иоффе, А. И. Алиханов, Н. Н. Семенов, Ю. Б. Харитон, В. А. Малышев, А. И. Лейпунский, И. К. Кикоин, Б. С. Поздняков.

В сообщении, сделанном Н. Н. Семеновым, предлагались возможные способы оценки температуры излучаемой поверхности, давления во фронте ударной волны, длительности фазы свечения и некоторых других параметров, характеризующих развитие взрыва.

Через три месяца после выхода правительственного постановления, обязавшего ИХФ приступить к работам, связанным с проведением полигонных испытаний, т. е. в июле 1946 г., на заседании Научно-технического совета ПГУ был заслушан отчет Н. Н. Семенова о результатах уже проведенных в этой связи мероприятий.

НТС одобрил представленный план НИОКР и отметил, что Институтом химической физики проведен большой объем необходимых теоретических расчетов и определен перечень приборов и сооружений, требуемых для проведения полигонного испытания.

В целом результаты первого обсуждения хода развернувшейся подготовки к первому ядерному экспе-

*Дубовицкий Ф. И. Очерки истории // Черноголовка: Ин-т химической физики. 1992. С. 204–205.

рименту вселяли уверенность, что вопросы аппаратного и методического обеспечения физических измерений будут успешно решены.

Место для ядерного полигона — учебного полигона № 2 Министерства Вооруженных Сил, в последующем — Министерства обороны СССР (УП-2 МО) — было выбрано в приречьях степи, примерно в 170 км западнее Семипалатинска. Этот район Казахстана представляет собой безводную степь с редкими заброшенными и пересохшими колодцами. Территория, отведенная под полигон, являлась равниной диаметром примерно 20 км, окруженной с трех сторон — южной, западной и северной — невысокими горами. На востоке этого пространства находились небольшие холмы.

Проектные работы по полигону выполнялись по техническим заданиям ИХФ в специальном проектно-институте Первого главного управления — ГСПИ-11. Возводился полигон инженерными войсками Вооруженных Сил. Председателем Государственной комиссии по приемке полигона был М. Г. Первухин.

На полигоне дислоцировалась воинская часть, штаб которой располагался вниз по течению Иртыша — в 60 км от самого полигона и в 130 км от Семипалатинска.

Связь полигона № 2 с Семипалатинском обеспечивалась по реке и по грунтовой грейдерной дороге. Позже к воинской части была подведена железнодорожная ветка.

В пригороде Семипалатинска Жана-Семей располагался аэродром, которым мог пользоваться полигон. Кроме того, в экстренных случаях для приема срочных грузов и других целей мог быть использован полевой аэродром, располагавшийся непосредственно на территории полигона.

Общий объем капитальных вложений в строительство полигона к 1949 г. составил 185 млн. руб. (в ценах 1945 г.).

УП-2 МО представлял собой сложную разветвленную структуру со всеми элементами жизнеобеспечения, соответствующей научно-исследовательской базой, большим количеством зданий и сооружений, расположенных на различных площадках.

Центральным элементом этой структуры было опытное поле, на котором и должны были разворачиваться главные события — ядерные испытания.

Опытное поле — это круг радиусом 10 км. Оно было оборудовано специальными сооружениями, призванными обеспечить проведение испытаний, наблюдение и регистрацию физических явлений.

Опытное поле условно было разделено на 14 секторов. Среди них были два фортификационных и физических сектора; сектор гражданских сооружений и конструкций; сектор различных видов Вооруженных Сил и родов войск, в котором на различном удалении от центра поля в открытом виде, а также в укрытиях различного типа размещались образцы вооружения и военной техники; биологический сектор с подопытными животными.

В секторе гражданских сооружений и конструкций было построено два кирпичных трехэтажных и несколько рубленых и сборных деревянных домов, участки линии электропередачи, отрезки железной дороги с мостом, участки водопровода и канализации, а также одно промышленное здание, три подземные шахты на глубине 10, 20 и 30 м, имитировавшие метро, и т. п.

Для наблюдения за воздействием ядерного взрыва в секторе авиацион-

ной техники было установлено 53 самолета разных типов, столько же орудий находилось в секторе артиллерийского вооружения. В секторе бронетанковой техники было 25 танков и самоходных артиллерийских установок. Состояние всего, что находилось на опытном поле, после взрыва должно было характеризовать мощность ударной волны и степень поражающего действия светового, проникающего и радиоактивного излучений.

Большую программу работ такого же плана предстояло осуществить и в области исследования поражающего действия нового оружия на живые организмы. Для биологических наблюдений в соответствующем секторе поля было размещено более полутора тысяч животных.

В двух физических секторах, расположенных в северо-восточном и юго-восточном направлениях и предназначенных для определения параметров ядерного взрыва, было построено 15 железобетонных башен высотой 20 м, 2 металлические башни такой же высоты, 17 трехметровых железобетонных башен, 2 подземных каземата, 2 пульта автоматического управления приборами и командный пункт с программным автоматом.

Для обеспечения физических измерений на полигоне в общей сложности было построено 44 сооружения под различную аппаратуру и кабельная сеть протяженностью 560 км.

Вся регистрирующая аппаратура физических секторов, насчитывавшая до 200 приборов, размещалась в специально построенных под нее башнях и казематах, имела индивидуальное аккумуляторное питание и приводилась в действие автоматически.

Система автоматики состояла из главного программного автомата,

который был установлен на командном пункте. Программный автомат выдавал сигналы времени и включал реле пуска различных приборов в определенное время. Он же подавал импульс тока на запуск системы автоматики подрыва изделия.

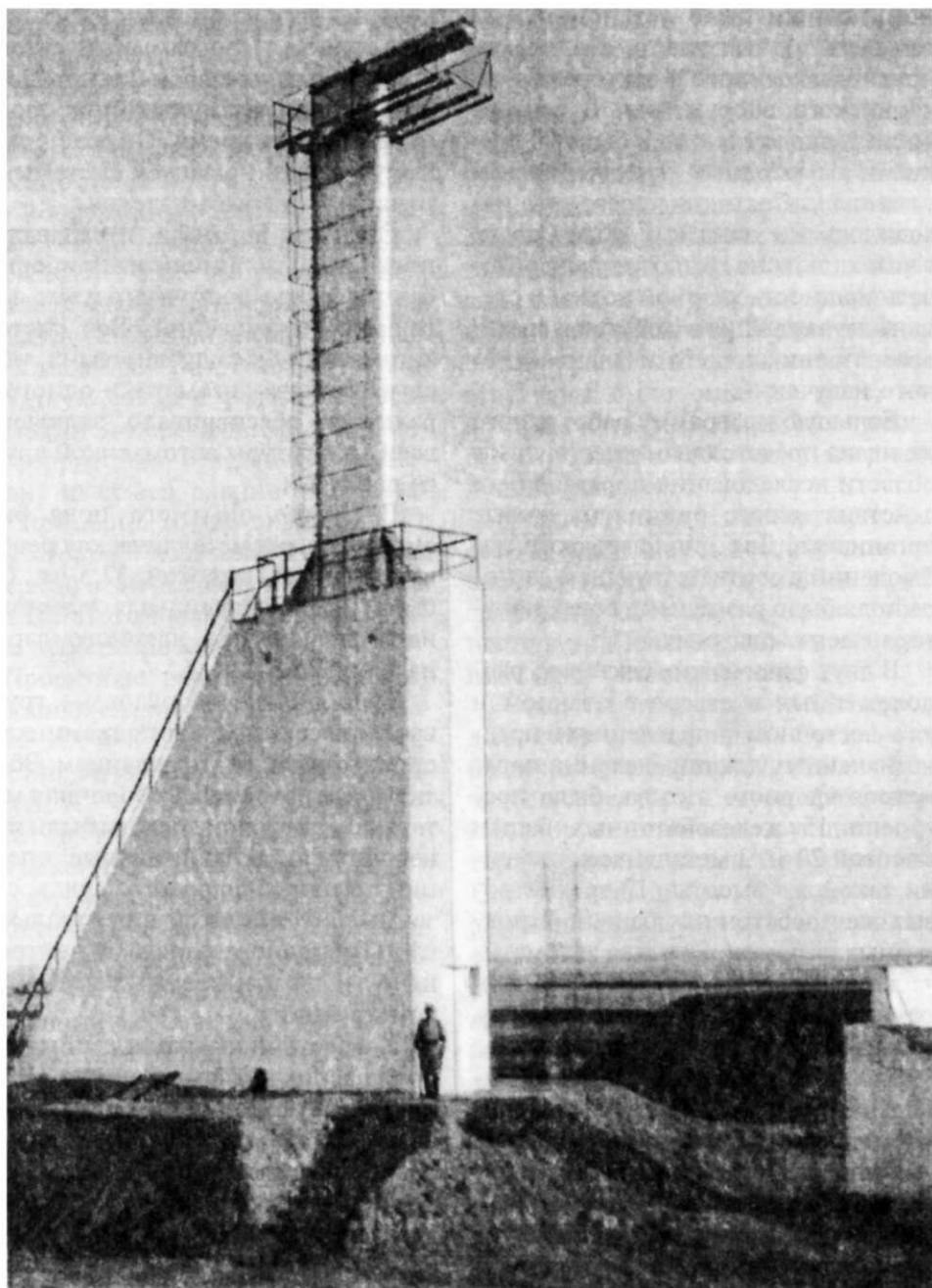
Сигналы автомата передавались по кабельным линиям на приборные башни северо-восточного и юго-восточного направлений. Вся система автоматики была дублирована, что в случае отказа автоматики одного из радиусов обеспечивало включение всей аппаратуры автоматикой другого радиуса.

В центре опытного поля была смонтирована металлическая решетчатая башня высотой 37,5 м. Она была предназначена для установки испытывавшегося ядерного заряда изделия РДС-1.

Башня была оборудована грузовым и пассажирским подъемниками с электрическим управлением. Вблизи башни находилась сборочная мастерская, в которой должны были производиться заключительные операции по сборке шарового заряда, связанные с установкой в центральную часть основного заряда с нейтронным запалом и съемных элементов конструкции.

На восточной границе опытного поля располагалась площадка «Н» со зданиями и сооружениями, предназначенными для неокончательной сборки изделия перед испытаниями, хранения комплектующих узлов и деталей изделия РДС-1. Здесь же размещалось здание «12 П» — командный пункт полигона. В это здание сходились все нити связи как внутриполигонной, так и внешней, включая правительственную.

Командный пункт представлял собой бетонный каземат, состоявший из двух комнат с застекленной ам-



Железобетонная башня



Центр опытного поля. Испытательная башня, сборочная мастерская, машинное отделение

бразурой, которая была, в конце концов, защищена земляным валом. В одной из комнат каземата находились автомат управления подрывом заряда, а также автомат управления измерительным комплексом испытательного поля и аппарата контроля.

В пяти километрах от границы опытного поля, в северо-восточном направлении от его центра, была сооружена площадка «Ш», на которой размещались система энергообеспечения опытного поля и жилые помещения для личного состава. Во время испытания на пункте «Ш» находились штаб и пункты обмывки людей и первичной обработки индикаторов.

Как уже упоминалось выше, в 60 км от опытного поля был построен жилой городок (площадка «М», ныне — г. Курчатова), где находились

штаб войсковой части, административные, культурно-просветительные и хозяйственные предприятия и учреждения, а также дома для офицеров и их семей.

В полутора километрах от площадки «М» размещался лабораторный городок, в котором проводились всевозможные исследования, связанные с обеспечением испытаний.

Большую роль в создании и обустройстве УП-2 сыграли начальник инженерных войск, маршал М. П. Воробьев, генерал В. А. Боляtko, впоследствии ставший начальником 12 Главного Управления Министерства обороны, начальник полигона генерал С. Г. Колесников и др.

Подготовка военных специалистов для обслуживания полигона и проведения измерений поражающих факторов ядерного взрыва была возложена на сформированную в под-

московном Загорске организацию. Ныне это — Центральный научно-исследовательский институт им. В. А. Болятко.

Программа испытаний РДС-1 в основных своих задачах была сформулирована в специальном постановлении Совета Министров СССР № 2142—564 от 19 июня 1947 г. Две главные задачи сводились к следующему: к оценке конструкции по коэффициенту полезного использования активного вещества, т. е. КПД ядерного взрыва, и к получению необходимых данных для изучения поражающего и разрушающего действия созданного оружия.

Сроки подготовки полигона корректировались с готовностью первой ядерной бомбы к испытаниям.

К январю 1949 г. весь комплекс конструкторских вопросов по РДС-1 был отработан. Об этом свидетельствуют архивные материалы — обоснование конструкции (Ю. Б. Харитон, К. И. Щелкин, Я. Б. Зельдович), техническое обоснование основных конструктивных элементов и размеров различных узлов (Н. А. Терлецкий, В. Ф. Гречишников), комплекты документации, завизированные Н. Л. Духовым и В. И. Алферовым.

Особая роль в процессе подготовки завершающего этапа работ по РДС-1 отводилась детальной отработке порядка действий основного и дублирующего составов участников испытания в условиях, максимально приближенных к реальным.

В январе 1949 г. в КБ-11 была составлена программа тренировочных опытов, призванных предварить основной — полигонный. Она включала в себя полный цикл подготовки и проведения последнего.

С этой целью предусматривалось апробирование окончательного мон-

тажа испытуемого изделия в специально оборудованном помещении КБ-11, где были воспроизведены в натуральную величину сборочные стенды, подъемная клеть башни, подъездные пути и подъемно-транспортные сооружения, расположенные около башни на полигоне.

11 апреля 1949 г. в КБ-11 вышел приказ № 055 начальника объекта П. М. Зернова об обеспечении всех подготовительных работ в части предстоявшего испытания на учебном полигоне № 2.

Данным приказом была сформирована специальная группа в составе 7 человек. Председателем ее был назначен первый заместитель главного конструктора КБ-11 К. И. Щелкин, заместителями начальника группы — Н. Л. Духов и В. И. Алферов, а членами — В. К. Боболев, А. К. Бессарабенко, А. Я. Мальский и И. А. Назаревский.

На эту группу возлагалась подготовка как общей программы работ на полигоне, так и инструкций, графиков, касавшихся конкретных направлений действия, проведение тренировочных опытов вначале в КБ-11, а затем на полигоне, осуществление оперативного контроля за ходом подготовки к испытаниям во всех подразделениях и службах КБ-11.

Ход подготовки к испытаниям находился под пристальным и непосредственным контролем со стороны руководства КБ-11 и руководства Урановым проектом в целом.

8 апреля 1949 г. Ю. Б. Харитон и К. И. Щелкин представили Л. П. Берия доклад, в котором сообщалось о решении всех принципиальных теоретических, конструкторских и технологических задач по РДС-1, а также обосновывалась необходимость получения требовавшегося количества делящихся материалов.

К докладу прилагались «Порядок испытания РДС-1» и «Программа тренировочных опытов на полигоне».

Этими документами предусматривалось проведение подрыва боевого изделия на башне, а также определялись ответственные лица за подготовку и осуществление заключительных операций.

В связи с неопределенностью в вопросе о мощности взрыва и недостаточной изученностью механизма воздействия его поражающих факторов на самолет-носитель решение о проведении опыта в стационарном варианте было на том этапе создания ядерного оружия единственно правильным.

Кроме того, при таком решении облегчались условия проведения физических измерений и повышался уровень достоверности полученных сведений.

Технология подготовки опыта предусматривала:

- сборку заряда из ВВ, поставленного на полигон в разобранном виде, исключая операции по установке в центральную часть плутониевого заряда и нейтронного инициатора, в здании «32 П», расположенном на площадке «Н» полигона;

- доставку заряда в мастерскую у башни «1 П» в центре опытного поля;

- монтаж ядерного заряда с нейтронным инициатором;

- передачу изделия группе подрывников, руководимой К. И. Щелкиным, подъем его на башню, снаряжение электродетонаторами, подключение к схеме подрыва.

Следует отметить, что указанная последовательность работ и распределение обязанностей между руководящими работниками КБ-11 были сохранены до боевого опыта.

Ответственным за сборку заряда из ВВ был назначен директор сна-

ряжательного завода № 2 КБ-11 А. Я. Мальский.

За оснащение изделия электрооборудованием (электродетонаторами и автоматикой их подрыва), подготовку и проверку автоматики и линии подрыва отвечал заместитель главного конструктора В. И. Алферов, за снаряжение изделия плутониевым зарядом — заместитель главного конструктора КБ-11 Н. Л. Духов. Помощником Н. Л. Духова по физической части стал заведующий лаборатории КБ-11 Г. Н. Флеров.

Ответственным за непосредственное снаряжение изделия детонаторами и его подрыв был назначен заместитель начальника лаборатории КБ-11 С. Н. Матвеев.

По решению Б. Л. Ванникова и И. В. Курчатова ответственность за всю организацию работ по подготовке РДС-1 к испытанию возлагалась на Ю. Б. Харитона. Соответственно и полномочия, которыми наделялся главный конструктор, были максимально широкими. В частности, ему предоставлялось право единолично решать вопросы о снятии с опыта любых приборов и приспособлений, способных в какой-либо мере и на каком-то из этапов повредить или помешать подрыву РДС-1.

Все вышеперечисленные лица должны были производить приемку в КБ-11 узлов и деталей изделия РДС-1, необходимых для заключительных операций, обеспечивать руководство их доставкой к месту испытания, нести ответственность за хранение и сборку изделия на полигоне вплоть до сдачи своей работы Правительственной комиссии.

За период с весны до лета 1949 г. в адрес Главного администратора Уранового проекта Л. П. Берия было направлено несколько докладных записок, в которых сообщалось о

состоянии дел по вопросу «выхода» на полигонные испытания. Так, очередной доклад, подписанный И. В. Курчатовым и Ю. Б. Харитоновым, был направлен 15 апреля.

В нем отмечалось, что к этому времени были решены все принципиальные и конструктивные вопросы по разработке РДС-1.

В частности, были созданы теории сходящейся детонационной волны во взрывчатых веществах и ударной волны в металлах, теория сжимаемости металлов при давлениях в несколько миллионов атмосфер и теория КПД, теория неполного взрыва, умножения нейтронов и расчета критической массы и т. д. Была также в основном завершена технологическая отработка изготовления РДС-1, в том числе и технология изготовления деталей из взрывчатых веществ.

На основе данного доклада был разработан и утвержден Л. П. Берия план действий на завершающей стадии подготовки к полигонному эксперименту. Его авторами были Ю. Б. Харитон, Я. Б. Зельдович, К. И. Щелкин и Г. Н. Флеров.

Этот план предусматривал:

расчет умножения фона в плутонии для экспериментального определения фона в натурном заряде. Ответственные за выполнение Я. Б. Зельдович и Д. А. Франк-Каменецкий, срок выполнения — до 30 июня 1949 г.;

подготовку опыта по исследованию размножения нейтронов на базе № 10 силами КБ-11 и базы № 10 (завод № 817, ныне — комбинат «Маяк»);

изготовление на базе № 10 плутониевых сфер и проведение измерений нейтронного фона. Ответственный за выполнение Б. Г. Музруков;

осуществление проверки умножения нейтронов в окончательно со-

бранном заряде бомбы. Опыт проводится в КБ-11. Ответственный за подготовку конструкции бомбы Н. Л. Духов, за измерение нейтронов — Г. Н. Флеров.

В период с 4 по 6 июня 1949 г. в КБ-11 И. В. Курчатов и Б. Л. Ванников совместно с М. Г. Мещеряковым, Ю. Б. Харитоновым, П. М. Зерновым и А. П. Александровым, проанализировав состояние всех вопросов, связанных с созданием первого ядерного заряда, сделали и представили Л. П. Берия 15 июня заключение о завершенности конструкторской и технологической разработки заряда и обоснованности его технических характеристик. Оставалось только закончить опыты по критическим измерениям и определению ядерных констант, по результатам которых можно было бы установить окончательные размеры и массу плутониевого ядра. Заметим, что первые расчетно-экспериментальные оценки критической массы плутония были проведены весной 1949 г.

Во время июньского совещания представителям ПГУ был представлен макет РДС-1, изготовленный в металле в одну пятую натуральной величины. Отвечали за его создание Н. Л. Духов и А. К. Бессарабенко. Изготавливался макет на опытном заводе № 1 КБ-11.

Макет был одобрен, и была дана санкция на его отправку в Москву — в Спецкомитет.

В решении комиссии, принятом по вопросу о порядке и сроках отправки РДС-1 на полигон № 2, в частности, говорилось, что изделие из плутония и два нейтронных инициатора будут отправлены в специальном вагоне по железной дороге до конечной станции и от нее до полигона — легковыми машинами. Два собранных заряда из взрывчатых ве-

шеств намечено было отправить также по железной дороге воинским транспортом до конечной станции, а дальше, до полигона, — грузовыми машинами. Часть груза было предусмотрено отправить на полигон самолетом.

Порядок перевозок узлов и деталей изделий РДС-1 и различного оборудования, обеспечивающего испытания, был определен инструкцией, разработанной с участием Мешика, Павлова и Детнева.

На июньском совещании было принято предложение научно-технического руководства КБ-11 о том, что выбранная масса плутония должна обеспечить КПД заряда не менее 7%. Для выполнения этого условия Комбинату № 817 было выдано задание на изготовление ядерного заряда с некоторым запасом по массе, что создавало возможность его доводки путем снятия избытка плутония по внутренним полусферам плутониевых деталей.

В июне 1949 г. на Урал выехала группа сотрудников КБ-11. Она должна была определить окончательную массу плутония. В составе группы были Г. Н. Флеров и сотрудники его лаборатории, а также теоретики КБ-11 Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий, Н. А. Дмитриев, В. Ю. Гаврилов и др. Часть оборудования была привезена из КБ-11, часть смонтирована уже на месте на Комбинате № 817. К этому времени здесь уже был изготовлен плутониевый заряд с соответствующим технологическим припуском. С этой заготовкой, установленной в модельную сборку, группой Г. Н. Флерова были проведены измерения коэффициента умножения нейтронов.

Один из исполнителей этих работ Ю. С. Замятнин вспоминает: «Установка для измерений была смонти-

рована в просторном помещении и состояла из металлической подставки-станины, на которой размещались нижние полусферы отражающих урановых оболочек и обе полусферы из плутония, покрытые тонкой полусферой из урана... для защиты от механических повреждений, системы блоков, позволяющей с помощью ручной авиационной лебедки поднимать и опускать верхние полусферы урановых оболочек, всеволнового детектора нейтронов и регистрирующей электронной аппаратуры, световой и звуковой сигнализации скорости счета. И. В. Курчатов все это устройство с блоками и тросиками в шутку называл «египетской техникой». В центре плутониевых полусфер размещался нейтронный источник. Предварительно было проверено постепенным сближением плутониевых полусфер, что вся эта система, как и следовало из расчетов, находится в подкритическом состоянии.

Основным содержанием эксперимента на каждом его этапе было определение коэффициента умножения нейтронов по измерению скорости счета нейтронного детектора».

Расчеты, проведенные группой Я. Б. Зельдовича на основании опытов Г. Н. Флерова, позволили определить окончательную массу заряда, обеспечивающую приемлемые значения КПД, и другие параметры ядерного взрыва.

27 июля 1949 г. на Комбинате № 817 состоялось совещание. В нем участвовали И. В. Курчатов, Б. Л. Ванников, А. П. Завенягин, Б. Г. Музруков, Ю. Б. Харитон, Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий и Г. Н. Флеров. Было принято решение об окончательной массе плутониевого заряда и порядке доработки изготовленного изделия.

5 августа была произведена приемка ядерного заряда. Акт об этом подписали Ю. Б. Харитон, А. А. Бочвар и В. Г. Кузнецов. Паспорт на детали изделия подписали Е. П. Славский, И. В. Курчатов, А. А. Бочвар и др.

Детали плутониевого заряда были упакованы в специальную тару и отправлены литерным поездом, 8 августа они поступили в КБ-11. Здесь в ночь с 10 на 11 августа была произведена контрольная сборка изделия с плутонием с целью изучения процесса прохождения быстрых нейтронов через реальную конструкцию ядерного заряда. Во время контрольной сборки непрерывно производились измерения нейтронного и гамма-излучений.

Проведенные измерения показали, что коэффициент умножения нейтронов возрастает в ожидавшихся пределах, что еще раз подтвердило соответствие РДС-1 техническим требованиям и его пригодность для полигонного испытания.

После демонтажа детали плутониевого заряда были тщательно осмотрены, упакованы и подготовлены к отправке на полигон по железной дороге. Это было одной из последних операций, проведенных в КБ-11 по подготовке первой ядерной бомбы к испытаниям.

Несколько раньше в соответствии с решением июньского совещания в КБ-11 были изготовлены и отправлены на полигон пять боевых и два тренировочных заряда из взрывчатых веществ.

Решение об отправке пяти боевых комплектов зарядов ВВ при одном плутониевом застраховывало от непредвиденных случайностей, могущих привести к порче зарядов при транспортировании, хранении и работе на полигоне.

В июне — июле 1949 г. на полигон были направлены две группы работников КБ-11 со вспомогательным оборудованием и хозяйственным инвентарем. 24 июля сюда прибыла группа специалистов во главе с П. М. Зерновым, которая должна была принимать непосредственное участие в подготовке ядерного заряда к испытаниям.

21 августа на полигон прибыл эшелон с деталями плутониевого заряда и четырьмя нейтронными инициаторами. Тем же поездом прибыла и группа ведущих ученых КБ-11, среди которых были Ю. Б. Харитон, Я. Б. Зельдович, Г. Н. Флеров.

21 августа прибыли научный руководитель опыта И. В. Курчатов и член Специального комитета А. П. Завенягин.

К 26 августа на полигоне собрались все участники испытания и члены Правительственной комиссии под председательством М. Г. Первухина.

Следует отметить, что комиссия, в которую входили П. М. Зернов, П. Я. Меших, В. А. Боляtko, М. Г. Мещеряков, К. И. Щелкин, М. А. Садовский, А. Я. Свердлов, генерал-лейтенант М. Н. Тимофеев, генерал-лейтенант медицинской службы А. И. Бурназян, генерал-майор С. Г. Колесников, генерал-майор авиации Г. О. Комаров и главный инженер Государственного специального проектного института (ГСПИ-11) В. В. Смирнов, собралась на полигоне значительно раньше — 26 июля. В задачу этой комиссии входила организация работ по завершению строительства и подготовке всех объектов полигона к эксперименту.

Круг задач, решаемых данной комиссией, был достаточно широким.

К примеру, 27 июля, т. е. на следующий после прибытия день, комиссия рассмотрела на дневном заседа-

нии вопрос о формировании экспертных комиссий по проверке готовности зданий и сооружений полигона к эксплуатации. В частности, это относилось к площадке «Н» и опытному полю. На вечернем заседании был заслушан начальник строительства генерал-лейтенант М. Н. Тимофеев по вопросу о сроках завершения всех строительных работ.

Заседание комиссии, состоявшееся 4 августа, было посвящено обсуждению плана тренировочных испытаний секторов и КБ-11. Данным планом предусматривалось в течение двухнедельного срока, начиная с 8 августа, провести:

- тренировочные испытания автоматического управления приборами физического сектора и изделия;

- контрольные сборки изделия с целью отработки приемов монтажа, подключения аппаратуры и коммуникационных линий с подъемом изделия на башню;

- две репетиции по физическому и биологическому, а также по инженерному и вооруженческому секторам;

- отработку мероприятий по проведению соответствующих воздушных наблюдений и работе служб безопасности;

- общую генеральную репетицию с участием всех секторов, а также охраны, службы безопасности, связи и других средств обеспечения.

Решением данного совещания Правительственной комиссии заместитель директора РИАН И. Е. Старик был прикомандирован к полигону на период испытаний для осуществления научного руководства радиохимической лабораторией. Руководство и наблюдение за всеми тренировочными работами было возложено на П. М. Зернова, П. Я. Мешиха и В. А. Болятко, с которыми

непосредственное руководство полигона должно было согласовывать все распоряжения, касавшиеся тренировочных опытов.

За период с 27 июля по 5 августа комиссия под председательством М. Г. Первухина провела 9 заседаний.

В акте комиссии от 5 августа было сделано заключение о полной готовности полигона к 10 августа и предложено руководству полигона и КБ-11 провести в течение 15 дней детальную обработку операций по сборке и подрыву изделия, а также проверку степени взаимодействия всех организаций и служб, участвующих в предстоящем опыте.

После принятия данного решения более четко определилась дата проведения первого в СССР ядерного взрыва — один из последних дней августа 1949 г.

В соответствии с заключением Правительственной комиссии в период с 10 по 26 августа была проведена серия репетиций. Всего их было десять. В ходе них были задействованы аппаратура управления полем и пульт подрыва изделия с кабельной линией.

Так, 10 и 11 августа было проведено по три репетиции по полной программе с включением автоматики изделия и аппаратуры поля.

13 августа в тренировочных работах вновь по полной программе была подключена автоматика изделия, но аппаратура поля не подключалась.

18 и 22 августа были проведены две репетиции — очередная и генеральная по полной программе — при включенной автоматике изделия, аппаратуры поля и регистрирующих осциллографов. В ходе этих учений, проводившихся под кодовым обозначением «Вперед», отрабатывался полный цикл подготовки РДС-1 к

подрыву, включавший сборку изделия, за исключением установки plutониевого заряда, подъем его и автоматика подрыва на грузовую площадку башни, расположенную на 30-метровой отметке, контрольную проверку линии и автоматики подрыва, снаряжение изделия электродетонаторами.

Первый из этих опытов проводился с зарядом, доставленным на полигон из КБ-11 в собранном виде. При осуществлении генеральной репетиции, проведенной 22 августа, ядерный заряд, так же как и заряд, предназначенный для боевого подрыва, собирался на полигоне.

Выбор зарядов для боевого изделия и генерального тренировочного опыта был произведен 19 августа из четырех комплектов, доставленных на полигон россыпью. Отбор проводили К. И. Щелкин, А. Я. Мальский и начальник ОТК завода № 2 КБ-11 А. Я. Титов. За основные критерии принимались размеры и плотность деталей из взрывчатки, результаты контрольных испытаний, проведенных в КБ-11, и расчетная разновременность по фокусирующим элементам.

В период между тренировочными работами, проведенными 18 и 22 августа, согласно решению комиссии, возглавляемой М. Г. Первухиным, были произведены профилактическая ревизия пульта управления полем и десятикратное его задействование по полному циклу.

Проведенные проверки подтвердили нормальную работу автоматики.

В ходе операции «Вперед» изделия после работ с ними на башне спускались вниз, перевозились на специально подготовленную площадку, устанавливались там на подставку высотой 3,5 м и подрывались по штатной программе.

После взрыва оставались алюминевые керны, устанавливавшиеся в заряд вместо центральных частей. По сферичности их обжатия делалось заключение о качестве сборки изделий.

Отстрелы макетов подтвердили хорошее качество сборки зарядов и монтажа спецоборудования изделия, выполненных в условиях полигона, а также безотказность системы автоматики и линии подрыва, готовность всех служб к полигонному испытанию первой ядерной бомбы.

Каждый этап подготовительных работ проводился в строгом соответствии с конструкторской и нормативно-технической документацией, подготовленной на проведение боевого опыта. Результаты всех работ оформлялись актами, которые предъявлялись на утверждение руководству испытаний.

Так, например, завершив все подготовительные работы к операции «Вперед», К. И. Щелкин, А. Я. Мальский и С. Н. Матвеев составили акт от 2 августа 1949 г. о готовности к проведению этих работ. Акт был согласован с научным руководителем полигона М. А. Садовским — руководителем специального сектора Института химической физики, затем направлен М. Г. Первухину с просьбой разрешить осуществление тренировочных опытов на площадке «П» в 2,5 км от сборочного здания «32 П» площадки «Н».

На подлинном акте, хранящемся в архиве ВНИИЭФ, сохранилась резолюция М. Г. Первухина, сделанная им 4 августа 1949 г.: «Разрешить».

Также по актам производились прием и передача зарядов от одной бригады сборщиков другой.

К примеру, один из актов от 20 августа 1949 г., подписанный сдающими изделие А. Я. Мальским и

М. А. Квасовым и принимающими его С. Н. Матвеевым и Г. П. Ломинским, свидетельствует о сборке заряда взрывчатых веществ в здании «32 П» и передаче его В. И. Алферову для проведения дальнейших работ.

В данном акте отмечается, что сборка заряда ВВ была произведена с отклонением от требований конструкторской документации, что привело к необходимости переборки.

Документально фиксировались не только результаты всех работ, связанных с подготовкой изделия и аппаратуры к тренировочным опытам, но и всевозможные недостатки, упущения, замечания.

Показательной в этом отношении является докладная записка В. И. Алферова от 16 августа на имя П. М. Зернова и К. И. Щелкина. Она посвящена анализу результатов первой части операции «Вперед».

Отметив, что «накладок технического порядка не было», Владимир Иванович счел необходимым обратить внимание на четыре упущения организационного характера. Среди них поломка сетевого электрооборудования в здании ДАФ (мастерская у башни «1 П») и в связи с этим — отсутствие света, а также небезопасность работавших в этом здании питьевой водой и питанием в течение 19 часов.

Данный факт в какой-то мере характеризует те условия, в которых нередко приходилось работать испытателям первой ядерной бомбы. 21 августа 1949 г. на полигон прибыли А. П. Завенягин, И. В. Курчатов, Ю. Б. Харитон.

После проведения генерального тренировочного опыта (22 августа 1949 г.) система управления подрывом изделия и приборами опытного поля по указанию председателя Правительственной комиссии М. Г. Пер-

вухина была опечатана и передана под контроль К. И. Щелкина, в ведении которого она находилась до момента подрыва боевого изделия.

23 августа на полигоне было проведено совещание. Еще раз рассматривался порядок работы по подготовке и проведению испытания заряда РДС-1. Совещание проводили И. В. Курчатов, А. П. Завенягин, П. М. Зернов, Ю. Б. Харитон и К. И. Щелкин. С информацией о контрольных измерениях выступил Г. Н. Флеров. В заключение своего сообщения он сказал, что для окончательного выхода на испытания необходимы еще три дня и линия связи с башней.

В. И. Алферов доложил регламент проведения полигонного опыта и результаты подготовки системы инициирования к испытанию.

В итоге всестороннего обсуждения всех аспектов и деталей предстоящего эксперимента с первым ядерным зарядом на совещании было решено утвердить окончательный порядок работ, назначить К. И. Щелкина ответственным за работу системы инициирования, закончить нейтронные измерения к 26 августа.

Особое внимание было уделено обсуждению правил поведения тех участников испытания, которым предстояло впервые наблюдать ядерный взрыв. Научный руководитель полигона М. А. Садовский изложил содержание специальных инструкций по данному вопросу. Всем, кто готовился наблюдать взрыв, выдали защитные очки, значительно ослаблявшие силу света. А. И. Бурназян и Я. Б. Зельдович проверили стекла и подтвердили, что очки дают уменьшение его воздействия достаточное, чтобы обеспечить безопасное наблюдение за световым излучением взрыва.

26 августа 1949 г. на полигон прибыл Л. П. Берия. К этому дню были собраны два (боевой и резервный) заряда из взрывчатых веществ. Все этапы этой работы завершались принятием актов соответствующих комиссий.

Так, комиссия в составе Ю. Б. Харитона (председатель), П. М. Зернова, К. И. Щелкина, Н. Л. Духова, А. С. Александрова, А. Я. Мальского приняла предназначенный для сборки заряд, изготовленный опытными заводами № 1 и 2 КБ-11.

Затем комиссия, куда входили Ю. Б. Харитон, П. М. Зернов, К. И. Щелкин, В. И. Алферов, В. С. Комельков и А. С. Александров, признала годными к монтажу на заряде РДС-1 источники высоковольтного питания, высоковольтное реле и блок синхронного зажигания, а также приняла для снаряжения заряда партию капсулей-детонаторов.

Ю. Б. Харитон, Н. Л. Духов, В. А. Давиденко и А. С. Александров сделали заключение по четырем нейтронным инициаторам, расположив их по очередности применения. Отбор был произведен на основании документации и акта проверки их на полигоне, проведенной В. А. Давиденко, Ю. К. Пужляковым и А. Г. Михайленко.

Поздним вечером 26 августа руководство КБ-11 (Ю. Б. Харитон, П. М. Зернов, Н. Л. Духов) представило И. В. Курчатову и А. П. Завенягину акты о готовности всех узлов изделия к опыту. Рассмотрев акты, И. В. Курчатов в соответствии с личным распоряжением Л. П. Берия установил время проведения испытания — 29 августа 1949 г., 8.00 местного времени.

Началась 48-часовая готовность к первому ядерному взрыву, в ходе

которой согласно принятому регламенту начались работы по окончательному монтажу боевого изделия в сборочной мастерской вблизи центральной башни. Отсчет времени начался ровно за двое суток до назначенного времени испытания — в 8 ч утра 27 августа.

Заряд из ВВ был доставлен из сборочного здания площадки «Н» накануне. 27 августа было произведено снаряжение боекомплекта пробок взрывателей капсулями-детонаторами. Снаряжение производил В. С. Комельков, а акт о проведении этой операции подписали К. И. Щелкин, В. И. Алферов, В. С. Комельков и С. Н. Матвеев.

К концу этого же дня В. И. Алферов и В. С. Комельков с группой инженеров и техников закончили монтаж и проверку системы подрыва электродетонаторов. Им оставалось подключить последнюю розетку под ЭД на съемном элементе заряда после установки плутониевого заряда и окончательной сборки изделия.

28 августа подрывники провели последний осмотр башни, подготовили к подрыву автоматику и проверили в последний раз кабельную линию. Г. Н. Флеров и Д. П. Шишов с двумя помощниками смонтировали на башне аппаратуру для дистанционного контроля нейтронного фона изделия.

В 16 ч 28 августа к сборочной мастерской были доставлены плутониевый заряд и четыре нейтронных инициатора. В мастерской был произведен выбор одного из них по паспортным данным, была собрана измерительная схема, позволявшая определить активность нейтронного инициатора, приготовленного для опыта. По результатам проведенных работ был составлен протокол, который подписали Ю. Б. Харитон,

Н. Л. Духов, В. А. Давиденко, Ю. К. Пужляков и А. Г. Михаленко.

После этого детали плутониевого заряда были извлечены из контейнеров, тщательно осмотрены и проверены. По всем проверявшимся параметрам детали заряда соответствовали требованиям чертежей.

Отобранный нейтронный инициатор был установлен в «шар Духова», который в свою очередь был смонтирован в сборку, входящую в центральную часть изделия.

После измерения нейтронного потока собранный поршень был подготовлен к установке в центральную часть. Эти операции производились Н. А. Терлецким и Д. А. Фишманом. Протокол по результатам работ был написан от руки Ю. Б. Харитоновым и подписан им, а также Н. Л. Духовым, Г. Н. Флеровым и В. А. Давиденко.

В ночь на 29 августа Ю. Б. Харитон и Н. Л. Духов с помощниками в присутствии И. В. Курчатова, А. П. Завенягина, А. С. Александрова и П. М. Зернова установили поршень в центральную часть.

Окончательный монтаж ядерного заряда был закончен при непосредственном участии А. Я. Мальского и В. И. Алферова к 3 ч ночи 29 августа.

К 4 часам утра после опечатаывания системы автоматики и разъемов на линии подрыва к башне прибыли К. И. Щелкин и С. Н. Матвеев с боекомплектом электродетонаторов. С разрешения находившихся поблизости у башни Л. П. Берня и И. В. Курчатова на подъем изделия на башню К. И. Щелкин отдал распоряжение на вызов РДС-1 из мастерской. Старший инженер Д. А. Фишман, ставший впоследствии первым заместителем главного конструктора ВНИИЭФ, с четырьмя сотрудниками КБ-11 выкатили изделие по

рельсовому пути и установили его в клетки грузового подъемника.

Начальник полигонов КБ-11 Г. П. Ломинский, которому было поручено управление подъемником, тщательно проверил крепление изделия. К. И. Щелкин и С. Н. Матвеев с боекомплектом электродетонаторов поднялись на башню на пассажирском лифте. Вслед за ними туда же поднялись А. П. Завенягин и А. С. Александров.

Получив разрешение, Г. П. Ломинский и техник А. А. Измаилов подняли грузовую кабину с изделием в сопровождении П. М. Зернова на отметку 30 м, где она и была закреплена. Сразу же была подключена аппаратура контроля нейтронного фона.

Все эти операции заняли час времени. В 5 часов 5 минут утра все, за исключением К. И. Щелкина, С. Н. Матвеева, Г. П. Ломинского, А. П. Завенягина, А. С. Александрова и П. М. Зернова, покинули башню. С опытного поля был эвакуирован весь личный состав, кроме офицерской охраны Министерства государственной безопасности.

Осмотр изделия на башне, снаряжение его электродетонаторами, подключение к схеме подрыва и повторный после этого осмотр заняли еще около часа. Все работы были завершены к 6 часам утра...

О ходе всех проводившихся на башне операций П. М. Зернов докладывал по телефону И. В. Курчатову, который находился на командном пункте в 10 км от центра опытного поля.

К моменту завершения заключительных операций произошло резкое ухудшение погоды. Низко над полем проносились рваные облака, затянувшие все небо. Начал накрапывать дождь. В связи с сильными порыва-

ми ветра и во избежание неприятностей при спуске на пассажирском лифте, надежно работавшем при скорости ветра до 6 м/с, все находившиеся на башне спустились вниз по лестнице. Замыкающими были А. П. Завенягин и К. И. Шелкин, опломбировавший вход на башню.

После этого была снята охрана и произведена эвакуация людей с центра опытного поля. С последней машины отсюда выехали А. П. Завенягин, К. И. Шелкин и С. Н. Матвеев.

На промежуточном пункте С. Н. Матвеев в присутствии А. П. Завенягина и К. И. Шелкина включил разъем, соединив тем самым аппаратуру на башне с системой контроля и управления, установленной на командном пункте.

Все работы на опытном поле, таким образом, были полностью завершены.

В 6 ч 18 мин подрывники прибыли на командный пункт и доложили Л. П. Берия и И. В. Курчатову о полной готовности изделия к подрыву, а начальник полигона генерал С. Г. Колесников — о готовности полигона.

Продолжавшееся резкое ухудшение погодных условий серьезно беспокоило руководителей испытания. В отчете о результатах испытания К. И. Шелкин позже напишет, что после принятия докладов о полной готовности к опыту Л. П. Берия, М. Г. Первухин и И. В. Курчатов вышли из командного пункта на открытое место в надежде увидеть прояснение. Однако погода не предвещала ничего хорошего. Видимость упала, дождь стал более частым, ветер усилился до 12–15 м/с, не исключалась возможность грозовых явлений.

Во избежание неожиданностей, связанных с непогодой, И. В. Курча-

тов с согласия Л. П. Берия принимает решение о переносе времени взрыва с 8 на 7 ч утра 29 августа.

Коррективы, которые внесла природа в ход испытания, в целом никак не отразились на всей процедуре дальнейших работ. События разворачивались четко по регламенту.

За 25 мин до подрыва были сняты пломбы с операторской командного пункта и произведено подключение питания системы автоматики. За 12 мин до опыта был включен автомат опытного поля, за 20 с — рубильник, соединявший цепь изделия с системой автоматики управления. С этого момента все операции по подрыву осуществлялись автоматически. По своей конструкции система подрыва предусматривала автоматическую подачу в нужный момент (ровно в 7 ч утра) импульса для подрыва ядерного заряда, за 6 с до этого — импульса для включения блока синхронного зажигания, за 1 с — импульса для открывания затворов оптической аппаратуры, предназначенной для фотографирования явлений взрыва.

Приостановить начавшийся процесс можно было только с помощью рубильника. Причин для этого не было...

С включением автомата подрыва начался отсчет времени. Считал А. Я. Мальский. Ровно в 7.00 утра 29 августа 1949 г. вся местность пустынной казахской степи озарилась ослепительным светом...

Примерно через 30 с к командному пункту подошла ударная волна (напомним, что здание «12 П» находилось на возвышенности в 10 км от центра опытного поля). Она сопровождалась мощным грохотом, выбила стекла на командном пункте и оглушила некоторых из присутствовавших там. После прохождения удар-

ной волны двери командного пункта были открыты, все находившиеся там вышли из помещения и стали наблюдать за явлениями, сопутствовавшими взрыву.

Громадный черный столб дыма и пыли поднялся из центральной части поля и вскоре ушел за облака. По земле протянулась огромная туча пыли. Сильный ветер гнал дымный и пыльный столб в северо-восточном направлении.

В момент взрыва на месте башни появилось светящееся полушарие, размеры которого в 4–5 раз превышали размеры солнечного диска. Его яркость была в несколько раз больше солнечной.

После первой вспышки наблюдатели сняли очки и увидели большую огненную полусферу золотистого цвета, которая превратилась в огромное бушующее пламя, а затем сменилась быстро поднимавшимся столбом дыма и пыли.

Зарево и гул после взрыва РДС-1 отмечались не только в различных пунктах полигона, отстоявших от центра опытного поля на 30–70 км, но и по дороге в Семипалатинск на расстоянии 80 км от эпицентра взрыва.

Через 20 мин после взрыва к центру опытного поля были направлены два танка, оборудованные свинцовой защитой, для проведения радиационной разведки и осмотра местности.

На месте центральной башни зияла воронка диаметром 3 м и глубиной около 1,5 м, на дне которой находились остатки железобетонного фундамента башни. Почва оплавилась, и образовалась сплошная корка шлака. Мощность радиоактивного излучения превышала 50 000 мкР/с. Гражданские здания и сооружения, расположенные на расстоянии 50 м от центра поля, были

полностью разрушены, железнодорожный мост сорван с опор и отброшен в сторону. Не менее серьезные повреждения были нанесены и всем постройкам, находившимся на более дальнем расстоянии от башни.

Выявление состояния радиоактивности опытного поля позволило приступить к поэтапной эвакуации животных. Из 1538 подопытных животных в результате взрыва погибло 368. Остальные были в тот же день, 29 августа, перевезены в виварий и клинику для дальнейшего наблюдения и изучения характера действия радиации на живой организм.

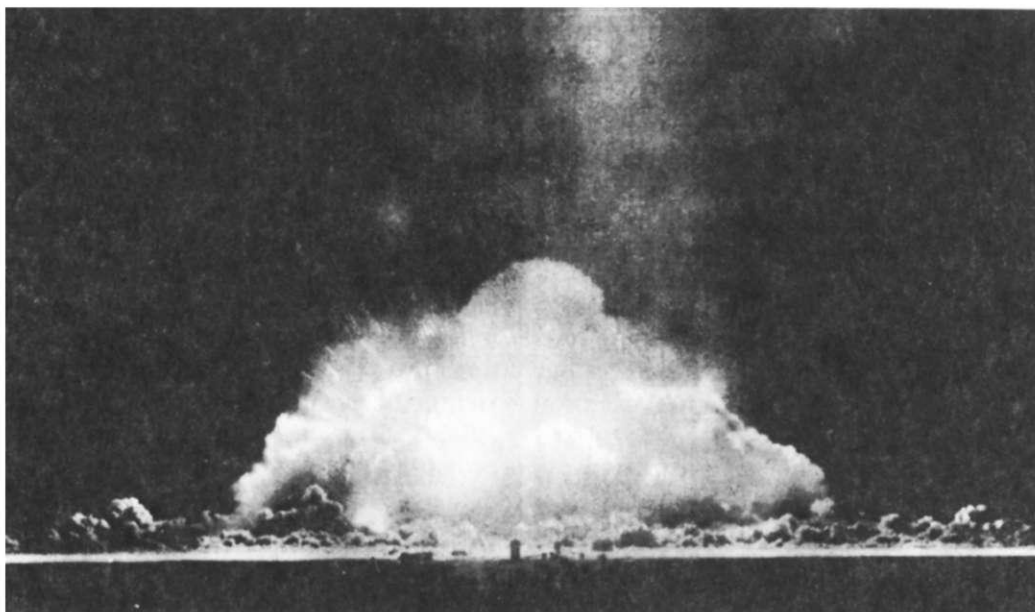
Подвиг разведчиков-дозиметристов, совершивших рейд в эпицентр ядерного взрыва 29 августа, был повторен 1 сентября П. М. Зерновым и К. И. Щелжиным, которые вместе с двумя фотографами полигона Поляковым и Приваловым и дозиметристом Дороховым побывали в центре опытного поля, чтобы лично убедиться в последствиях ядерного взрыва. Длительность их пребывания была небольшой – 15 мин, но наряду с другими данными их впечатления оказались существенными для дополнения картины.

В основном же картина взрыва и его последствий формировалась не столько наблюдениями очевидцев, сколько фиксированием соответствующих явлений с помощью фото- и киноаппаратуры, а также различных измерительных приборов. Достаточно сказать, что на полигоне было установлено 1300 различных приборов для физических измерений и 9700 индикаторов различного типа для исследования параметров проникающих излучений.

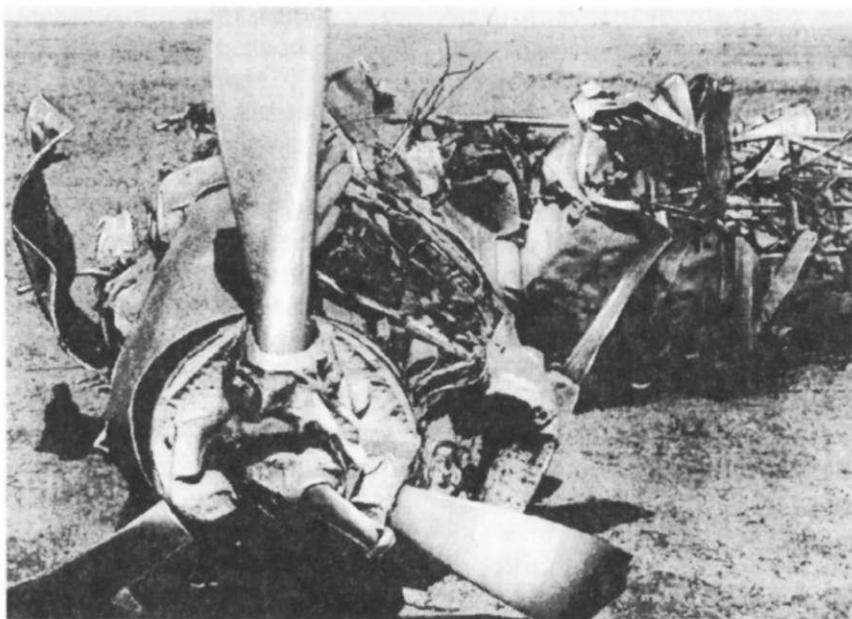
Эти индикаторы размещались на открытой поверхности, на небольшой глубине под землей, а также в фортификационных сооружениях и



Картина врыва РДС-1



Картина взрыва РДС-1



Испытательное поле полигона 29.08.1949 г.

в образцах вооружения вместе с подопытными животными.

Мощность взрыва РДС-1, осуществленного 29 августа 1949 г., определялась тремя независимыми методиками. Ее значение хорошо со-

гласовывалось с ожидавшимся расчетным значением.

Событие, происшедшее на Семипалатинском полигоне, известило мир о создании в СССР ядерного оружия, что положило конец американскому

монополизму на владение новым для человечества оружием.

Первые серийные образцы ядерного оружия — изделия РДС-1 — были изготовлены на опытных заводах КБ-11 в 1950 г. На вооружение армии они не поступали, хранились в разобранном виде в спецхранилищах КБ-11.

По представлению Совета Министров СССР Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 октября 1949 г. за создание ядерной бомбы большая группа работников науки и промышленности была от-

мечена правительственными наградами.

Ведущим специалистам КБ-11 Ю. Б. Харитону, К. И. Щелкину, Н. Л. Духову, В. И. Алферову, Я. Б. Зельдовичу были присвоены звания Героя Социалистического Труда. 29 сотрудников первого ядерного центра были награждены высшей в то время государственной наградой — орденом Ленина, 15 — орденом Трудового Красного Знамени, 28 участникам работы над РДС-1 была присуждена Государственная премия СССР.

К ИСТОРИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО УРАНА НА КОМБИНАТЕ № 813

А. М. Петросьянц

После разгрома гитлеровской Германии и окончания войны с Японией, закончившейся уничтожением двух японских городов американскими ядерными бомбами, США вышли из войны могущественной военной и экономической державой с наименьшими людскими потерями.

После испытания первой в мире ядерной бомбы 16 июля 1945 г. в пустынной местности Аламогордо в шт. Нью-Мексико президент Трумэн заявил, что «русские скоро будут поставлены на место», а в конце 1945 г. он сказал, что «хотим мы этого или не хотим, мы обязаны признать, что одержанная нами победа возложила на американский народ бремя ответственности за дальнейшее руководство миром».

Вскоре, а точнее, буквально через несколько дней после сброса ядерных бомб США на японские города, в СССР решением Государственного комитета обороны СССР за подписью И. В. Сталина были созданы Специальный межведомственный комитет и Первое Главное управление (ПГУ) при СНК СССР для руководства всеми необходимыми работами по созданию советской ядерной бомбы. Уже в тот период советским ученым и специалистам было хорошо известно, что главным ядерным веществом, которым должна быть начинена

бомба, являются плутоний и высокообогащенный уран. Без наличия этих веществ никакой ядерной бомбы создать нельзя, они нужны в первую очередь.

В предыдущих главах этой книги мы уже рассказали о том, как сложно было получать плутоний в ядерном реакторе, о последующей радиохимической переработке и передаче плутониевых изделий конструкторам ядерной бомбы.

Не меньшие сложности ожидали создателей бомбы при получении высокообогащенного урана. Возникла необходимость организации ядерной индустрии, специальной отрасли новейшей промышленности с исключительно сложными приборами, изделиями и установками, никогда ранее не применявшимися и требовавшими больших умственных усилий, навыков и умения для овладения ими в короткие сроки.

Итак, в 1945 г. было решено приступить к строительству завода по получению высокообогащенного урана методом диффузии. Была выбрана площадка на Урале недалеко от г. Свердловска в небольшом поселке Верх-Нейвинске. В поселке была строительная площадка, где располагался небольшой цех завода № 261 Наркомата авиационной промышленности, который и был передан

ПГУ при Совнаркомом СССР 1 декабря 1945 г. На базе этого завода 21 декабря 1945 г. было образовано Управление строительством № 865 Народного комиссариата внутренних дел. Начальником его был назначен генерал-майор Н. П. Бойков.

Строительство завода начиналось фактически с пустого места. Нужно было строить завод и создавать инфраструктуру.

Ветераны строительства, работники Управления № 865 Ю. П. Анурьев и Ф. П. Кораблев, вспоминают первые тяжелые годы стройки, когда приходилось размещать строителей в бараках, сколоченных на скорую руку, и это в условиях холодной, суровой уральской зимы. Бараки представляли собой сооружения полуземляного типа размером 40х10 м, заглубленные в землю на метр с лишним, дощатые, редко-бревенчатые с толевой крышей. В таком бараке с нарами в два яруса размещалось около 150 человек.

На каждого строителя определялась норма выработки. За перевыполнение норм полагалось дополнительное поощрение. Так, заключенным, а их в 1947 г. на строительстве работало свыше 7000 человек, выработавшим норму на 151%, день пребывания в лагере засчитывался за три дня, т. е. сильно сокращался срок их заключения. Как рассказывают ветераны, это сильно убыстряло ход строительных работ.

Во время начала строительства завода № 813 почти полностью отсутствовали механизмы. Страна только вышла из войны, поэтому получение их было весьма проблематично, все делалось вручную. При разгрузке стальных балок и других тяжелых грузов из вагонов люди часто калечились. Но это было неизбежно, строительные механизмы стали пос-

тупать на строительство только с 1947 г., а в основном — в 1948 и 1949 гг.

Вот в таких тяжелых условиях начиналось создание одного из первенцев ядерной индустрии — завода № 813, на котором в кратчайшие сроки было освоено производство высокообогащенного урана.

Что нам дал официальный отчет США

Возможность изготовления ядерной бомбы из высокообогащенного урана была установлена американскими учеными еще до того, как ими в 1941 г. был открыт искусственный тяжелый элемент плутоний-239, который рождается из ядер урана-238. Форсированная разработка технологии и создание уникальной промышленности по получению высокообогащенного урана — одна из главных и первоочередных задач в программе США по созданию ядерного оружия (Манхэттенский проект). Начатые в 1940 г., а затем широко развернутые интенсивные научные исследования и разработки успешно завершились сооружением и вводом в эксплуатацию весной 1945 г. в Ок-Ридже (шт. Теннесси) первого в мире газодиффузионного завода. Из первых килограммов полученного на нем высокообогащенного урана в июле 1945 г. была изготовлена ядерная бомба, сброшенная на Хиросиму.

Это позволило нам, учитывая опыт США, начать широкие работы по созданию газодиффузионного завода, несмотря на то что не была еще разработана промышленная технология получения высокообогащенного урана, не было компрессоров, необходимых пористых перегородок, т. е. всего необходимого для осуществления газовой диффузии шести-

фтористого урана. Требовалось наладить промышленное производство урана, создать промышленность, ведь необходимы не миллиграммы, а килограммы продукции для ядерной бомбы.

Принципиальные возможности применения законов газовой диффузии физикам были известны давно. Еще в 1896 г. английский физик Дж. Рэлей показал, что смесь двух газов различных атомных весов может быть частично разделена, если заставить смесь продиффундировать через пористые перегородки. Также хорошо было известно, что немецкому физику Г. Герцу удалось в 1932 г., основываясь на законах газовой диффузии и молекулярного течения газов через пористые перегородки, в лабораторных условиях впервые в мире разделить смесь легких благородных газов, применив небольшой каскад из соединенных последовательно нескольких разделительных элементов, оборудованных примитивными пористыми мембранами.

Изданная в 1945 г. в США книга Г. Д. Смита «Атомная энергия для военных целей» в качестве официального отчета о разработке ядерной бомбы под наблюдением Правительства США была переиздана в Москве в 1946 г.

Данные, опубликованные в книге, однозначно подтвердили, что из всех методов разделения изотопов урана, а именно электромагнитного, центрифугирования, термодиффузии, газовой диффузии через пористые перегородки и других, наибольшими преимуществами для промышленной реализации в США обладает газодиффузионный.

Г. Д. Смит отмечал в своей книге: «...серьезное изучение метода диффузии было начато в США с середины 1941 г., когда был заключен кон-

тракт с Колумбийским университетом. В конце 1941 г. была доказана в принципе возможность разделения шестифтористого урана посредством одноступенчатой диффузионной установки с пористыми перегородками». Большая работа была проведена американцами по поиску решений по перегородкам и компрессорам. К. Козн, М. Бенедикт и другие ученые теоретически определили, сколько может потребоваться газодиффузионных машин-ступеней, какова необходимая площадь пористых перегородок, какой должна быть схема каскадирования машин и проч.

Решение о сооружении первого промышленного газодиффузионного завода, рассчитанного на получение нескольких граммов обогащенного урана в сутки, было принято в США зимой 1942–43 г. С января 1943 г. была разрешена постройка завода в долине р. Теннесси, в Клинтоне. Завод успешно заработал весной 1945 г. Как отмечает Г. Д. Смит, «для людей, работающих по газовой диффузии, период от 1940 до 1945 г. был наполнен упорным трудом... вероятно, больше, чем какая-либо другая группа в Манхэттенском проекте, работавшая над газовой диффузией, заслуживает награды за храбрость и настойчивость, так же как и за научные и технические дарования».

Г. Д. Смит писал: «Из соображений секретности мы не можем рассказать, как они решали поставленные перед ними задачи, как во многих случаях они находили даже несколько решений в качестве гарантии против неудач в производстве. Это было замечательным достижением. В течение пяти лет были периоды малодушия и пессимизма. В настоящее время, когда завод не только работает, но работает бесперебойно,

надежно и с производительностью большей, чем ожидалось, они в значительной мере забыты».

Наряду с сообщением о выборе американцами газодиффузионного метода в книге содержалась краткая общая информация, особенно нужная нам в то время (1946 г.), когда мы только начинали штурм сложнейшей технической проблемы. Она не раскрыла, да и не смогла раскрыть из соображений безопасности всех трудностей, которые американские ученые преодолевали в ходе освоения этого метода, но она дала нам представление о том, что ожидало нас на этом пути.

Вот некоторые основные технические решения, принятые американцами при разработке газодиффузионного метода.

1. В качестве «рабочего газа» выбран шестифтористый уран, отсюда проблема — техника вакуума в ранее неслыханных масштабах.

2. Основной трудностью явилась разработка удовлетворительных пористых перегородок и насосов (компрессоров). Требовались акры перегородок и тысячи насосов.

3. Применена одноступенчатая разделительная установка (с одним компрессором).

4. Так как разделение в одной ступени слишком незначительно, то потребовалось несколько тысяч ступеней. Наилучший способ их соединения требует многократного повторения цикла, так как количество вещества, проходящего через перегородки нижних ступеней, во много тысяч раз превышает количество обогащенного продукта, извлекаемого из последней ступени. Ступени соединены в каскады по схеме, приближающейся к идеальным каскадам.

5. Схема разделительной установки такова, что в любой ступени при-

близительно половина поступающего вещества проходит через перегородку к следующей высшей ступени, в то время как другая половина возвращается обратно в предыдущую ступень. Циркуляция всего количества газа в ступени должна быть осуществлена с помощью компрессоров.

6. Так как поток газа через ступень значительно меняется с номером ступени в каскаде, количество и размеры насосов (компрессоров) также сильно изменяются от ступени к ступени. Тип и производительность компрессора, необходимого для данной ступени, зависят не только от массы подаваемого газа, но и от требуемого напора.

7. Система циркуляции в целом, заключающая в себе компрессоры, перегородки, трубопроводы и клапаны, должна быть уплотнена на вакуум. Смазочные вещества или уплотняющие среды не должны реагировать с рабочим газом, так же как и ни один из применяемых материалов.

На основе этих сведений вырисовывалась концепция разработанной и успешно осуществленной в США промышленной газодиффузионной технологии получения высокообогащенного урана для применения его в военных целях. Явно рассчитанные на промышленную недоступность для других стран или чрезмерную для них трудность решения в отчете Г. Д. Смита приводились почти фантастически звучащие технические требования на пористые перегородки для диффузионных машин: «...чтобы обеспечить истинный «диффузионный» поток газа, диаметр бесчисленного множества отверстий в перегородке должен быть меньше одной десятой среднего свободного пробега молекул, который имеет порядок де-

сятой доли микрометра. Следовательно, материал перегородки должен иметь миллионы отверстий диаметром, меньшим или равным 0,01 мкм, и почти не содержать отверстий с диаметром, превышающим это значение. Отверстия не должны увеличиваться или закупориваться в результате прямой коррозии или пыли, возникающей при коррозии, где-нибудь в системе. Перегородка должна быть способна противостоять «напору» газа в одну атмосферу, легко изготавливаться в больших количествах и быть однородной по качеству.

Однако и эта информация оказалась для нас полезной: ядерная бомба, сброшенная 6 августа 1945 г. на Хиросиму, была изготовлена из высокообогащенного урана, значит, необходимо форсировать работы по промышленному освоению газодиффузионной технологии у нас в стране.

Книга Г. Д. Смита «Атомная энергия для военных целей» стала для нас, советских специалистов, настольным пособием, которое помогало нам при разработке диффузионного метода. В моменты особых трудностей и сомнений, особенно в начале пути, она помогала нам не теряться и верить в успех нашего дела.

Газодиффузионная технология и ее трудности

С явлениями диффузии газов и их взаимопроникновения мы встречаемся повседневно. Скорости теплового движения молекул газа зависят от температуры и обратно пропорциональны корню квадратному из массы молекулы: чем легче газ, тем выше скорость. Так, при температуре 20°C скорость теплового движения молекулы водорода составляет приблизительно 1800 м/с, а азота — 470 м/с.

Мы не ощущаем эти сверхурегулированные скорости только потому, что в объеме 1 см³ содержатся (при атмосферном давлении) десятки миллиардов молекул (число Лошмидта $2,7 \cdot 10^{19}$ моль/см³). Находясь в непрерывном и беспорядочном движении, молекулы упруго сталкиваются между собой, проходя ничтожно малое расстояние (длину) свободного пробега, равное нескольким микрометрам и долям микрометра.

Для метода газодиффузионного разделения необходимо иметь тяжелый металл — уран — в газообразном состоянии. Наиболее подходящим химическим соединением урана для применения в газодиффузионной технологии оказался шестифтористый уран (UF₆), или гексафторид урана, имеющий очень важные для технологии разделения физические свойства: при низких температуре и давлении он может находиться в газообразном, жидком или твердом состоянии. Его тройная точка, где сходятся эти три фазы, находится при температуре 64°C и давлении около 1,5 атм (1138 мм рт. ст.). При давлении ниже 1 атм, т. е. в вакууме, и температуре ниже 56°C гексафторид урана — газ со свойствами, очень близкими к идеальным газам. При охлаждении до низкой температуры этот газ легко сконденсировать, получив твердые белые кристаллы плотностью около 5 г/см³. При нагревании баллона с такими кристаллами гексафторид урана переходит в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, а если несколько повысить температуру (выше 65°C) и давление (более 1,5 атм), то можно перевести весь гексафторид урана в жидкую фазу. Для разделения изотопов урана очень важно, что природный фтор не имеет изотопов. Однако гексафторид урана — химически весьма агрессивный газ, кото-

рый реагирует практически со всеми химическими элементами. При этом, отдавая часть своего фтора (2 атома из 6), он немедленно превращается в устойчивое твердое соединение — тетрафторид урана UF_4 , который в виде мелкодисперсного зеленого порошка (пыли) выпадает на различные поверхности оборудования.

Гексафторид урана не терпит воды: в любом самом малом количестве ее он образует агрессивную плавиковую кислоту, не терпит никаких органических соединений, масел, которые обугливаются, образуя со фтором различные фтористые соединения. Таковы фтор и его соединения с ураном. Недаром греки этому «злому» химическому элементу дали название фторус, т. е. гибель, разрушение.

Применение в производстве обогащенного урана гексафторида урана позволило создать простую, компактную и в общем безопасную технологию обращения с ним.

Метод газовой диффузии для разделения изотопов урана предполагает использование относительно небольшого различия в скорости движения тяжелых (с изотопом уран-238) и легких (с изотопом уран-235) молекул в газовой смеси гексафторида урана. Законы молекулярного течения молекул через тончайшие отверстия — поры — требуют, чтобы размеры пор или диаметр капиллярных каналов были меньше, чем средняя длина (расстояние) свободного пробега молекулы, которую она проходит, не сталкиваясь с какой-либо другой молекулой. Попадая в такие мельчайшие поры, легкие и тяжелые молекулы рабочего газа — гексафторида урана — между собой почти не сталкиваются, а взаимодействуют только со стенками пор. Так как молекулы гексафторида, содержащие уран-235, более проворны по сравне-

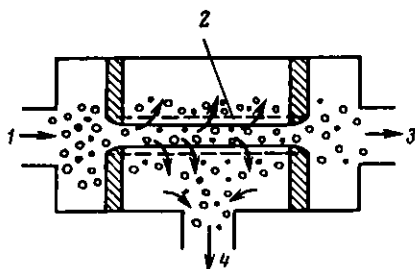


Рис. 1. Схема диффузионного процесса при обогащении урана изотопом уран-235:

● — изотоп уран-235; ○ — изотоп уран-238;

1 — газообразный гексафторид урана; 2 — пористая трубка (диффузионный фильтр); 3 — обедненный уран по изотопу уран-235 (отвал); 4 — обогащенный уран по изотопу уран-235 (отбор)

нию с молекулами гексафторида с ураном-238, то при одинаковой температуре через поры перегородки их перейдет несколько больше. В результате за перегородкой будет накапливаться все больше легких молекул и газовая смесь гексафторида урана там будет несколько обогащена ураном-235 по сравнению с газовой смесью на входе в перегородку (рис. 1).

Увеличение доли урана-235 после прохождения одной перегородки крайне мало, но когда каскад машин с пористыми перегородками вытягивается на километры, то на «выходе» содержание урана-235 достигает десятков процентов вместо первоначальных долей процента.

Различие масс урана-238 и урана-235 очень мало — всего три атомные единицы. Скорости теплового движения различаются также незначительно; они обратно пропорциональны массам легких (349) и тяжелых (352) молекул гексафторида урана. Это и определяет предельный потолок степени разделения двух изотопов урана методом газовой диффузии через пористые перегородки.

Простейший расчет позволяет определить идеальный (теоретический) коэффициент разделения смеси двух изотопов урана, т. е. относительное увеличение концентрации урана-235 в газе, продиффундировавшем через поры перегородки, по сравнению с исходным значением. Этот коэффициент α чрезвычайно мал:

$$\alpha = m_2/m_1 = 352/349 = 1,0043.$$

Фактически же, т. е. с учетом всех потерь, связанных с неидеальностью пористых отверстий, коэффициент разделения еще меньше и составляет не более 1,002, а коэффициент обогащения легким изотопом Σ — не более 0,002. Это означает, что, пропустив гексафторид урана однократно через пористую перегородку на одной диффузионной машине (на одной раздельной ступени), можно повысить относительную концентрацию изотопа уран-235 не более чем на 0,2%

Как известно, содержание изотопа уран-235 в природном уране всех месторождений мира стандартное и составляет только 0,711%. Остальные 99,238% — изотоп уран-238. Третий имеющийся в природном уране изотоп уран-234 присутствует в ничтожно малом количестве (примерно 0,0054%) и в балансовых расчетах при обогащении урана, как правило, не учитывается. После прохождения природного урана одной диффузионной ступени содержание урана-235 в нем повышается до 0,07124%, 14 ступеней — до 0,731% и т. п.

Сколько же раз надо прокатать гексафторид урана через пористые перегородки, чтобы получить высокообогащенный уран с содержанием урана-235 до 90%? Очевидно, несколько тысяч раз. Для этого потре-

буется несколько тысяч последовательно соединенных диффузионных машин. Для получения 1 кг урана 90%-ного обогащения ураном-235 нужно затратить около 600 000 кВт·ч электроэнергии, необходимой для питания электродвигателей компрессоров, прокачивающих газ через пористые перегородки с необходимым напором. При этом нужно израсходовать 175–220 кг природного урана (в зависимости от глубины извлечения из него урана-235), из которых 174–219 кг обедненного гексафторида урана, содержащего 0,2 или 0,3% урана-235, пойдет в отвалы. Отвалы обедненного урана конденсируются в твердую фазу и в стальных баллонах поступают на склады для длительного хранения и последующих переделов.

Как организовать непрерывное производство высокообогащенного урана? На каких машинах? Какими должны быть вакуумные сверхзвуковые компрессоры для прокачки газобразного гексафторида урана? Как изготовить многие сотни тысяч мелкопористых перегородок требуемого качества и гарантированного для многолетней эксплуатации ресурса? Как поддерживать стабильность вакуума в столь сложной и разветвленной системе, имеющей громадный объем? Как исключить попадание влажного воздуха или воды в газовые полости машин и соединяющих их коммуникаций? Как безопасно обращаться с агрессивным радиоактивным гексафторидом урана? Как обеспечить непрерывный контроль и управление технологическим процессом в огромной цепи, состоящей из тысяч последовательно соединенных машин? На эти и другие более конкретные вопросы в то время (1946–1947 гг.) у нас ответов еще не было. Это был поистине тревожный и на-

пряженный период поиска, проб и ошибок.

Разделение изотопов требовало огромных усилий и материальных средств для создания сложной техники. Были хорошо известны методы разделения веществ — центрифугирование, экстракция, дистилляция, хроматография, диффузия в потоке пара, термодиффузия, изотопный обмен, электролизный обмен, электромагнитное разделение, метод газовой диффузии через пористые перегородки, однако для разделения изотопов урана необходимо было выбрать один из них. После долгих обсуждений и многочисленных экспериментов было принято решение о промышленной реализации двух методов: газодиффузионного и электромагнитного. Одно направление — газодиффузионное — возглавил И. К. Кикоин, другое — электромагнитное — Л. А. Арцимович. Им в помощь был придан автор этих строк в качестве заместителя начальника ПГУ при СНК СССР и начальника Управления № 8, которому подчинялся завод № 813 и завод по электромагнитному разделению изотопов № 418, расположенный в Свердловской области.

В мою задачу входила организация работы будущего предприятия по диффузионному разделению изотопов урана и оказание всемерной научно-технической помощи научному руководителю объекта И. К. Кикоину и его ближайшим сотрудникам в Лаборатории № 2 в Москве.

Газодиффузионная технология могла стать промышленной, надежно обеспечивать получение необходимого количества высокообогащенного урана только при решении всех научных, технических и производственных задач. Требовалось правильно выбрать концепцию конструкции

диффузионной машины с обеспечением ее высокой надежности, технологичности при крупносерийном производстве, ремонтпригодности, взаимозаменяемости всех узлов и деталей, коррозионной стойкости в условиях непрерывной работы с радиоактивным газом, с хорошим КПД, с хорошей вакуумной плотностью, ресурсом безотказной работы без текущего ремонта не менее одного года.

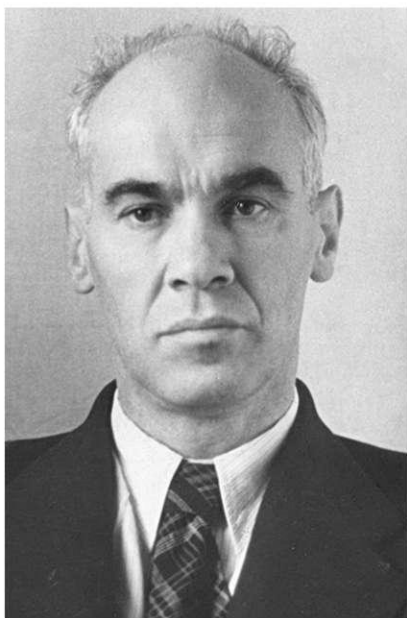
Для этого предстояло решить многие технические и производственные проблемы:

создать пористые перегородки и тонкую технологию их производства. Перегородки должны иметь высокие разделительные свойства, отвечающие законам молекулярного течения газов, с коэффициентом изотопного обогащения не менее 35–40% теоретического значения, т. е. более 0,0015. В течение нескольких лет эксплуатации перегородки не должны терять своих разделительных свойств, их поры (а это десятые и сотые доли микрометра) не должны ни забиваться, ни раскрываться под воздействием агрессивного газа и продуктов его разложения, пыли и пр.;

разработать специальный электропривод, способный надежно работать в агрессивной фторной среде и в вакууме;

создать новый тип арматуры, вакуумно-плотные экономичные стойкие в гексафториде урана запорные клапаны с ручным и моторным приводами, позволяющие в любое время отключать от работающего каскада отдельные блоки машин и заменять их, обеспечивая при этом надежную вакуумную плотность;

разработать надежную конструкцию сверхзвукового компрессора для сжатия и непрерывной прокачки гексафторида урана;



И. К. Кикоин, научный руководитель газодиффузионного завода



А. М. Петросьянц, заместитель начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР (1946–1953 гг.)

создать автоматические регуляторы давления и расхода газа в очень большом диапазоне значений (различающихся на три порядка), обеспечивающие стабильность гидравлического режима во всей цепочке каскадов и в каждой отдельной ступени;

создать специальные водяные холодильники с развитыми поверхностями охлаждения для отвода тепла от нагретого газа при его прокачке компрессором;

обеспечить надежную вакуумную плотность и исключить попадание в вакуумные объем не только воды, но и небольшого количества влаги в течение всего периода эксплуатации;

создать специальную смазку для подшипников компрессоров, в которой водородные атомы заменены фтором;

разработать специальные подшипники, надежно работающие на

фторидной смазке в условиях вакуума, в атмосфере гексафторида урана;

создать вакуумные насосы и гелиевые течеискатели, позволяющие обнаружить малейшие неплотности и газовые течи в сварных швах и разъемах разветвленной широкообъемной гидравлической системы диффузионного завода;

создать вакуумную резину, стойкую в гексафториде урана и обеспечивающую вакуумную плотность в уплотняемых стыках и разъемах машин в течение нескольких лет эксплуатации завода;

разработать специальные емкости для транспортирования и хранения гексафторида урана различной степени обогащения, испарительную и криогенную аппаратуру;

создать высокоточные автоматические регуляторы расхода газа для систем питания машин и их каскадов

и систем отборов обогащенного и обедненного урана;

разработать контрольно-измерительные вакуумные приборы для ступеней и каскадов, методики и приборы для тонкого изотопного анализа обогащенного и обедненного урана;

создать аппаратуру для отбора проб гексафторида урана для анализа.

Особые требования предъявлялись к сварке, обеспечивающей надежную вакуумную плотность всех элементов и узлов в атмосфере гексафторида урана, а также гидравлическую плотность многочисленных сварных водяных полостей и поверхностей охлаждения.

Огромное внимание уделялось разработке и освоению технологии антикоррозионной защиты всех внутренних поверхностей машин, аппаратуры, трубопроводов от агрессивного воздействия фтора, выделяющегося при разложении (диссоциации) гексафторида урана, а также антикоррозионной защите обширных водяных полостей охлаждения.

Ни одна из перечисленных нами выше задач к началу 1946 г. еще не была решена.

Об огромном значении решения этих проблем свидетельствует директива правительства, согласно которой все, к кому обращалось ПГУ, обязаны были безотлагательно включаться и помогать организациям ПГУ как в годы войны: «Все для победы».

Первые крупные неудачи и огорчения (1946 г.)

Научный руководитель инженерных разработок диффузионной проблемы, заведующий кафедрой гидромашин Ленинградского политехнического института профессор И. Н. Вознесенский считал, что в отличие от американцев нам следует

разрабатывать не одноступенчатую, а многоступенчатую диффузионную машину, представляющую собой агрегат с десятком или более компрессоров центробежного типа, рабочие колеса (крыльчатки) которых установлены и вращаются на одном валу. Каждое рабочее колесо с установленным за ним пакетом плоских пористых перегородок образует самостоятельную разделительную ступень газодиффузионного процесса, а все вместе — блок одинаковых ступеней, объединенных газовыми коммуникациями и общим электродвигателем. Такие многоступенчатые агрегаты-блоки образуют разделительный каскад, а несколько каскадов — диффузионный завод. При малых расходах прокачиваемого газа, т. е. для машин малой производительности, такая концепция казалась осуществимой. Для многоступенчатого компрессора требуется один электропривод. Для отключения агрегата нужны только три запорных клапана: на трубе ввода питания, на отборе обогащенного и отвале обедненного продукта. При монтаже каскада в 20—30 раз сокращается число агрегатов по сравнению с одноступенчатыми машинами. Во всем этом виделось большое преимущество предложенных И. Н. Вознесенским конструкций диффузионных машин.

Для интенсивно разрабатываемого многоступенчатого агрегата лаборатория И. Н. Вознесенского (превращенная в филиал Лаборатории № 2) в начале 1946 г. выдала Горьковскому машиностроительному заводу (ГМЗ) техническое задание на разработку и изготовление стенда для отработки конструкции гидравлического уплотнения вращающегося вала. Предполагалось, что это уплотнение, установленное на валу компрессорного агрегата, будет надежно защи-

щать его вакуумную полость от на-
течки атмосферного воздуха. Таких
вакуумных уплотнений, особенно для
толстых (диаметром 200 мм) валов,
никто еще не создавал. Все это было
впервые.

Одновременно созданному в ян-
варе 1946 г. конструкторскому кол-
лективу ОКБ Кировского завода
И. Н. Вознесенским и И. К. Кикои-
ным было выдано задание на разра-
ботку 24-ступенчатой диффузионной
машины. Необходимость размеще-
ния на одном валу 24 центробежных
рабочих колес, наличие в корпусе
агрегата многих каналов для подвода
и отвода газа, компоновка за каждым
компрессором холодильников и па-
кетов из плоских пористых перего-
родок обуславливали создание в це-
лом громоздкой и сложной нетехно-
логичной конструкции. Сильно ус-
ложнялась проблема обеспечения
вакуума.

Параллельно был подготовлен тех-
нический проект 30-ступенчатого
агрегата, переданный для рабочего
проектирования ГМЗ. Полученный
проект горьковчане забраковали как
нетехнологичный, непригодный к
серийному производству. Тогда ГМЗ
получил задание совместно с кон-
структорами профессора И. Н. Воз-
несенского и под его руководством
разработать новый проект и в про-
цессе разработки, не теряя ни одного
дня, превращать чертежи в металл,
не боясь неизбежных переделок. Глав-
ное — выиграть время.

Была поставлена задача уже в
1946 г. изготовить два агрегата с
индексом НВК-ЗИС-30 и одновре-
менно готовить на заводе их серий-
ное производство. Заказу на заводе
была дана «зеленая улица». Главным
конструктором НВК-ЗИС-30 пра-
вительство назначило профессора
И. Н. Вознесенского, а его замести-

телем — А. И. Савина, который в то
время был главным конструктором
артиллерийского производства на
ГМЗ.

В это же время (к концу 1946 г.) на
Кировском заводе при параллельной
работе конструкторов и технологов
были разработаны и изготовлены два
образца 24-ступенчатой машины
(главный конструктор Э.-С. А. Ар-
кин). В результате испытаний на обо-
их заводах вскоре был сделан вывод,
что принятая концепция диффузи-
онной многоступенчатой машины
ошибочна: она заводит в тупик.

Как уже отмечалось, появление в
это время книги Г. Д. Смита было
очень своевременным и полезным.

В Ленинграде и Горьком уже вы-
полнялись по примеру американцев
конструктивные проработки одно-
ступенчатой диффузионной машины
с вертикальной компоновкой бака-
делителя, где размещались пакеты
пористых перегородок. На корпус
делителя навешивался высокооборот-
ный центробежный компрессор, при-
водимый во вращение специальным
асинхронным двигателем, работаю-
щим в вакуумной среде рабочего газа.

Работы по многоступенчатой кон-
струкции диффузионной машины
были свернуты и к концу 1946 г. и в
Горьком, и в Ленинграде разработа-
ны и изготовлены в металле «голов-
ные» партии из 20 одноступенчатых
машин малой производительности.
Два прославленных машинострои-
тельных гиганта как бы вступили в
производительное соревнование. И
хотя оба завода были на правиль-
ном направлении, беды и неудачи в
1946 г. еще не окончились.

Ошибки и задержки в разработке
основного технологического обо-
удования для первого диффузионного
завода остро переживали и исполни-
тели, и руководители. Ведь срыва-

лись намеченные правительством сроки сооружения и ввода важнейшего для страны оборонного объекта. После горячих обсуждений сложившейся обстановки в Специальном комитете под руководством Л. П. Берия большое сердце заместителя научного руководителя, ответственного за решение инженерных вопросов, И. Н. Вознесенского не выдержало, и в июне 1947 г. он скоропостижно скончался в возрасте 59 лет.

Трудности решения проблемы пористых перегородок

С первых дней разработки диффузионных машин мы были твердо уверены, что с их механикой удастся справиться. В Советском Союзе был накоплен большой конструкторский и технологический опыт создания сложных и надежных механизмов, требовавших точного изготовления при крупносерийном производстве, что было подтверждено в трудные годы войны. Однако ясно было и то, что сердцевиной диффузионной технологии являются при всей их сложности не компрессорные агрегаты, а пористые перегородки — сепараторы изотопов. Разделительная производительность диффузионных машин, их длительная эксплуатационная надежность и в целом экономичность метода в конечном счете определяются качеством пористых перегородок, смонтированных на напорной трассе газового центробежного компрессора.

Отдельная пористая перегородка может быть выполнена или в виде тонкой (около 0,8 мм) плоской пластины, или в виде короткой (около 500 мм) тонкостенной (менее 0,5 мм) трубки оптимальным диаметром 15 мм. Как плоские, так и трубчатые

фильтры должны выдерживать перепад газового давления до 1 атм.

Чтобы иметь достаточно большое суммарное сечение пористых каналов в перегородках (его принято обозначать термином «проницаемость»), геометрическая поверхность их должна содержать огромное количество мельчайших пор — примерно несколько миллионов на одном квадратном метре поверхности диффузионного фильтра. Предельный размер пор, т. е. их средний приведенный диаметр, измеряется долями микрометра и зависит от плотности диффундирующего газа. Расчеты показывают, что при атмосферном давлении средний размер пор должен составлять тысячные доли микрометра, а при давлении 160–200 мм рт. ст. — около 0,01 мкм, при 10 мм рт. ст. допустимо иметь 1 мкм.

Не располагая никаким опытом, надо было начать с практически доступных требований, т. е. снизить рабочее давление газа, получить более глубокий вакуум. С этого и начали в 1946–1947 гг., приняв за исходное проектное значение давление газа перед пакетом фильтров, равное 10–20 мм рт. ст. Столь малая плотность газа означает его малый массовый расход (кг/ч) при больших перекачиваемых объемах ($\text{м}^3/\text{ч}$).

При дальнейшем развитии диффузионного метода через несколько лет удалось создать высокоэкономичные мелкопористые трубчатые фильтры, эффективно работающие при давлении газа до 200 мм рт. ст. и более.

Но изготовить сотни и тысячи квадратных метров пористых перегородок, содержащих миллионы мельчайших пор, размеры которых не превышают десятые и сотые доли микрометра, практически невозможно. Приходится допустить и какое-то

число пористых каналов, по своему сечению выходящих за пределы требуемого. Через эти некондиционные расширенные поры будут с одинаковым успехом проскакивать через перегородку молекулы гексафторида как с легкими (уран-235), так и с тяжелыми (уран-238) изотопами урана. Этот проскок будет снижать эффективность разделения изотопов во всей ступени.

Однако мало изготовить пористые перегородки требуемого качества. Задача состоит в том, чтобы в условиях длительной эксплуатации в среде агрессивного газа их поры не увеличивались, не уменьшались и не забивались. Они должны отличаться стабильной характеристикой и быть устойчивы к воздействию фтористой среды. Увеличение пор приводит к снижению разделительных свойств, а уменьшение и забивание отверстий снижает расход газа и общую разделительную мощность ступени. Для химической стабилизации пористых перегородок был найден эффективный способ газовой пассивации их во фторной среде при повышенной температуре.

Весьма трудной, а порой практически невыполнимой казалась техническая и производственная проблема промышленной технологии изготовления пористых перегородок. Для ее решения ПГУ были привлечены известные в стране ученые, инженеры и специалисты различных ведомств, одновременно подключались производственные базы некоторых заводов.

В начале 1946 г. был объявлен закрытый конкурс на создание фильтров по техническим условиям, разработанным Лабораторией № 2 АН СССР. Было отобрано и параллельно опробовано несколько направлений разработок:

1) получение красномедных плоских фильтров травлением цинка в тонкой латунной пластине (следует отметить, что аналогичную задачу американцы пытались решить на цинкосеребряных пластинках);

2) получение никелевых пористых пластин методом пробивки в них мелких игольчатых отверстий на специально построенном механическом приспособлении;

3) изготовление фильтров с помощью нанесения мелкой сетки на металлическую пластину с последующим точечным травлением;

4) изготовление пористой ткани путем особой кладки и склейки специальных волокон;

5) получение плоских фильтров методом выдавливания из тестообразной массы, приготовленной из мелкодисперсного никелевого порошка, с последующим спеканием полученной ленты;

6) изготовление пористой пластины из мелкодисперсного никелевого порошка с формованием заготовки в пресс-форме, установленной на вибростенде, с последующим спеканием.

Наиболее удачным оказался последний вариант, разработанный Московским комбинатом твердых сплавов (МКТС) Миншветмета СССР (директор С. П. Соловьев, главный инженер Г. Н. Левин) совместно с Лабораторией № 2 (И. К. Кикоин, В. С. Обухов, В. Х. Волков и др.). Эти фильтры имели хотя и невысокие, но в тот период приемлемые параметры с добротностью, не превышающей 10%. Тогда ни наука, ни производство не овладели еще технологией получения тонкодисперсных никелевых порошков.

В короткие сроки на МКТС были организованы подготовка производства и серийный выпуск плоских

фильтров — это было крупное техническое достижение. Все машины первого диффузионного завода Д-1 были оснащены этими фильтрами, позволяющими эффективно работать при давлении гексафторида урана на их входе до 20–30 мм рт. ст.

Наряду с этим одновременно интенсивно велись разработки по получению трубчатых изделий на МКТС, в Лаборатории № 2, а также в Сухумском физико-техническом институте с привлечением нескольких работающих в нем немецких ученых (проф. П. А. Тиссена, д-ра Р. Райхмана и др.).

В 1948 г. в Сухуми были получены первые результаты в создании трубчатых фильтров двух типов: каркасных и керамических. Каркасные пористые фильтры получали нанесением на никелевую сетку, имеющую 7–10 тыс. отверстий на 1 см^2 , мелкого порошка из карбонильного никеля, и последующим спеканием его в печи. Руководителем этих работ был профессор П. А. Тиссен. Керамические фильтры получали выдавливанием через кольцевой мундштук тонкостенной трубки из тестообразной массы, приготовленной из порошка закиси никеля со связующими добавками, и последующим восстановительным обжигом ее в водородной печи. Руководителями этой разработки были немецкий специалист Р. Райхман и советские инженеры В. Н. Ермин и Н. Н. Ермина.

При промышленном освоении каркасных фильтров большие трудности вызвало изготовление сетки, выполненной из тончайших никелевых нитей толщиной 0,05 мм, для получения которых волочением требовались алмазные фильтры. Первоначально была использована получаемая из Берлина сетка (7 тыс. отверстий на 1 см^2), но вскоре в СССР на

Кольчугинском заводе Минцветмета СССР в короткие сроки была освоена технология производства тончайшей никелевой проволоки, позволявшая получать на ткацких станках более мелкую сетку (до 10 тыс. отверстий на 1 см^2).

Трубчатые фильтры обоих типов успешно прошли испытания в Лаборатории № 2 АН СССР и были приняты для применения на диффузионных машинах второго поколения, разработка которых непрерывно велась в Ленинграде (ОКБ ЛКЗ) и в Горьком (ОКБ ГМЗ). Первые трубчатые фильтры были рассчитаны для работы при давлении газа до 50 мм рт. ст., что позволяло при тех же геометрических размерах диффузионной машины увеличить ее разделительную мощность в 2–2,5 раза по сравнению с давлением 20 мм рт. ст.

Были очень жаркие споры. Горьковчане (А. С. Елян, А. М. Савин) отстаивали уже проверенные в эксплуатационных условиях плоские фильтры и не доверяли хрупким пористым трубкам. Особую тревогу вызывала герметичность развальцовки приваренных по концам трубочек никелевых наконечников в трубных досках. Ленинградское ОКБ (Н. М. Синев, Э.-С. А. Аркин) совместно с научным руководителем И. К. Кикоиным, Вторым главным управлением ПГУ (А. Д. Зверев, Р. А. Согомонян) и ГСПИ-11 (А. И. Гутов, В. В. Смирнов) настаивало на применении трубчатых фильтров как наиболее перспективных для работы при повышенном давлении и позволяющих создавать высокоэкономичные диффузионные машины большой разделительной мощности.

В 1949 г. было организовано промышленное производство трубчатых фильтров: каркасных — на подмосковном Механическом заводе

(г. Электросталь), керамических — на МКТС Минцветмета СССР. На подмосковный завод была переведена из Сухуми лаборатория проф. П. А. Тиссена, а на МКТС — лаборатория В. Н. Ермина и Н. Н. Ерминой. На этих двух заводах в короткие сроки были оборудованы цеха, для оснащения которых были разработаны специальное оборудование и инструмент, ранее не применявшийся в промышленности. Отличавшееся особыми требованиями к чистоте на всех технологических операциях и к стерильности конечной продукции производство имело необычайный облик. И при этом каждое изделие, включая и бракованные, состояло на особом учете как сверхсекретная важнейшая продукция. Оба завода — подмосковный (директор А. Н. Калпистов) и МКТС (директора В. Д. Блатов и С. П. Соловьев) — в течение ряда лет обеспечивали своей тонкой, хрупкой, сверхчистой продукцией развивающуюся диффузионную промышленность страны. Каждую трубочку упаковывали в герметичную стеклянную пробирку вместе с паспортом ее контрольной проверки и транспортировали в ящиках на диффузионный завод в сопровождении специальной охраны.

Первые каркасные и керамические трубчатые пористые фильтры были установлены в 1949 г. на диффузионных машинах Т-47 и Т-49 (расход газа 1,2 и 2,2 кг/с при давлении 50 мм рт. ст.), разработанных в ОКБ ЛКЗ.

Большой цикл работ был посвящен изучению обогащения в элементе делителя — трубке — в зависимости от проницаемости, длины проточной части, давления при различных гидравлических режимах. Определяли оптимальные параметры турбулизаторов, обеспечивающих наилучшее

перемещение газа внутри трубки. Таким образом, диффузионный фильтр-делитель был подробно изучен.

Завод № 813 — первенец диффузионной технологии

Площадка для строительства первого завода по получению диффузионным методом высокообогащенного урана, была расположена в поселке Верхне-Нейвинск в 50 км от крупного индустриального центра — г. Свердловска. Здесь в XVIII в. заводчик Демидов построил небольшой металлургический завод, использовавший энергию воды р. Нейвы, запруженной в междугорьях широкой земляной плотиной и образовавшей два глубоких искусственных озера.

Таким образом, в окрестностях стройплощадки имелся водоем с достаточным количеством воды, необходимой для промышленного производства.

Проходящая мимо поселка железнодорожная магистраль позволила быстро развернуть крупное строительство. Немаловажно, что на месте будущего завода № 813 находился недостроенный корпус бывшего завода Наркомата авиационной промышленности. Расположенная рядом линия электропередачи обеспечила энергоснабжение предприятия.

Все это создавало хорошие условия для строительства завода № 813 и определило выбор строительной площадки будущего диффузионного завода.

На сооружение первой очереди завода Д-1 и жилого поселка для него отводилось три года. Завод должен был вводиться в эксплуатацию частями начиная с 1948 г., а в 1949 г. уже работать по полной схеме. Сначала

должны вводиться каскады, состоящие из машин малой производительности, затем средней и большой. Постановление Совета Министров СССР, подписанное 26 декабря 1946 г., обязывало ПГУ приступить без промедления (с января 1946 г.) к строительству завода Д-1, которое было возложено на Главпромстрой МВД СССР (руководитель А. Н. Комаровский). С этой целью было создано Строительное управление и привлекались специализированные строительно-монтажные организации (Стальконструкция, Сантехмонтаж, Теплоконтроль и др.) и заводы-поставщики оборудования. В самый напряженный период (1946–1949 гг.) строительство возглавил опытный строитель генерал-майор И. П. Бойков, в 1950 г. его сменил инженер-полковник А. С. Пономарев. Главным инженером СУ в течение шести лет (1946–1952 гг.) работал инженер Б. М. Сердюков. После 1949 г. здесь строились и другие диффузионные заводы (Д-3, СУ-3 и Д-4). На строительной площадке было сосредоточено более 30 тыс. строителей всех категорий. Основные работы велись круглосуточно и контролировались Москвой. Воистину это была крупнейшая после войны ударная оборонная стройка страны.

Разработка проектов диффузионных заводов была поручена ГСПИ-11 (директор А. И. Гутов, главный инженер В. В. Смирнов). Институт приступил к этой работе в апреле 1946 г. по проектному заданию, составленному Лабораторией № 2 и утвержденному руководством ПГУ. Главными инженерами проекта завода Д-1 работали первоначально И. З. Гельфанд, затем (с 1948 г.) М. М. Взоров, ведущими проектировщиками — М. М. Добулевич, В. Ф. Чекалов, И. С. Бройдо,

С. С. Майзель, Г. Г. Водопьянов, М. И. Чухраев и др. Научным руководителем проекта Д-1 был назначен И. К. Кикоин, а его заместителем — И. Н. Вознесенский. Расчетные работы по проекту завода возложены на заместителя научного руководителя акад. С. Л. Соболева. Под его руководством была разработана методика расчета принципиальной схемы построения и взаимодействия 56 каскадов, составленных из тысяч машин нескольких типоразмеров, а также схема их автоматического регулирования, обеспечивающая устойчивый гидравлический режим и получение конечного высокообогащенного (первоначально до 75 проц, затем — 90%) урана, предназначенного для атомного оружия. Оригинальная аппаратура для точного и тонкого автоматического регулирования всех машин и каскадов завода была успешно разработана конструкторами ОКБ ЛКЗ и ОКБ ГМЗ, ее изготовление и поставку обеспечивал Кировский завод как для машин собственной конструкции, так и для всех машин, поставляемых ГМЗ.

В это время мы уже располагали некоторой вызывающей доверие информацией о первом американском диффузионном заводе в Ок-Ридже (отчет Г. Смита). В книге имелась и фотография общего вида этого завода. Мы обратили внимание, что по всему периметру обширных зданий расположены силовые трансформаторы, а их крышу пронизывают многочисленные вентиляционные устройства. На переднем плане размещены батареи водоохлаждающих воздушных градирен, от завода проложен широкий водный канал. Все это давало представление о строительных масштабах, подтверждая приведенную в книге Г. Смита информацию о большом энергопотреблении

диффузионной технологии, о необходимости прокачки большого количества охлажденной воды для отвода тепла, выделяемого в компрессорах многих тысяч диффузионных машин.

Проектирование завода Д-1 начали, взяв за основу одноступенчатые машины с центробежными компрессорами, конструкторская разработка которых интенсивно велась в Горьком и Ленинграде. В проектном задании была намечена установка ступеней с машинами конструкции ОКБ ГМЗ: ОК-7, ОК-8 и ОК-9 (главный конструктор А. И. Савин) с расходом газа (гексафторида урана) соответственно 30, 90 и 240 г/с при его давлении перед пористыми фильтрами 19 мм рт. ст.* и с машинами конструкции ОКБ ЛКЗ (Т-6 и Т-15) с аналогичными параметрами (главный конструктор Э.-С. А. Аркин).

В конце 1946 г. было изготовлено по 20 машин ОК-7 и Т-15, эксплуатационные испытания которых провела Лаборатория № 2. Конструкция ОК-7 (рис. 2) оказалась более отработанной и приемлемой для производства, в то время как ленинградская машина (Т-15) с высокооборотным компрессором (9000 об/мин) по ряду параметров не отвечала техническим требованиям (по надежности подшипниковых опор, по герметичности и др.). Времени на доработку машин Т-15 у кировцев практически уже не было. После бурных обсуждений на заседании секции НТС у В. А. Малышева ПГУ приняло решение комплектовать завод Д-1 только машинами ГМЗ.

В состав НТС ПГУ входила секция № 2 по разделению изотопов,



А. И. Савин, главный конструктор ГМЗ

руководил которой заместитель Председателя Совнаркома СССР Вячеслав Александрович Малышев. Несмотря на свою занятость, он выполнял поручение Спецкомитета ГКО СССР со всей ответственностью. Личный вклад В. А. Малышева трудно переоценить.

Много сил и творческого рвения он отдавал рассмотрению возможностей разделения изотопов урана диффузионным методом, его даль-

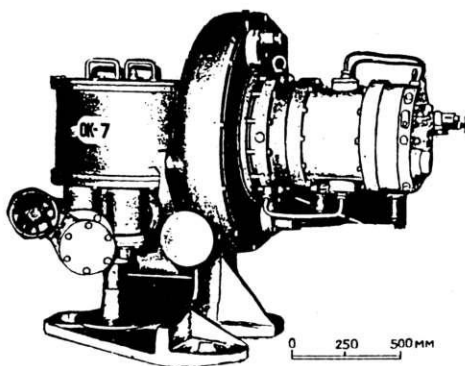


Рис. 2. Диффузионная машина ОК-7

*До 1954 г. все машины, разработанные в ОКБ ГМЗ, имели индекс Л. Б. (инициалы Лаврентия Берия), позже они были переименованы, получив новый индекс – ОК (особая конструкция).



В. А. Малышев, заместитель Председателя Совета Министров СССР



Н. М. Синева, главный конструктор ОКБ ЛКЗ

нейшему развитию, совершенствованию разделительных характеристик плоских и трубчатых фильтров, повышению давления газа перед фильтрами, созданию новых типов компрессоров-насосов с увеличением объемного расхода газа в ступенях компрессоров.

В. А. Малышев много времени уделял работе секции, регулярно проводил заседания и обсуждал все сложности с учеными и специалистами организаций и предприятий, привлеченных к разработке проблем по разделению изотопов, в том числе Кировского завода.

Неудача и провал конструкторов-кировцев потребовали срочных мер по укреплению ОКБ. Главным конструктором ОКБ ЛКЗ Советом Министров СССР в июне 1947 г. был назначен Н. М. Синева, работавший до этого начальником Специального КБ № 1 ЛКЗ по разработке реактивных газотурбинных и паровых двига-

телей для авиации. Заместителем главного конструктора ОКБ ЛКЗ был назначен инженер Э.-С. А. Аркин.

В новом варианте проектного задания ОКБ ЛКЗ было предусмотрено укомплектовать Д-1 следующими машинами: ОК-7 — 2756 шт., ОК-8 — 2160, ОК-9 — 1344, всего 6260 последовательно соединенных машин в 56 каскадах, связанных между собой коммуникациями для передачи и отбора обогащенной фракции газа (ее принято называть «легкой фракцией») и обедненного продукта, называемого отвалом, или «тяжелой фракцией». Все машины на диффузионном заводе должны работать непрерывно, так как остановка ведет к перемешиванию газа, имеющего определенное различие по содержанию урана-235 в каждой ступени. Для возможности ремонта и остановок отдельных ступеней (в случае какой-либо неисправности или выхода из строя) все диффузионные машины

внутри каскадов были разбиты на группы по 12 машин, образующие байпасируемые по газовым коммуникациям блоки. Такой блок с помощью надежных вакуумных запорных клапанов можно отсекать от работающего каскада, при этом, конечно, возникают некоторые потери раздельной работы.

Расчетные схемы завода Д-1 в ходе его строительства и ввода в эксплуатацию неоднократно изменялись и корректировались. Сложнейшей задачей было обеспечить автоматическое поддержание устойчивого газодинамического режима в каскадах при изменениях расхода питания и отбора гексафторида урана. Важную работу под руководством акад. С. Л. Соболева провели высококвалифицированные специалисты из группы проф. И. Н. Вознесенского М. М. Добулевич, Я. А. Смородинский, Н. А. Колокольцев, А. Ф. Лесохин, Б. В. Жигаловский, А. Г. Плоткина и др. Как уже указывалось выше, оригинальная конструкция автоматических регуляторов была успешно разработана и испытана в ОКБ ЛКЗ (В. Я. Черный, И. Н. Минко, П. З. Черепанов, Х. А. Муриinson, Н. М. Синев, Э.-С. А. Аркин, А. А. Белимов, Ю. Е. Перцовский, И. Б. Старобин, Г. С. Минин, В. А. Щеголев, В. Г. Фирсов).

Постоянно прикомандированные сотрудники (до 50 чел.) ГСПИ-11 оперативно рассматривали все требования строителей и монтажников и обеспечивали на месте корректировку и выдачу рабочей проектной документации (руководитель М. И. Чухраев).

В 1946 г. постановлением Совета Министров СССР была образована дирекция строящегося завода Д-1. Директором (с апреля 1946 г.) был назначен инженер-электрик



А. И. Чурин, директор завода Д-1

А. И. Чурин, до этого работающий главным инженером Уральской энергетической системы (Уралэнерго), главным инженером (с октября 1946 г.) — М. П. Родионов, руководивший в годы Великой Отечественной войны теплосиловой энергетикой Уралмаша. Началось комплектование аппарата дирекции и кадров будущего завода. Потребовалось специальное постановление Правительства, обязавшее несколько партийных организаций, в том числе Свердловскую, куйбышевскую, ярославскую, московскую и ленинградскую, совместно с представителями ПГУ отобрать высококвалифицированных специалистов: инженеров, мастеров, рабочих — для направления их на работу на объект.

В это время параллельно с работами на заводской стройплощадке развернулось строительство жилого поселка. Прорубались лесные просеки, вырастали улицы и кварталы жилых домов, бараков, казарм. В условиях

необжитой лесной, горной, необустроенной местности, где собрались и должны были жить и работать несколько десятков тысяч человек, трудности были велики, особенно в первые два-три года. Обширная территория строгорезимного объекта была огорожена и закрыта для посторонних. Въехать или войти в нее можно было только по пропуску. Ежедневно по вечерам взрывами каменной горы на территории поселка добывали щебенку и гравий для стройки.

Сложно решались вопросы продовольственного обеспечения и медицинского обслуживания. Например, в первый год строительства хлеба нужно было доставлять по бездорожью за 30 км. Мощеных дорог и мостовых не было, всюду непролазная грязь или облака пыли. Питьевую воду долгое время подавали из Демидовского пруда без необходимой санитарно-гигиенической очистки. Поликлиника размещалась в казарме, больницы не было. В 1948 г. на строительстве работало свыше 30 000 человек, поэтому оказалось, что в двух построенных средних школах одновременно нужно открыть 38 первых классов и только один неполный десятый.

В январе 1947 г. мы вместе с И. К. Кикоиным выехали на строительную площадку будущего завода-комбината. Строительство было в разгаре, но, как часто бывало в те годы, промышленные заводские здания сооружали в хорошем темпе, а жилые дома и объекты соцкультбыта — с очень большим отставанием.

Рабочие будущего завода прибывали с семьями из разных концов страны, надеясь в том числе и на жилье, а его не доставало.

Однажды, какое-то время спустя, мы с И. К. Кикоиным и директором завода возвращались с заводской пло-

щадки в заводоуправление. У дверей управления нас встретила толпа возмущенных, взбудораженных, кричащих женщин. Мы еле пробившись в помещение. Было ясно, что народ требует жилья, требует нормальной жизни. Решили все же узнать, чего хотят люди. Для выяснения положения мы предложили пригласить к нам в кабинет делегацию из 5—10 женщин, однако пришли не 5—10, а 30—35 человек.

В процессе шумного разговора удалось выяснить, предварительно наведя кое-какой порядок, что дело-то в конце концов не в нехватке жилья, хотя и это было, и не в нехватке магазинов, детских и яслей, а в том, что поселок, где они живут, находится в зоне радиационного облучения и мужья приходят домой разбитые, неспособные к жизни из-за радиационного облучения, полученного на заводе.

«Отправляйте нас домой — вот наше требование. Мы не хотим, чтобы наши мужья потеряли мужскую силу, не хотим здесь жить и работать».

Все наши объяснения, что радиации здесь нет и что ей просто неоткуда здесь взяться, были для наших собеседниц как горох об стену.

А ведь ко времени нашей беседы, хотя строительство завода было в самом разгаре, решение задачи по технике газовой диффузии было еще очень далеко от своего осуществления. Нам самим еще не очень ясно было, какими будут газодиффузионные насосы, какой прочности, долговечности, какими и как хороши будут пористые перегородки, как они будут вести себя под постоянным давлением (пусть очень малым), какова будет их действительная производительность. До сих пор все было решено только в лабораторных усло-

виях, в отдельных экспериментах. Ясны были только принципы, характер прохождения процесса диффузии. Словом, впереди была неясность и полная неопределенность, а в наших руках — только ответственность за порученное дело и желание добиться необходимого успеха. Но что же делать, как уговорить этих обеспокоенных женщин? Просто так их отпустить — это значит не решить вопрос, не успокоить их, а только посеять еще больше сомнения и тревоги, которые со временем охватят и мужчин, и тогда можно ожидать всякого. Мы с беспокойством переглядывались, не зная, что делать. Тогда я решился на невозможное, сознавая, что беру на себя огромную ответственность, и плохо представляя, во что это выльется для всех нас, не говоря уж о себе.

Я сказал: «Вот вы являетесь делегацией, так сказать, уполномоченными, выборными из толпы. Давайте вместе с директором, со всеми вами, сколько вас здесь находится, пойдем на завод в цеха и посмотрим, что и как там делается и откуда взяться так называемой радиации, о которой вы говорите. Вы все увидите и расскажите обо всем своим товарищам. А толпу за окном мы попросим подождать вашего возвращения. Пусть они не расходятся».

Так мы и сделали, пошли по цехам строящегося завода. А надо еще раз подчеркнуть, что завод и строительство были сугубо секретным предприятием, с особым режимом закрытости. И за такое самовольное решение, как показ строительства, нам могло крепко достаться. А ведь по тем временам наказание могло быть очень суровым.

Женщины походили с нами по территории завода и увидели действительно строящиеся корпуса и

цеха, но не увидели никакого работающего специального оборудования. А его еще не было, да и не могло быть, так как оно только создавалось на заводах страны. Мы попросили женщин сказать народу, что радиации никакой нет и в помине и что все это выдумка, блажь, а может и провокация, но не рассказывать, в каком техническом состоянии находятся цеха завода. И надо сказать, делегированные женщины очень умело, умно и доходчиво рассказали, что их мужья просто действительно сильно устают, работая не по 8, а по 10—12 часов. Занятно было видеть, с каким интересом толпа слушала сообщение их делегации и как спокойно и удовлетворенно все расходились. И потом, когда у И. К. Кикоина допытывались, как все произошло и чем все кончилось, он с полной ответственностью поддержал мое решение как единственно правильное в тот момент.

На большой огороженной заборами и колючей проволокой территории будущего города-завода был установлен особый режим. Органов советской власти (Советов депутатов трудящихся) не было. Административная власть была сосредоточена в руках директора строящегося завода. Охрана и порядок в поселке поддерживались режимными органами и подразделениями внутренних войск МВД. Нарушения уголовного порядка рассматривались трибуналом. До 1950 г. единственными культурными центрами поселка были клуб, размещенный в бывшем паровозном депо, а также вновь построенный кинотеатр и небольшая библиотека.

Поставка многочисленного специального и прочего комплектующего оборудования и приборов для стройки специальными постановлениями правительства возлагалась на

предприятия различных ведомств страны. Следует отметить, что почти все промышленные министерства так или иначе участвовали в поставках своей продукции на ударную стройку. Коллективы привлеченных организаций рассматривали это поручение партии и правительства как особо важное задание и выполняли его с чувством высокой ответственности, не жалея ни сил, ни времени, работая часто без выходных дней.

Выполнение этих работ в установленные сжатые сроки находилось под строгим контролем ПГУ и Спецкомитета Совета Министров СССР, возглавляемого Л. Берия. В случаях, когда для решения вопроса требовалось постановление правительства, оно выносилось для рассмотрения Спецкомитетом и выпускалось за подписью Председателя Совета Министров СССР (обычно И. В. Сталина) буквально через несколько дней. Никаких согласований, если это требовалось для стройки, для производства или для разработки новой атомной техники.

Общее руководство всеми работами по разделению изотопов урана осуществлялось секцией НТС ПГУ, руководил которой с самого начала (апрель 1946 г.) заместитель Председателя Совета Министров СССР В. А. Малышев.

Изготовление и поставка основного технологического оборудования для завода Д-1 в основном были возложены на ГМЗ (директор А. М. Елян, главный инженер В. Д. Максименко, главный технолог А. А. Гордеев), но изготовление диффузионных машин среднего обогащения ОК-8 по рабочим чертежам ОКБ ГМЗ было поручено ЛКЗ (директор А. Л. Кизима, главный инженер А. И. Захарьин, начальник производства В. Г. Фирсов). Электро-



А. М. Елян, директор ГМЗ

двигатели к машинам ОК-8 (однотипным с ОК-7 и ОК-9) должен был поставлять ГМЗ, он же комплектовал поставки машин запорными вакуумными клапанами и трубопроводами. ЛКЗ для всех каскадов Д-1 поставлял разработанные его конструкторами автоматические регуляторы расхода и давления газа. На обоих заводах в чрезвычайно короткие сроки требовалось выполнить большой объем работ по организации производства нового специфического машиностроения, построить заново или реконструировать многие цеха.

В частности, необходимо было построить крупные цеха для гальванических покрытий всех внутренних полостей машин, контактирующих с гексафторидом урана, площадь поверхности которых составляла многие гектары. Технологический процесс требовал после промывки и тщательного обезжиривания в специальных ваннах провести омеднение, затем очень плотное и равно-

мерное гальваническое никелирование; после этого все никелированные поверхности подвергали тщательной ручной шлифовке (мягкими шлифовальными кругами с пастой ГОИ), обеспечивая чистоту поверхностей не менее одиннадцатого класса. В результате шлифовки все внутренние поверхности машины, а также внутренние стенки трубопроводов и многочисленных патрубков превращались в блестящие металлические «кривые» зеркала. Это была адская, трудоемкая, монотонная, но очень важная ручная работа. Выполняли ее на заводах десятки рабочих-шлифовщиков круглосуточно. Шлифовка позволяла резко сократить взаимодействующую с фтором поверхность. После шлифовки все изделия промывали и тщательно обезжиривали спиртом или ацетоном в целях максимального уменьшения коррозии гексафторида урана, снижения потерь газообразного гексафторида урана. Как показали исследования, никель менее других металлов подвержен химическому взаимодействию с фтором.

Очень высокие, необычные для машиностроения требования предъявляли к чистоте и обезжириванию собираемых машин. Сборочные цеха были похожи на хирургические операционные. Требовалась взаимозаменяемость всех деталей и не допускалось никаких слесарных подгонок и следов пыли при сборке. Каждую деталь, узел и машину в сборе подвергали придирчивой приемке не только контролеры ОТК завода, но и строгие приемщики специальной Контрольно-приемочной инспекции (КПИ) заказчика (ПГУ), действовавшей в традициях военной приемки особо важной продукции; никаких отклонений от чертежа и технических условий на поставку без разре-

шения ПГУ не допускалось. Принятое КПИ оборудование в крытых товарных вагонах специальных железнодорожных эшелонов, сопровождаемых охраной, доставлялось ежедневно на завод Д-1.

Форсированная подготовка производства, потребовавшая реконструкции нескольких крупных цехов на ГМЗ, была в основном завершена в 1947 г. Еще не были закончены заводские и приемные комиссионные испытания машин ОК-7 и ОК-8, а на заводе уже в широком масштабе шло их изготовление. В начале 1948 г. эшелоны с машинами ОК-7 непрерывно начали прибывать по железной дороге на уральскую стройку. Машины без промедления укомплектовывали пористыми фильтрами, осуществляли их сборку и монтаж в каскады; эти работы были возложены на заводы-поставщики. За 1948 г. ГМЗ изготовил с учетом запасного резерва 3078 машин ОК-7, кроме того, изготовил и отправил на ЛКЗ 2492 электродвигателя типа ТД-2 для комплектования изготавливаемых там машин ОК-8.

Ускоренные приемные испытания ОК-7 были закончены только в июне 1948 г., а ОК-8 (на двух образцах серийного изготовления) — только в ноябре 1948 г. Еще позже, в январе 1949 г., были проведены (на группе из пяти машин серийного изготовления) приемные испытания ОК-9. Однако выпуск этих машин был уже развернут; до конца 1948 г. их было изготовлено 430 единиц. Такие темпы производства были обусловлены директивными указаниями — в первой половине 1949 г. завершить комплектование завода всеми тремя типами диффузионных машин-ступеней (ОК-7, ОК-8 и ОК-9) и до конца года ввести завод Д-1 в эксплуатацию.

Приемную Государственную комиссию возглавлял директор Центрального института авиационного моторостроения проф. В. И. Поликовский, известный специалист по авиакомпрессорам. Однако проведенные им ускоренные испытания машин ОК-7, ОК-8 и ОК-9 были недостаточны полными, особенно для оценки ресурсонадежности компрессоров и коррозионных потерь. Тем не менее комиссия поспешно выдала рекомендации на запуск машин в серийное производство.

На завод № 813 для объекта Д-1 прибывало все большее количество машин с заводов-поставщиков. Шло ускоренное комплектование и пуск машин ОК-9.

И тут при пуске последней очереди ступеней, укомплектованных машинами ОК-9, произошло неожиданное осложнение. Наладчики столкнулись с явлением, о котором вспоминает ветеран завода № 813 А. И. Савчук, который впоследствии стал директором этого уникального предприятия:

«В процессе пуска, вывода участков на заданный гидравлический режим, появились «грубые воздушные течи». Было непонятно, отчего это может происходить, в чем причины? Ведь только поняв техническую сущность этого явления, можно будет принять решение об устранении и предотвращении таких неожиданных сбоев. После разборки нескольких машин ОК-9 выяснилось, что керамическая рубашка, отделяющая ротор от статора двигателя машины, лопалась, отчего и образовывались воздушные течи, что в принципе абсолютно недопустимо. Таким образом, не обеспечивалось главное назначение керамической рубашки — защита ротора от статора».

Принятые поспешные частные конструктивные решения по спасению положения положительных результатов не давали. Тогда конструкторы полностью переработали конструктивные решения разделения ротора и статора двигателя, применив при этом не только новую вакуумно-плотную конструкцию перегородки между ротором и статором двигателя, но и материал для керамической рубашки, выполнив ее из пресованной резольной смолы, покрытой олифой. При этом пришлось заменить ротор новым, в котором было исключено взаимодействие гексафторида урана с трансформаторным железом. Все двигатели машин ОК-9, а их было почти 1500, пришлось заменять двигателями новой конструкции. И это было выполнено в кратчайшие сроки, перед выходом завода Д-1 на заданный гидравлический режим.

Первая очередь каскадов, состоящих из машин ОК-7, была смонтирована к маю 1948 г. и находилась в пусковой готовности. 22 мая 1948 г. на основании доклада ПГУ и научного руководителя проблемы было принято постановление Совета Министров СССР, разрешающее предъявить первую очередь завода Д-1 к пуску. Одновременно постановлением правительства были назначены руководители завода и его основных подразделений. Этим постановлением в целях организационно-административного укрепления завода А. И. Чурин был перемещен на должность главного инженера. Директором назначен А. Л. Кизима. На ответственную роль начальника производства завода Д-1 был назначен бывший главный инженер М. П. Родионов, а начальником технического отдела завода утвержден главный конструктор ОКБ ЛКЗ Н. М. Синев.

Начальники основных цехов завода Д-1 также были назначены постановлением Совета Министров СССР, что подчеркивало особое значение их роли и ответственности при эксплуатации первого в стране разделительного завода. Начальником цеха малых машин (ОК-7) был назначен опытный авиаинженер Г. Г. Летемин, цеха средних машин (ОК-8) — Н. В. Алявдин, работавший начальником испытательных стендов ОКБ ЛКЗ, цеха больших машин (ОК-9) — П. С. Микулин. Заместителем директора по научным вопросам утвержден научный руководитель проблемы И. К. Кикоин, ему было предложено командировать из Москвы (из Лаборатории № 2) на пусковой объект на все время его пуска наладки своих ближайших помощников.

Тогда, в 1948 г. понимали, что судьба диффузионной технологии будет решаться на Урале. Первоначально по расписанию на заводе работало 600 чел., через два года численность персонала была доведена до 3500 чел. В 1947 г. руководящий инженерно-технический персонал завода Д-1 интенсивно проходил учебу в Лаборатории № 2, а в 1948 г. И. К. Кикоин организовал учебу на заводе. С лекциями выступали И. К. Кикоин, С. Л. Соболев, Н. А. Колокольцев, Я. А. Смородинский, А. Г. Плоткина и др. В первой половине 1948 г. на заводе были созданы все основные структурные подразделения.

Особо следует отметить ответственную роль группы пуска наладки вновь смонтированного или отремонтированного основного оборудования, которую возглавлял заместитель начальника этого отдела В. Д. Пушкин, опытный инженер-механик, прибывший из Ярослав-

ля. Большое значение в период пуска завода придавалось работе группы расчетов пусковых и переходных режимов вновь вводимых в эксплуатацию каскадов, которую возглавлял молодой ученый Б. В. Жигаловский.

Важную роль в оснащении испытательными стендами и механической оснасткой эксплуатационных служб играли организованное в техническом отделе большое конструкторское бюро (руководитель В. Д. Лурье), а также группа наладки и обслуживания контрольно-измерительной аппаратуры (руководитель М. Л. Райхман), в ведении которой находилось свыше 20 тыс. приборов. Вопросы технического обеспечения нормальной эксплуатации разветвленных вакуумных систем, контроля вакуумной плотности, наладки теплоотводящих насосных и вентиляционных установок, разработки ремонтного оборудования и оснастки, создания различных технических нормативов нового промышленного предприятия приходилось решать техническому отделу безотлагательного. Вакуумную службу в техническом отделе возглавлял В. И. Чувахин. Ему пришлось первым осваивать отечественную новинку — гелиевые терчискатели.

Вакуумная плотность в соединительных частях основного оборудования, в компрессорах ступеней машин ОК обеспечивалась в процессе их изготовления и монтажа тщательностью проведения сборочных работ на заводах-изготовителях и в первую очередь конструктивными решениями уплотнений отдельных узлов многих соединений.

Однако практика показывала, что несмотря на высокое качество изготовления всех видов оборудования часто при его монтаже в каскады в

машинах ОК обнаруживались неплотные соединения.

При этом следует учесть, что объем контрольных проверок вакуумной плотности превышал возможности аппаратуры того времени. Уровень вакуумной техники в те годы был исключительно низок, главным образом из-за отсутствия потребности в ней отраслей промышленности нашей страны.

И только появление атомной промышленности потребовало ее создания.

Например, для замеров давления использовали стеклянные ртутные манометры или дифференциальные жидкостные манометры. В условиях лабораторных работ этот вид приборов вполне устраивал специалистов, но в условиях промышленности такая примитивная техника не могла обеспечить нужды производственников.

Проверку плотности проводили по натеканию воздуха в объем, при этом точность замеров была невысокой, а времени на такие операции требовалось много.

Вот почему места течи в отсутствие приборов по течеисканию приходилось отыскивать старым, проверенным «дедовским методом» — обмыливанием соединений и подозрительных мест по натеканию. При поддуве в местах неплотных соединений появлялись мыльные пузыри.

Объем поисков течи был очень велик, общая длина соединений исчислялась многими тысячами метров, поэтому пришлось организовывать специальные бригады, которые отыскивали течи в машинах ОК перед их монтажом в каскады.

Часто после исправления найденных при проверке на течь дефектов компрессоров или трубопроводов и возвращения их в цех вновь обнару-

живали течи в том же или другом месте.

Опыт показал, что наибольший брак по поискам течи допускали бригады, куда входили мужчины, наименьший — где трудились женщины. Пришлось мужские бригады расформировывать и составлять такие бригады только из женщин.

Борьба с течами сильно нервировала производственников, потому появление специально созданных течеискателей подняло их настроение, хотя первые ПТИ (или, как их ласково называли, «птички») были далеки от совершенства.

Несколько позднее появились ПТИ с использованием газообразного гелия, обладающего уникальными способностями проникать в любые щели, поры вследствие его особой сверхтекучести, что позволило усовершенствовать поиск течи и отказаться от применения мыльной пены.

Большая заслуга в этом Сухумского физико-технического института, групп немецкого специалиста В. В. Шютце и советского инженера Н. А. Шеховцева. Они также разработали масс-спектрометр для анализа газовых проб гексафторида урана. В 1949 г. на заводе Д-3 Комбината № 813 была создана масс-спектрометрическая лаборатория, в которой трудились Н. А. Шеховцев, А. Д. Глухов, А. Т. Кляшторный, В. И. Казаков, Б. Б. Лепорский и др.

Большая роль в освоении и управлении процессами технологии на разделительном заводе принадлежит Центральной заводской лаборатории, организованной в конце 1946 г. В 1947—1949 гг. ее возглавлял канд. физ.-мат. наук П. А. Халилеев, а с 1949 по 1953 г. — член-корреспондент АН СССР И. К. Кикоин. Лаборатория состояла из опытных специалистов,

переведенных из разных институтов и заводов страны, а также молодых специалистов — выпускников вузов и техникумов. ЦЗЛ с большим напряжением выполняла многочисленные аналитические работы, в том числе по тонкому изотопному анализу, не располагая в тот период надежной и точной аппаратурой, оперативно обеспечивала требование пуска наладочного периода, особенно по контролю изотопного состава газа для оценки фактически получаемого в каскадах разделительного эффекта (руководители И. С. Израилевич, Н. А. Шеховцев).

Были начаты исследовательские работы по различным направлениям: теоретические и расчетные работы по разделению изотопных смесей на каскадах диффузионных машин, исследования работы фильтров, подшипников и смазок, коррозионных потерь в машинах и на материалах, процессов КИУ (конденсации и испарения гексафторида урана), химико-аналитические, физико-химические (пассивация оборудования), химико-технологические исследования и синтез смазок. Большое значение для оптимального проектирования советских диффузионных заводов имели теоретические разработки и выпуск ЦЗЛ в 1951 г. (до появления аналогичной работы К. Коэна в США) «руководства по расчету схем диффузионных заводов» (авторы Б. В. Жигаловский, Н. А. Колокольцов, Я. А. Смородинский, М. А. Ханин; под ред. И. К. Кикоина).

В Управление № 27 входило 12 подразделений. Наибольшее значение имело экспериментально-наладочное бюро производственно-технического отдела, которое возглавил переведенный из технического отдела завода молодой инициативный инженер А. И. Савчук. В производ-

ственно-технический отдел входило также техническое бюро, его руководителем стал П. П. Харитонов. Он был переведен из группы пуска наладки технического отдела завода. Большую работу выполняли также группа технологического режима (руководитель — инженер Б. С. Пужаев), группа анализа работы основного технологического оборудования (руководитель Д. М. Левин), главный диспетчерский пульт (руководитель — опытный инженер С. А. Калитин, его заместитель Г. И. Иванов). В условиях все еще высокой аварийности и ненадежности оборудования важное значение имела работа организованной в октябре 1949 г. аварийно-инспекторской группы (начальник А. С. Марццоха и его заместитель Б. П. Маслеников). При Управлении № 27 для лучшей комплексности были организованы подчиненные ему службы главного энергетика (А. И. Рыбинцев), главного механика (В. Н. Осипов), главного прибориста, ЦИЛ (центральная измерительная лаборатория) и др.

Ввод в эксплуатацию первых каскадов завода Д-1 показал необычайную сложность организации работ по пуску и эксплуатации оборудования с пока еще слабо подготовленным сменным персоналом. Кроме того, была и трудность ведения и поддержания тонкого технологического процесса в отсутствие контрольно-измерительной техники и автоматизации управления. Поэтому в январе 1949 г. потребовалось дополнительно организовать специальную оперативную производственно-технологическую службу.

В практическом освоении эксплуатации первого и последующих диффузионных заводов следует отметить большой вклад инженерного коллектива экспериментально-нала-

дочного бюро Управления № 27 (А. И. Савчук, П. П. Харитонов, Б. С. Пужаев, Е. С. Семенова, М. Е. Ерошов, А. В. Шейнина, А. И. Бегунцов и др.). Работа в наладочном бюро явилась основной школой практической подготовки кадров технологов-эксплуатационников не только для заводов Д-1, Д-3, Д-4, но и введенных в строй позднее.

Эта структура, тесно взаимодействующая с научным руководством, ЦЗЛ, техническим отделом завода, позволяла гибко и оперативно решать возникающие вопросы. Впервые в практике нашей промышленности приказом руководства ПГУ от 5 октября 1949 г. при директоре диффузионного завода был создан оперативный технический совет.

Сразу же после пуска наладочных работ на первых введенных в эксплуатацию каскадах, состоящих в основном из ОК-7, начались массовые выходы из строя машин, работающих в эксплуатационном режиме, в дальнейшем это повторялось и на каскадах с машинами ОК-8 и ОК-9. Причины — заедание шариковых подшипников электропривода компрессора, приводящее к его остановке или высокому износу подшипников, сопровождавшемуся недопустимой вибрацией компрессора и повышением температуры в зоне специальных высокооборотных (6000 об/мин) подшипников. Иногда за сутки выходило из строя до 50 компрессоров. Подшипники работали несколько сотен, а иногда только несколько десятков часов. Ежедневно утром и вечером регистрировали температуру подшипников на тысячах «больных» и еще «здоровых» машин и заносили ее в карточки, введенные для каждой машины каскадов. По этим данным и результатам

делались вскрытия вышедших из строя компрессоров.

Какая же это была мучительная, не прерывавшаяся ни днем ни ночью работа — замена вышедших из строя компрессоров новыми или отремонтированными машинами! Ведь все машины до аварийной их остановки были заполнены рабочим газом — химически агрессивным радиоактивным гексафторидом урана, успевшим получить некоторое изменение в своем изотопном составе. В начале было непонятно, почему изготовленные по первому классу точности шариковые подшипники, прошедшие специальный отбор, выходят из строя. Ведь при заводских и комиссионных приемных испытаниях все было в порядке. Стали искать причину в недостатках сборки, в отклонениях от требований к механической обработке. В то же время выход из строя подшипников с вводом в эксплуатацию новых и новых каскадов нарастал. «Лечение» машин было очень трудным. Из-за одного вышедшего из строя компрессора приходилось останавливать и отключать от каскада целый байпасируемый по газу блок (12 машин), откачивать из него рабочий газ, снимать с места и транспортировать в цех ревизии «больную» машину, при этом обнажать весьма чувствительные к влаге и коррозии пакеты пористых пластин, установленных в баке-делителе. Вместо изъятых машин монтировали новые или уже отремонтированные машины, повторяя вновь весь цикл (откачка, проверка на вакуумную плотность, наполнение газом и т. п.). При этом не было уверенности, что замененная машина долго проработает. Эта трудоемкая изнурительная работа полностью дезорганизовала пуск завода Д-1 и была настоящим бедствием, вызывавшим у некоторых руко-

водителей неверие в успех промышленного освоения диффузионного метода.

На уральской стройке, сменяя друг друга, неделями и месяцами должны были находиться руководители ГМЗ — завода-поставщика машин: директор, главный инженер, главный технолог, а также руководители КБ — виновники допущенных ошибок, а с ними опытные технологи и мастера-сборщики, а также квалифицированные рабочие.

Завод-поставщик машин был обязан в экстремальных условиях исправлять свои ошибки и устранять брак. Напряженность на пусковом объекте нарастала...

По решению Специального комитета весной 1949 г. на пусковую стройку прибыл первый заместитель начальника ПГУ, заместитель Председателя Совета Министров СССР М. Г. Первухин. Он находился на стройке безвыездно один месяц, ежедневно разбирался в обстановке на объекте и принимал оперативные решения по многим вопросам строительства, монтажа и пусковых работ. Так, он потребовал выровнять груды земли на обширных площадях заводской территории, обложить земпо дерном, посадить деревья и кустарники. В общем, заставил безотлагательно навести чистоту и порядок вместо привычной на стройке непролазной грязи и пыли. Почти каждый вечер он собирал руководящий состав пускового завода и рассматривал сообщение о состоянии оборудования, вводимого в эксплуатацию, и особенно о состоянии дел с подшипниками и дезорганизующими производством выходами из строя компрессоров.

К концу пребывания М. Г. Первухина на основе обширного анализа оборудования и экспериментальных

работ была установлена истинная причина заклинивания подшипников или их ненормальных износов — недостаточность размера радиального люфта, что вместе с неправильным выбором посадок подшипников в корпусе электропривода и на валу двигателя приводило к их заклиниванию. Выбранные люфты и посадки не учитывали реальное термическое расширение деталей в подшипниковой паре, происходившее в условиях плохого теплоотвода в вакуумной среде. Было принято решение на всех (более 5500) машинах заменить подшипники и откорректировать посадки. После такой замены подшипники перестали выходить из строя.

Однако возникла новая, еще более тяжкая беда — был обнаружен недопустимо высокий уровень разложения рабочего газа (гексафторида урана) в машинах, приводящий к тому, что поток высокообогащенного гексафторида урана практически не достигал конечных каскадов. Гексафторид урана разлагался, и значительная часть его превращалась в порошок тетрафторида урана и осаждалась на внутренних стенках машин.

Было решено освободить всю систему каскадов от гексафторида и тетрафторида урана и промыть ее тщательным образом. Все было осуществлено, но результат был нулевым. И. К. Кикоин мучительно искал пути борьбы с появлением тетрафторида урана.

Нам было известно, что в Сухумском физико-техническом институте работают немецкие ученые-физики, химики и др. — из районов Германии, занятых Советской Армией. Читатель хорошо знает, что американская разведка на территории Германии в первую очередь начала охоту за видными немецкими учеными и специ-

алистами, так или иначе причастными к ядерной физике и занимавшимися созданием ядерной бомбы. США удалось найти и собрать у себя ведущих немецких ученых, таких как В. Гейзенбург, О. Ган, М. Лауэ, В. Ботэ, К. Вейцзеккер, действительно занимавшихся созданием бомбы, но не получивших серьезной поддержки гитлеровского руководства из-за слишком большой сложности проблемы и длительности сроков, необходимых для изготовления ядерного оружия. Но на территории Германии, занятой советскими войсками, советской разведкой была обнаружена небольшая часть немецких ученых физиков и химиков, которые дали согласие поработать в Совестком Союзе, как говорится, до лучших времен. Вот они-то и были размещены в этом грузинском НИИ.

Столкнувшись с такой тяжелой задачей, И. К. Кикоин решил пригласить эту группу немецких специалистов на консультацию прямо сюда, на нашу строительную площадку. Согласие вышестоящих органов было получено, немецкие специалисты прибыли. Кикоин рассказал им о сущности нашей работы и пригласил их посетить цеха завода и ознакомиться на месте с его оборудованием. Немецкие ученые в течение нескольких дней внимательно со всем ознакомились и затем сообщили, что все увиденное поразило их своими масштабами и техникой исполнения и что они чувствуют себя здесь учениками — так далеко ушли советские специалисты. И работа, и оборудование, подчеркнули они, выше всяких похвал, о чем-либо подобном в Германии могли только мечтать. В первый момент мы решили, что немцы хитрят и не хотят нам помочь. Но потом, подробно обсудив, с чем они имели дело в Германии, и пытаясь

найти ответы на мучившие нас вопросы, мы поняли, что они были достаточно искренни в своем незнании и непонимании научной и технической ситуации.

Вскоре после этого к нам на площадку приехал высший начальник, руководитель Специального комитета по созданию ядерного оружия Л. П. Берия. Его салон-вагон был установлен недалеко от завода, в тихом месте. Ознакомившись с положением на строительстве, вечером он приехал к нам на объект и собрал узкий круг людей, связанных с технологией процесса и пуском завода. Первым выступил И. К. Кикоин с сообщением о проделанной работе и о трудностях, с которыми мы встретились. Затем Берия выслушал меня и еще двух-трех специалистов, прервал выступления и сказал примерно следующее (стенограммы, конечно, не было):

— Сделано, конечно, очень много. Страна после войны, будучи в тяжелом состоянии, дала вам все, что вы просили. И мы теперь вправе ожидать от вас полного выполнения заданий. Короче, дело обстоит так — даю вам срок три месяца, чтобы все закончить, но если вы не обеспечите за это время все, что от вас требуется, пеняйте на себя, а я заранее предупреждаю — готовьте сухари.

И, не прощаясь с нами, он ушел к себе, в салон-вагон. Мы все, присутствовавшие на совещании, хорошо поняли, что если мы не совладаем с коррозионной бедой и если завод не станет выдавать высококачественный продукт с 90%-ным обогащением ураном-235, нам не сдобровать. Да мы и без него понимали, что все трудности надо преодолеть, без этого не будет у нас ядерного оружия. Но мы также понимали, что деваться нам некуда, ибо он, Л. П. Берия,

лично отвечал перед НИМ за создание ядерного оружия, и что он тоже боялся за свою шкуру, за свое место в жизни, за свою жизнь. Но все же дело в нас самих. И лучше всего это понимал научный руководитель проблемы И. К. Кикоин.

До своего отъезда с завода № 813 руководитель Специального комитета Л. П. Берия принял ряд организационных мер. К выяснению истинных причин высокой коррозии и потерь газообразного гексафторида урана, превращающегося в твердый порошок тетрафторида, были привлечены видные советские ученые-химики и физико-химики, в том числе академики А. Н. Фрумкин, А. П. Виноградов, профессора И. В. Тананаев, С. В. Карпачев, В. А. Каржавин и др., а также немецкие ученые, работавшие в г. Сухуми.

Было установлено и подтверждено путем разборки многих машин и тщательного сбора осажденных на поверхностях продуктов и их точного взвешивания, что главным виновником недопустимо высокого уровня коррозии газа являются низковольтные электродвигатели компрессоров типа ДТ (двигатель-трансформатор), разработанные в ОКБ ГМЗ и установленные на всех ОК-7 и ОК-8. Двигатели имели химически незащищенную большую поверхность шихтованных тонких железных листов, статора и ротора, кроме того, при работе двигателей температура повышалась, что усугубляло коррозионные процессы. При разборке статора и шихтованного ротора электродвигателя извлекалось до 700 г порошка зеленого тетрафторида урана.

Было решено на всех ОК-7 и ОК-8, т. е. на работающих в каскадах 5000 компрессорах, заменить элек-

тродвигатели ДТ «выносными» типа уже используемых на ОК-9, имеющих керамическую перегородку, выполненную из прессованной резольной смолы, покрытой олифой. Эта перегородка герметично отделила статорный объем электродвигателя от ротора. Кроме того, П. А. Тиссен и В. А. Каржавин предложили проводить общую пассивацию внутренних поверхностей машин всех каскадов вместе с трубопроводами с помощью нагретой фторно-воздушной смеси.

В форсировании процессов коррозии особенно сильным средством является влажный воздух, попадающий (засасываемый) из атмосферы в вакуумный объем машин и коммуникаций. Он проникает в машины при недостаточной герметичности огромного числа (на заводе их десятки тысяч) фланцевых разъемов, уплотняемых специальными вакуумными прокладками.

Если в процессе эксплуатации для ремонта аварийных машин останавливают и вскрывают блоки или каскады, то избавиться от напуска влажного воздуха практически невозможно. Было принято не предусмотренное проектом завода решение о переоборудовании всех помещений каскадов, заключении их в воздухонепроницаемые каньоны и установлении шлюзовых запоров. В каньонах должен находиться только сухой (до 1% влажности) воздух. Следовательно, необходимо иметь специальный цех по получению сухого воздуха. Спустя менее года на заводе Д-1 был введен в эксплуатацию такой цех производительностью 40 тыс. м³ сухого воздуха в час. Это огромный объем часовой подачи кондиционированного воздуха. Он равен объему помещения 200х20х10 м. Осушку воздуха осуществляли в силикагелевых фильтрах с помощью компрессоров.

Разводка сухого воздуха по каньонам и его рециркуляция потребовали проложить протяженные громоздкие герметичные воздухопроводы большого сечения, с байпасами и отсечными клапанами. Строители и монтажники работали круглосуточно.

К этим тревожным факторам добавлялись сомнения в достаточной герметичности многочисленных тонкостенных труб разъемных газовых коммуникаций, имевших приварные фланцы. Общая протяженность их на заводе Д-1 достигала нескольких километров.

Следует отметить, что американцы, создавая свой первый диффузионный завод, как пишет Г. Смит в книге-отчете, были тоже не очень уверены относительно допустимой величины коррозионных потерь рабочего газа и обеспечения герметичности протяженных газопроводных коммуникаций. Первоначально они предполагали все трубопроводы выполнять сваркой (без фланцевых соединений) и изготавливать их из чистого никеля. Горьковчане в 1947 г. серьезно обсуждали с научным руководителем вопрос, не применять ли вместо горячекатаных труб сверленные (или расточенные) трубы из поковок, используя технологию артиллерийского производства. Экспериментальная проверка прокатных труб и освоение технологии надежной сварки позволили принять решение о применимости цельнокатаных стальных труб с внутренним гальваническим никелевым покрытием. Но и эти меры оказались недостаточными. Завод работал, а положенной ему продукции не выдавал.

По результатам анализов отборов конечного продукта уже к середине 1948 г. было установлено, что при существующем комплектовании каскадов машинами ОК-7, ОК-8 и

ОК-9 требуемого обогащенного урана (90%-ного по урану-235) получить нельзя — не хватает разделительного потенциала. Необходимо достроить технологическую схему, дополнительно установив около 1000 разделительных ступеней, не предусмотренных проектом Д-1.

В этой обстановке в августе 1948 г. было предложено установить на высокообогащенном участке завода Д-1 новую, самую малую по производительности (6–8 г/с вместо 30 г/с у ОК-7) концевую мини-ступень, имеющую минимальный объем газового заполнения и предельно малые поверхности, контактирующие с газом. Н. М. Синев предложил эскизную компоновку конструкции такой ступени с высокооборотным (12 тыс. об/мин) компрессором, вращаемым электродвигателем с вынесенным статором, герметично отделенным от роторного объема тонкой (0,15 мм) гофрированной нихромовой перегородкой. Коррозионные потери высокообогащенного газа в такой машине будут весьма малы, а коэффициент обогащения урана достаточно высок при использовании плоских фильтров на сниженном на их входе давлении газа (примерно 14 мм рт. ст.) и повышенной (до 4,4) степени его сжатия в компрессоре.

Постановлением Совета Министров СССР от 15 января 1949 г. отмечено, что по данным, представленным научным руководителем И. К. Кикоиным, на заводе Д-1 выявились не предусмотренные значительные потери рабочего газа — гексафорида урана, снижающие проектную производительность завода на 35–50%. В целях снижения потерь конечного продукта, обеспечения проектной производительности и пуска завода Совет Министров СССР разрешил заменить 896 машин ОК-7

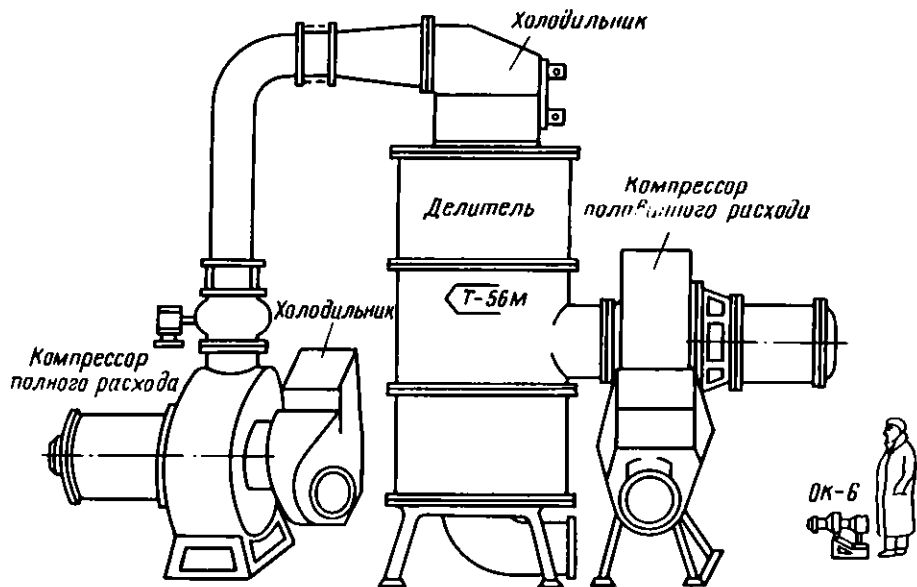


Рис. 3. Самая большая и самая маленькая диффузионные машины (Т-56М и ОК-6)

на 1696 машин ОК-6, смонтировать и сдать их в эксплуатацию к 15 мая 1949 г. Этот срок был выполнен ГМЗ.

Монтаж очень малых по размеру машин ОК-6 производительностью 6–8 г/с (вместо 30 г/с у машины ОК-7), с высокооборотным компрессором на 12 тыс. об/мин внес некоторую сложность в энергоснабжение завода, так как для машины ОК-6 в отличие от всех других машин требовался электрический ток с частотой 200 Гц.

В июне 1949 г. смонтированные каскады с машинами ОК-6 были включены в технологическую цепочку и позволили в середине 1949 г. осуществить двухцикловой режим работы завода, т. е., пропуская повторно через концевые каскады обогащенный газ, получить первый продукт 75%-ного обогащения. Всего потребовалось изготовить около 1600 машин ОК-6.

Итак, завод Д-1 имел 56 каскадов, из них 1520 ступеней, состоящих из

машин ОК-6, 2016 ступеней — из машин ОК-7, 2160 ступеней — из машин ОК-8, 1344 ступени — из машин ОК-9. Для поддержания низкой (до 10°C) температуры охлаждающей воды на заводе была срочно сооружена холодильная аммиачная установка, однако при этом коррозионные потери на машинах ОК все еще были велики: они в 2,5–3 раза превышали проектное значение. Было ясно, что расчетную мощность завода Д-1 можно получить только после замены электродвигателей на всех компрессорах машин ОК. Эта гигантская работа легла на плечи поставщика — Горьковского машиностроительного завода и персонала эксплуатационников уникального завода. Переоборудование было завершено только через год.

Для оценки состояния завода и принятия срочных мер по его вводу в нормальную эксплуатацию в конце сентября 1949 г. на пусковой объект прибыли специальным поездом шеф

проблемы — заместитель Председателя Совета Министров СССР Л. П. Берия, начальник ПГУ Б. Л. Ванников, А. М. Петросьянц и др.

Три вагона этого поезда были сцеплены и установлены на железнодорожных путях напротив здания дирекции завода. Началось разбирательство... Оно проходило как на шумных совещаниях, так и методом персонального опроса-допроса. В вагон поочередно вызывались руководители стройки, представители службы эксплуатации завода, ведущие сотрудники научных и технических подразделений. Однако к этому времени обстановка на пусковом объекте в целом прояснилась. Было ясно, что нужно делать. Многочисленные решения, предложенные специалистами, позволили смягчить или отвести угрозу расправы и получить общий вотум доверия Правительства в лице всевышнего строгого шефа Л. П. Берия.

Шефом было принято правильное решение о серьезном укреплении научного руководства на объекте. Заместителем научного руководителя завода был назначен металлофизик профессор М. В. Якутович, переведенный из Свердловского отделения АН СССР, заместителем начальника ЦЗЛ — электрохимик из Свердловского университета профессор С. В. Карпачев. Из Сухумского НИИ вскоре были переведены высокоэрудированный и опытный физико-химик профессор В. А. Каржавин, физико-масс-спектрометрист Н. А. Шеховцев и др. В ЦЗЛ были переведены ученые из Свердловска: физик С. К. Сидоров, химики Ю. В. Карякин, Б. Н. Лундин.

Решения касались и администрации завода: директор А. Л. Кизима был снят с должности как несправив-

шийся, А. И. Чурин стал снова директором, а М. П. Родионов — главным инженером завода. Начальником производства (по эксплуатации) был выдвинут прошедший трудную школу освоения машин ОК-8 начальник цеха средних машин Н. В. Алявдин.

В 1950 г. после комплектования завода машинами ОК-6 и замены всех двигателей ТД на машинах ОК-7 и ОК-8, а также проведения пассивирующей обработки внутренних поверхностей и пористых фильтров всех машин, полного ввода в эксплуатацию холодильной станции для подачи охлаждающей воды низкой ($8-10^{\circ}\text{C}$) температуры, цеха сухого воздуха, наконец, была налажена нормальная эксплуатация завода Д-1 и был обеспечен выпуск конечного продукта вначале 75%-ного, а затем 90%-ного обогащения в заданном проектом количестве.

Но в 1948 г. более 75%-ного обогащения по изотопу уран-235 на комбинате № 813 в Верх-Нейвинске получить не удавалось. Между тем для второго экземпляра ядерной бомбы нужен был высокообогащенный уран с 94%-ным обогащением по урану-235. Вот тут на помощь пришел завод № 418, где сооружалась электромагнитная установка под научным руководством Л. А. Арцимовича.

Уже отмечалось, что для получения высокообогащенного урана было принято решение начать освоение двух методов: диффузионного под научным руководством И. К. Кикоина и электромагнитного под научным руководством Л. А. Арцимовича.

Оба эти предприятия были расположены на Урале, в Свердловской области, создание их курировал заместитель начальника ПГУ А. М. Петросьянц. В Лаборатории № 2 под

руководством Л. А. Арцимовича было организовано крупное подразделение с привлечением специалистов академических организаций и промышленных предприятий. Особо важную роль играл завод «Элетросила» в Ленинграде с участием ОКБ завода и его руководителя Д. В. Ефремова.

Под руководством Л. А. Арцимовича и с участием Д. В. Ефремова было спроектировано, сконструировано и изготовлено все специальное оборудование для строительства завода № 418 в г. Лесном в Свердловской области.

Завод № 418 представлял собой крупнейшую электромагнитную установку для получения методом электромагнитного разделения изотопов урана и его обогащения ураном-235.

Масса всей электромагнитной установки составляла 6000 т, причем вся она приходилась собственно на электромагнит, что поражало всех причастных к этому проекту. Так, масса магнита для циклотрона в РИАН составляла лишь несколько тонн, масса магнита циклотрона, сооруженного для Лаборатории № 2, — 75 т, а здесь 6000 т, т. е. в 80 раз больше. Такие масштабы не могли не удивлять специалистов, тем более что все это создавалось в самые тяжелые послевоенные годы разрухи.

Все основное оборудование было изготовлено на заводе «Электросила» в Ленинграде, еще только восстанавливаемом после блокады. Для размещения магнита в его вертикальном исполнении было построено специальное многоэтажное здание, на пяти этажах которого располагались двадцать специально разработанных камер, в которых смонтированы все необходимые системы для осуществления процесса разделения изотопов урана. Камеры сложной конструкции изготовлены из

дорогостоящей латуни, обеспечивающей необходимую плотность для удержания высокого вакуума 10^{-6} мм рт. ст. (что удивительно, если иметь в виду состояние техники тех времен). При этом надо отметить, что общая масса камер составляла более 1000 т.

Электромагнитный метод разделения изотопов урана, несмотря на всю сложность, высокую стоимость используемых металлов, требование высокого качества и технологии исполнения, обеспечивал:

высокий коэффициент разделения изотопов в одном цикле;

возможность обогащения всех изотопов разделяемого элемента в одной разделительной установке;

автономность отдельных разделительных установок;

возможность разделения очень малых количеств вещества.

В то же время он имел и существенные недостатки:

малую производительность и незначительный коэффициент использования вещества в одном цикле разделения;

наличие значительных безвозвратных потерь разделяемого вещества;

большое энергопотребление;

большие эксплуатационные затраты.

И все же, несмотря на эти недостатки, не позволившие освоенному впервые в нашей стране методу электромагнитного разделения изотопов урана стать основным используемым в промышленности методом разделения и получения высокообогащенного урана, он сыграл важную и фактически решающую роль в создании первой советской ядерной бомбы, начиненной высокообогащенным ураном. Так, полученный в 1948 г. на заводе № 813 уран с 75%-ным обогащением был передан на дообогащение на завод № 418, где и был дове-

ден до полной кондиции, т. е. выше 90%-ного обогащения. Именно этот уран был использован во второй советской бомбе, испытанной в 1951 г. Электромагнитная установка завода № 418 стала использоваться для разделения изотопов различных элементов и получения стабильных изотопов многих элементов Периодической таблицы Д. И. Менделеева.

Таким образом, метод электромагнитного разделения изотопов Л. А. Арцимовича сыграл важную роль. И мне, как куратору этого метода, не пришлось краснеть, а наоборот, я испытывал чувство гордости, что оба метода обогащения урана были использованы при создании первых советских ядерных бомб.

В 1949 г. стало ясно: в Советском Союзе диффузионная технология обогащения урана освоена и в дальнейшем будет успешно развиваться.

Следует отметить, что установленная общая проектная разделительная мощность завода Д-1 не превышала 7500 кгЕРР/год, что при нормальной эксплуатации достаточно лишь для получения в год не более нескольких десятков килограммов урана 90%-ного обогащения. Разделительную мощность ступени принято измерять в единицах разделительной работы, совершаемой за 1 год, — ЕРР/год. Разделительная работа характеризует меру физических усилий, совершаемых при разделении изотопов урана, и зависит от концентрации изотопов в исходном сырье, обогащенном продукте и в отвале (в хвостах). ЕРР прямо пропорциональна отбору обогащенного продукта.

По разделительной мощности завод Д-1 был небольшим. К тому же он был оборудован весьма энергоемкими неэкономичными компрессорами. Общая установленная элек-

трическая мощность его составляла около 50 МВт, а ежегодно потребляемая при нормальной работе электроэнергия — 380 млн. кВт·ч, что почти в 2 раза превышало удельное энергопотребление на 1 ЕРР, достигнутое на более современных диффузионных заводах. Аналогичное положение сложилось и по металлоемкости. Однако создание завода Д-1 было первым шагом на пути промышленного развития диффузионной технологии в СССР.

Вслед за заводом Д-1 в последующие годы были введены в строй заводы Д-3, Д-4, Д-5 и СУ-3. Завод Д-1 проработал до конца 1955 г. и был демонтирован как экономически нерентабельное и маломощное предприятие.

Заканчивая рассказ о героической эпопее освоения диффузионного метода по получению высокообогащенного урана-235 на Комбинате № 813 в поселке Верх-Нейвинске, невозможно не перечислить людей, внесших огромный вклад в создание завода в первые послевоенные годы после окончания самой разрушительной и кровопролитной войны, которую когда-либо знала история человечества.

Героический труд ученых, инженеров и рабочих всех специальностей в условиях отсутствия новейшей приборной, электронной и вакуумной техники, острой нехватки жилья, продовольствия, полного неустойчивости позволил создать новую и совершенно необычную для того времени технологию.

Со многими из них мне пришлось трудиться плечом к плечу с первых месяцев строительства Комбината вплоть до получения конечного продукта, переживая все невзгоды и преодолевая все трудности в работе и в быту.

В краткой статье невозможно рассказать обо всех, кто принимал участие в этой героической эпопее, но имена некоторых назвать необходимо.

Чурин Александр Иванович — начал работать директором строящегося Комбината с апреля 1946 г., оставив пост главного инженера Уралэнерго в Свердловске. Внес особо большой вклад в строительство Комбината № 813, ввод в эксплуатацию, в освоение сложного диффузионного оборудования и получение конечного продукта. Впоследствии стал первым заместителем министра среднего машиностроения. Лауреат Ленинской и Государственных премий СССР, Герой Социалистического Труда.

Родионов Михаил Петрович — прибыл на Комбинат № 813 в октябре 1946 г., оставив пост главного энергетика Уралмашзавода им. Орджоникидзе в Свердловске, работал главным инженером Комбината, а в марте 1955 г. стал директором Комбината № 813. Будучи исключительно эрудированным инженером, М. П. Родионов был выдвинут впоследствии директором крупного научного центра под Москвой, в Обнинске, — Физико-энергетического института (ФЭИ).

Летемин Григорий Георгиевич — на Комбинате с первых дней 1947 г. Работал начальником цеха так называемых малых компрессоров диффузионного производства. Получил первую готовую продукцию. Лауреат Государственных премий СССР.

Жигаловский Борис Всеволодович — начал работу в период строительства Комбината. Создатель ставшей впоследствии классической теории построения схем обогащательных газодиффузионных заводов. За-



М. П. Родионов

меститель главного инженера Комбината № 813 по науке. Доктор технических наук, профессор. Заслуженный деятель науки и техники. Лауре-



Б. В. Жигаловский

ат Государственных премий СССР. Имеет правительственные награды.

Харитонов Петр Петрович — на Комбинате с начала 1948 г. Под его руководством и при его непосредственном участии проделана огромная и очень сложная работа по усовершенствованию основного диффузионного оборудования и его технологии. Кандидат технических наук. Лауреат Государственных премий СССР. Имеет правительственные награды.

Савчук Андрей Иосифович — начав работать в поселке Верх-Нейвинске с 1947 г. инженером, прошел путь до директора Комбината № 813, которым бессменно руководил почти 30 лет. Доктор технических наук. Лауреат Государственных премий СССР. Имеет правительственные награды. Герой Социалистического Труда.

Батаева Анна Григорьевна — на Комбинате с первых дней 1948 г. Аппаратчик в цехах основного, диффузионного производства. Принимала непосредственное участие в монтаже, наладке оборудования и пуске цехов. В числе первых награждена орденом Ленина и другими наградами.

Тиханов Сергей Григорьевич — начал работу с ноября 1946 г. Принимал участие в отладке многих видов диффузионного оборудования и пуске основных технологических цехов. Начальник основного объекта № 47. Имеет ряд правительственных наград и поощрений.

Израилевич Иосиф Семенович — начал работать лаборантом в ЦЗЛ. Один из основных создателей лаборатории физических методов исследования пористых сред, очень важного компонента для диффузионного производства. Доктор технических наук. Лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.



А. И. Савчук

Бортников Иван Николаевич — на Комбинате № 813 с января 1947 г., работал главным механиком, начальником основных цехов. Внес большой вклад в ревизию основного оборудования в период его освоения. Лауреат Государственных премий СССР, Герой Социалистического Труда. Позднее был директором аналогичного производства в Сибири.

Алейников Борис Федорович — на Комбинате № 813 с первых месяцев 1947 г. В течение многих лет руководил Управлением непрерывного производства (основного). Лауреат Государственной премии СССР.

Якутович Михаил Васильевич — заместитель директора Комбината по научной работе. Доктор физико-математических наук, профессор. Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР. Имеет правительственные награды.

Каржавин Всеволод Александрович — прибыл на Комбинат в конце 1948 г. Внес большой вклад в созда-

ние методов антикоррозионной защиты основного оборудования, в разработку фильтров диффузионных машин. Доктор технических наук, профессор. Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР. Имеет правительственные награды.

Боженко Сергей Дмитриевич — на Комбинате № 813 с 1948 г. Электромонтер высшей квалификации. Внес очень большой личный вклад в успешную работу электрооборудования диффузионных насосов. Герой Социалистического Труда.

Карпачев Сергей Васильевич — возглавлял Центральную заводскую лабораторию. Доктор химических наук, профессор. Лауреат Государственной премии СССР. Впоследствии стал ректором Государственного университета в Свердловске.

Халилеев Павел Акимович — на Комбинате с 1947 г. В годы становления Комбината — руководитель ЦЗЛ. Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР.

Фадеев Герман Андреевич — был на Комбинат в начале 1948 г. Участвовал в наладке диффузионных цехов. Герой Социалистического Труда.

Шеховцев Николай Архипович — широко известный в стране специалист в области масс-спектрометрии. Доктор технических наук. Руководитель лаборатории по масс-спектрометрии в ЦЗЛ. Лауреат Ленинской и Государственных премий СССР. Впоследствии был директором Института ядерного приборостроения в Москве.

Морохов Игорь Дмитриевич — на Комбинате с марта 1948 г. Начал работу у пульта первого основного цеха. Был главным диспетчером основного производства, прошел путь до директора Комбината № 813. До-



И. Д. Морохов

ктор технических наук. Лауреат Ленинской и Государственных премий СССР. Позднее был заместителем председателя Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР.

Шеенков Михаил Петрович — аппаратчик цехов непрерывного производства с 1948 г. Герой Социалистического Труда.

Грошев Алексей Егорович — с 1948 г. участвовал в освоении, пуске и эксплуатации цехов диффузионного производства. В числе первых награжден орденом Ленина.

Ахмадеев Вахим Мухаметшанович — один из лучших электровакуумщиков, участник пуска завода Д-1. Награжден орденом Ленина.

Карякин Юрий Викторович — доктор технических наук, профессор, известный специалист в области аналитической химии. Лауреат Государственной премии СССР.

Новокшенов Виктор Федорович — внес большой вклад в становление

и развитие диффузионного производства. Начальник цеха 24. Впоследствии директор аналогичного производства в Сибири.

Лаповок Владимир Натанович — кандидат технических наук, один из основных разработчиков фильтров новой конструкции. Лауреат Ленинской премии.

Голин Юрий Леонидович — доктор технических наук, профессор, главный специалист. Заслуженный изобретатель России. Лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Вспоминая участников этой героической эпопеи, мы в какой-то степени, пусть очень малой, отдаем им дань уважения.

*
* *

Талант и доблестный самоотверженный труд ученых, конструкторов, проектантов, технологов, производственников, строителей, монтажников и эксплуатационников позволили овладеть диффузионным методом обогащения урана и создать в короткие сроки первый в стране диффузионный завод.

Несмотря на то что научные и технические сложности всего комплекса диффузионной технологии были чрезвычайно велики, СССР без всякой помощи извне овладел этим методом, выпустив первую продукцию в 1949 г. (Д-1), в то время как Великобритания смогла это сделать лишь в 1956 г. (завод в Кейпенхерсте), а Франция — в 1967 г. (завод в Пьерлате).

Спустя десять лет в СССР был разработан новый метод центрифужной технологии, более сложный по сравнению с диффузионным и, самое главное, гораздо более экономичный. Причем этот метод был освоен нами в промыш-

ленном масштабе на много лет раньше, чем на западе, и, что самое поразительное, технология центрифуг, разработанная в нашей стране в то время, является и сегодня, в 1995 г., наиболее совершенной.

Ныне уже работает пятое поколение центрифуг с производительностью, в 5 раз большей производительности первых моделей. Созданная технология не требует регламентных ремонтов основного оборудования в течение 15 лет непрерывной работы. Уровень отказов центрифуг составляет 0,2% в год. И все же дальнейшее совершенствование продолжается.

Мы уже приводили слова американского ученого Г. Д. Смита: «Вероятно, больше чем какая-либо другая группа в Манхэттенском проекте, группа, работавшая над газовой диффузией, заслуживает награды за храбрость и настойчивость, так же как и за научные и технические дарования...»

Эту оценку деятельности американских специалистов мы целиком и полностью должны отнести в адрес и наших советских специалистов, овладевших диффузионным методом разделения изотопов урана в промышленном масштабе в очень короткие сроки. Причем все это осуществлялось в тяжелейшие послевоенные годы в разрушенной и разоренной немецкими войсками стране.

Честь и слава нашим труженикам-первопроходцам, создавшим невиданную передовую технику из своих отечественных материалов и оборудования.

Наличие ядерного оружия обеспечивает мирную жизнь нашей стране, нашему народу в течение вот уже 50 лет.

О ПЕРВЫХ В НАШЕЙ СТРАНЕ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ С ТЯЖЕЛОЙ ВОДОЙ

А. К. Круглов

Первым увидел возможность создания ядерного реактора на природном уране с тяжелой водой в качестве замедлителя нейтронов крупнейший французский ученый Ф. Жолио-Кюри. В мае 1939 г. им было показано, что при делении ядер урана медленными нейтронами испускается от двух до трех новых нейтронов и при этом возможно возникновение цепной ядерной реакции деления урана. Ф. Жолио-Кюри проводил опыты с относительно большим количеством тяжелой воды. Тогда мировой запас D_2O составлял 180 кг и вся она была во Франции, где Ф. Жолио-Кюри в 1939–1940 гг. вместе с Х. Халбаном и Л. Коварски начали работы по сооружению ядерного реактора с тяжелой водой.

В нашей стране, как писал И. В. Курчатов в 1943 г^{*}, считалось доказанным, что на природном уране невозможно осуществить цепную ядерную реакцию в системе $U - D_2O$. Полагали, что для работы реактора нужен уран, обогащенный изотопом урана-235. Этот вывод основывался на расчетах профессоров Ю. Б. Хари-

тона и Я. Б. Зельдовича, показавших, что для развития цепной реакции в системе $U - D_2O$ необходимо, чтобы поперечное сечение захвата тепловых нейтронов ядрами тяжелого водорода было не более $3 \cdot 10^{-27}$ см². Сечение захвата нейтронов отечественные физики в те годы не могли измерить: отсутствовала техническая база и не было в достаточных количествах тяжелой воды. Поэтому пользовались экспериментальными значениями этой величины, полученными зарубежными учеными. Их измерения показали, что сечение захвата тепловых нейтронов ядрами дейтерия более чем в 3 раза выше предельного значения, на которое указывали в своих расчетах Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович. Таким образом, ученые пришли к заключению, что осуществление реакции в системе природный уран — тяжелая вода невозможно. Вывод наших ученых, писал И. В. Курчатов в 1943 г., оказался ошибочным. Анализируя полученные нашей разведкой материалы о проводимых в Великобритании и США работах по урановой программе, И. В. Курчатов пришел к выводу, отличному от вывода Ю. Б. Харитона и Я. Б. Зельдовича. В его докладе Совнаркому говорилось: «Халбан и Коварски пришли к противоположному выводу,

*У истоков советского атомного проекта: роль разведки в 1941–1946 гг. (по материалам архива внешней разведки в России)//Вопросы истории естествознания и техники. 1992. № 3. С. 97–134.

имеющему, конечно, громадное принципиальное значение. Халбан и Коварски получили, согласно данным материала, образование 1,05—1,06 вторичного нейтрона на один первичный нейтрон, т. е. осуществили условия развивающегося цепного процесса».

Французские ученые продолжили свои эксперименты в Великобритании в 1940 г. Во Франции же еще в 1939 г. при наличии достаточного запаса тяжелой воды ими были экспериментально определены поперечные сечения захвата тепловых нейтронов ядрами тяжелого водорода, которые невозможно было определить у нас.

В 1943 г. работы в Лаборатории № 2 (ныне ИАЭ им. И. В. Курчатова) только разворачивались, поэтому данные нашей разведки представляли большую ценность и детально анализировались лично И. В. Курчатовым по поручению заместителя председателя Совнаркома М. Г. Первухина. На интенсивность работы в этом направлении указывает тот факт, что в записке И. В. Курчатова от 3 июля 1943 г. им было проанализировано 237 американских материалов, в том числе:

29 работ, посвященных разделению изотопов с помощью урана методом диффузии, который, по оценкам И. В. Курчатова, был основным в США;

18 работ по методам разделения изотопов с помощью центрифуг;

32 работы, относящиеся к проблеме смеси уран — тяжелая вода;

29 работ по уран-графитовому реактору;

55 материалов по химии урана, в которых были данные по получению чистого металлического урана и его оксида, получению UF_6 , удобного для разделения изотопов урана диффу-

зионным методом, металлоорганических соединений урана и т. д.;

10 работ по созданию бомбы из урана-235;

14 материалов по проблемам плутония и нептуния.

Поступали через разведку материалы и по другим направлениям, анализируя которые, можно было извлечь информацию по особо интересующим нашу страну проблемам в области создания ядерного оружия.

В связи с оккупацией Франции исследования по созданию реактора на природном уране с тяжелой водой были прекращены, а документация и запас тяжелой воды были вывезены в Великобританию. Исследовательская группа французских физиков (Х. Халбан, Л. Коварски) продемонстрировала в Кембридже возможность достижения цепной реакции с помощью урана в тяжелой воде.

Во время войны немецкие ученые под руководством В. Гейзенберга тоже вели работы по созданию реактора и делали отчаянные попытки вывезти тяжелую воду из Норвегии, где с 1934 г. фирма Norsk-Hydro впервые в мире начала производить тяжелую воду в промышленном масштабе по электролизной технологии, разработанной профессором Л. Тренстадом и инженером И. Бруном. В Германию тяжелая вода начала поступать после захвата Норвегии в 1942 г. Фирма Norsk-Hydro получила заказ от немецкого концерна Farbenindustrie в конце 1940 г. До конца 1941 г. заказ на поставку составлял 1000 кг, а в 1942 г. — 1500 кг D_2O . Однако получить достаточное для создания ядерного реактора количество D_2O немцы не смогли, так как завод по производству тяжелой воды в Норвегии был взорван специально подготовленными в Англии диверсионными группами. К ноябрю 1941 г. Гер-

мания получила только 500 кг тяжелой воды. Немцы восстановили завод, и к 1944 г. было получено уже 15 т D_2O , но ее не успели доставить в Германию. Во Франции в 1948 г. под руководством Ф. Жолио-Кюри был осуществлен запуск экспериментального ядерного реактора на тяжелой воде. Однако самый первый исследовательский реактор на металлическом уране природного обогащения по урану-235 с тяжелой водой в качестве замедлителя нейтронов был пущен в США в 1944 г. Критическая масса составила 3 т металлического урана, а количество тяжелой воды 6,5 т. Тепловая мощность первого тяжеловодного реактора составляла 300 кВт, средняя плотность потока тепловых нейтронов $5 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$. Если сравнить эти данные с полученными в первом уран-графитовом реакторе, пущенном в Чикаго под руководством Э. Ферми в декабре 1942 г., то можно увидеть, что в тяжеловодном опытном реакторе используется примерно в 15 раз меньше урана при той же мощности реактора. Количество же тяжелой воды, необходимой для осуществления цепной реакции, в 60 с лишним раз меньше, чем сверхчистого графита. Любая возможность сэкономить ядерные материалы в то время для нашей страны была очень важна. Ведь даже своего природного урана в достаточных количествах еще не было, не говоря о сложнейшей технологии его обогащения.

Данные о реакторах США на природном уране привели к переоценке приоритетных работ в Лаборатории № 2. Наряду с продолжением исследований по обогащению урана-235 для создания ядерной бомбы была поставлена задача построить реактор, работающий на природном уране, для получения нового делящегося

материала — плутония. Для реализации управляемой цепной ядерной реакции в реакторах на природном уране в качестве замедлителя нейтронов следовало использовать графит или тяжелую воду.

В 1947 г. в США был создан второй исследовательский реактор на тяжелой воде. Загрузка металлического урана природного обогащения составляла 10 т, а количество D_2O в активной зоне — 17 т. Мощность этого более совершенного реактора равнялась 30 МВт, а средняя плотность потока нейтронов $2 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

В нашей стране разработка и создание тяжеловодных реакторов осуществлялись под научным руководством А. И. Алиханова. Он, как и И. В. Курчатов, перед войной работал в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) и 14 августа 1943 г. вместе с ним, а также с В. П. Желеповым, Л. М. Неменовым, Г. Н. Флеровым, М. С. Козодаевым и другими учеными был переведен в Лабораторию № 2.

В Лаборатории № 2, руководимой И. В. Курчатовым, в 1943–1945 гг. исследовались три реакторные концепции:

И. В. Курчатов и И. С. Панасюк возглавляли работы по созданию уран-графитового реактора (водо-графитовый реактор);

Г. Н. Флеров и В. А. Давиденко изучали возможность осуществления цепной ядерной реакции в реакторах на уране с обычной водой (водородный реактор);

А. И. Алиханов и С. Я. Никитин вели исследования по тяжеловодному реактору.

После взрыва Соединенными Штатами трех ядерных бомб необходимость интенсификации работ в СССР по Урановому проекту стала

очевидной. Государственным комитетом обороны (ГКО) был организован Специальный комитет по решению всех проблем создания ядерного оружия (постановление ГКО от 20 августа 1945 г.). Уже в сентябре 1945 г. на первом заседании Технического совета Специального комитета (председатель Б. Л. Ванников, ученый секретарь академик А. И. Алиханов) были заслушаны отчеты И. В. Курчатова, Г. Н. Флерова и А. И. Алиханова по трем типам ядерных реакторов. Перспективными были признаны уран-графитовые и тяжеловодные реакторы. Основными материалами для этих типов реакторов кроме металлического урана природного обогащения (около 0,72% урана-235) были графит ядерной чистоты и тяжелая вода. Природное соотношение тяжелой и легкой воды 1:6800. Выделение тяжелой воды из природной — задача технически очень сложная.

Над проблемой получения реакторного графита в промышленности в Лаборатории № 2 работали В. В. Гончаров и Н. Ф. Правдюк. Физико-химические исследования по созданию промышленных методов получения D_2O вели А. И. Алиханов, Р. Л. Сердюк, Д. М. Самойлович. Кроме того, в Лаборатории № 2 было создано специальное подразделение — сектор № 4, в котором разрабатывались различные технологии получения D_2O . Сектор возглавлял М. И. Корнфельд. В институтах Наркомата химической промышленности и Академии наук были созданы лаборатории по разработке методов получения D_2O . К этой проблеме был подключен и институт Первого главного управления при Совете Министров СССР (ПГУ) НИИ-9, где работали немецкие ученые М. Фольмер и Р. Доппель.

Создание Лаборатории № 3 АН СССР

Лаборатория № 3 была создана по инициативе Технического совета Специального комитета. В совет тогда входили Б. Л. Ванников, А. И. Алиханов, П. Л. Капица, И. В. Курчатов, В. А. Махнев (секретарь Специального комитета), Ю. Б. Харитон, В. Г. Хлопин и др. В решении Технического совета от 8 октября 1945 г., подписанном председателем Совета Б. Л. Ванниковым и ученым секретарем А. И. Алихановым, было записано: «Считать необходимым организовать под руководством А. И. Алиханова Лабораторию № 3 АН СССР, возложив на нее следующие задачи:

физические исследования, проектирование и осуществление ядерного котла* уран — тяжелая вода;

физические исследования систем торий — вода, торий — плутоний — вода для получения урана-233;

физические исследования β -радиоактивности;

физические исследования ядерных частиц большой энергии и космических лучей.

Представить на рассмотрение Специального комитета внесенный тт. П. Я. Мешиком и А. И. Алихановым проект постановления СНК СССР по данному вопросу».

Одновременно Технический совет по предложению комиссии в составе М. Г. Первухина (председатель), А. Г. Касаткина, Н. А. Борисова, А. И. Алиханова, М. И. Корнфельда, В. А. Каргина, Л. С. Генина поручил разработать эскизные проекты сооружения промышленных

*До первой Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии (1955 г.) ядерные реакторы называли котлами.

установок по получению тяжелой воды методами дистилляции; изотопного обмена с сероводородом, совмещенного с дистилляцией; изотопного двухтемпературного обмена между водяным паром, водой и водородом; изотопного обмена с сероводородом.

Разработка проекта установки по изотопному сероводородному обмену, совмещенному с дистилляцией, поручалась Государственному союзному НИИ-42 Наркомата химической промышленности, предложившему этот метод. По остальным методам разработка эскизных проектов установок возлагалась на созданную для этих целей группу специалистов во главе с М. И. Корнфельдом (Лаборатория № 2).

Постановлением правительства от 1 декабря 1945 г. организационно была сформирована Лаборатория № 3, руководителем которой был назначен А. И. Алиханов, а его заместителем (с 1946 г.) — В. В. Владимирский, до настоящего времени работающий в Институте теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ). В состав Лаборатории № 3 была переведена часть сотрудников из Лаборатории № 2 и других институтов. Лаборатория № 3 стала третьей самостоятельной исследовательской организацией, полностью работающей по тематике ПГУ.

Еще до создания Лаборатории № 3 решением ГКО от 4 сентября 1945 г. Наркомату химической промышленности было поручено организовать производство тяжелой воды, или продукта № 180, как она тогда называлась по режимным соображениям. Совместным приказом ПГУ и Наркомата химической промышленности было развернуто проектирование и строительство установки и цеха по производству D_2O . Как воспомина-

ет А. М. Розен, работавший в конце 1945 г. в Государственном институте азотной промышленности (ГИАП), сотрудниками института вместе с немецким инженером В. К. Байерлем разрабатывалось техническое задание на строительство завода для получения D_2O методом ректификации жидкого аммиака. Но работы в ГИАП разворачивались медленно. По предложению А. П. Завенягина для усиления исследовательских работ по получению D_2O постановлением правительства от 18 марта 1946 г. НИИ-9 было поручено организовать лабораторию, которой установили сверхжесткие сроки проведения работ. Контроль за обеспечением работ по получению D_2O был возложен лично на министров М. Г. Первухина (Химпром), Н. А. Борисова (Госплан), П. И. Паршина (Химмаш) и И. Г. Кабанова (Министерство электротехнической промышленности). Министрам каждые два месяца предстояло докладывать правительству о ходе работ.

Для Лаборатории № 3 в Москве в районе Черемушек была выделена территория (около 100 га) в усадьбе Меньшиковых. В 1947 г. в штате Лаборатории № 3 уже находилось 300 сотрудников. Приказом по ПГУ от 26 марта 1946 г. на строительство Лаборатории № 3 выделялись необходимые ресурсы. Сразу же под руководством А. И. Алиханова были составлены технические задания на разработку проекта опытного реактора с использованием в качестве замедлителя нейтронов тяжелой воды. Указанным выше постановлением правительства от 18 марта 1946 г. отличившимся строителям, рабочим и ИТР, создававшим технологию получения тяжелой воды, строившим соответствующие цеха и изготавливавшим оборудование, устанавливалась



Академик А. И. Алиханов

аккордная оплата. Отличившихся рабочих, инженеров и ученых предлагалось представлять к правительственным наградам. Такое исключительное внимание к созданию производств получения тяжелой воды и соответствующих ядерных реакторов в тот период можно объяснить тем, что тяжеловодные реакторы для своей работы требуют в 10–15 раз меньшую исходную загрузку урана. Добыча же природного урана в стране только организовывалась, а его запасы были мало изучены.

В 1948 г. было построено главное здание для Лаборатории № 3 и пущен циклотрон — ускоритель дейтронов с энергией до 12 МэВ. Начались интенсивные экспериментальные и теоретические работы в обеспечение строительства первых в стране исследовательского и промышленного тяжеловодных реакторов на природном уране.

С самого начала основными направлениями исследований лабора-

тории № 3 по тяжеловодным реакторам были: теория ядерных реакторов; экспериментальное получение необходимых физических констант для расчета реакторов; физико-теплотехнические исследования; выгорание ядерного топлива, накопление в нем плутония и трансплутониевых элементов; оптимизация физических характеристик реактора; проблемы надежного регулирования мощности реактора и управления ею.

Особое внимание уделялось исследованию радиационной стойкости тяжелой воды и конструкционных материалов. Первоочередной задачей лаборатории было создание экспериментальной базы для проведения нейтронно-физических исследований.

Как отмечал ветеран Лаборатории № 3, крупнейший специалист по расчетам ядерных реакторов на тепловых нейтронах А. П. Рудик, теория реакторов создавалась под руководством И. Я. Померанчука, который с 1943 по 1945 г. работал в Лаборатории № 2.

Под руководством И. Я. Померанчука с самого начала над Урановым проектом работали известные физики-теоретики В. Б. Берестецкий и А. Д. Галанин, а внештатным сотрудником был руководитель теоретического отдела Института физических проблем (ИФП), профессор Л. Д. Ландау. К разработке теории реактора А. И. Алихановым и И. Я. Померанчуком привлекались из других институтов крупнейшие физики-теоретики А. И. Ахиезер, И. И. Гуревич, А. Б. Мигдал, И. Е. Тамм и др. По словам А. П. Рудика, к концу 40-х годов была создана последовательная теория ядерных реакторов, включающая такие вопросы, как замедление нейтронов, резонансное поглощение нейтронов, гетерогенная теория ре-



А. Д. Галанин

акторов, размножение на быстрых нейтронах, проблемы регулирования реакторов с учетом запаздывающих нейтронов и др.

Многие расчеты реакторов и экспериментальные работы на нейтронных спектрометрах и ускорителях проводились под руководством заместителя директора Лаборатории № 3 В. В. Владимирского. Радиохимические работы с тяжелой водой проводили Б. В. Эршлер, Л. Я. Суворов, Р. Л. Сердюк.

Одновременно формировались научные коллективы и технический персонал по всем направлениям деятельности, определенным решением Технического совета Специального комитета от 8 октября 1945 г.

О некоторых свойствах тяжелого водорода и получения D_2O

Как известно, в 1932 г. был открыт стабильный изотоп водорода с мас-

совым числом, в 2 раза большим, чем протий 1H . Тяжелый изотоп называли дейтерием 2H . Из-за большой относительной разницы в массах 2H и 1H различия в свойствах изотопов водорода выражены значительно сильнее, чем у изотопов других элементов.

Два изотопа водорода дают три изотопные формы молекулярного водорода, свойства которых различаются. Сильно различаются и химические свойства соединений дейтерия и протия. В 5 раз медленнее протекает взаимодействие дейтерия с бромом (с получением бромистого водорода). Электролитическое разложение тяжелой воды протекает медленнее в 3–18 раз. В то же время некоторые реакции идут быстрее. Так, синтез аммиака в присутствии паров ртути идет в 10 раз быстрее из тяжелого изотопа водорода, чем из легкого.

Основным источником научно-технической информации в 1941–1944 гг. были материалы разведки. И. В. Курчатов упоминает, что среди документов, полученных через разведку, наряду с материалами по урану-235 и плутонию-239 были и относящиеся к производству тяжелой воды: 6 материалов по ректификации, 4 по электролизу, 5 по общим вопросам разделения изотопов. Хотя из анализа этой информации и был сделан основной вывод, что ядерный реактор в первую очередь должен создаваться с графитовым замедлителем, тяжеловодный реактор был более привлекателен, так как для него вместо 50 т требовалось всего 1–2 т урана.

В настоящее время методы получения D_2O основываются на реакциях изотопного обмена. В равновесных условиях изотопы водорода концентрируются в разных соединениях по-разному. Однако разность кон-

центраций при однократном уравнивании исчезающе мала. Для получения концентрированного тяжелого водорода однократный изотопный эффект умножают в противоточных колоннах в тысячи и десятки тысяч раз. При химическом обменном разделении изотопов водорода обращение потоков (перевод водорода из одной формы в другую) осуществляется химическим, электрохимическим или термическим способом. Различием физических и химических свойств соединений дейтерия и протия пользуются для выделения дейтерия. Основными методами его выделения являются:

двухтемпературный изотопный обмен воды с сероводородом, основанный на различии равновесного распределения дейтерия между водой и сероводородом при разных температурах;

низкотемпературная ректификация жидкого водорода;

электролиз воды для получения кроме основных продуктов (водорода и кислорода) побочного продукта — D_2O ;

ректификация дейтерийсодержащих соединений (вода, аммиак).

С конца 1945 г. побочный продукт D_2O при электролизе воды становится основным. В течение 1946—1947 гг. у нас в стране под руководством Специального комитета и ПГУ работами по получению D_2O занимались все, кого можно было привлечь, включая и немецких ученых, по контракту работавших в НИИ-9 (профессора М. Фольмер, Р. Доппель и др.). Так, на заседании НТС ПГУ от 22 августа 1946 г. докладчиком по изотопному обмену воды с аммиаком был профессор М. Фольмер. В решении НТС НИИ-9 было поручено определить коэффициенты разделения для равновесной изотопной газовой смеси ам-

миака и коэффициент распределения дейтерия между парами аммиака и водно-аммиачной смесью. В решении Технического совета от 29 октября 1945 г. руководителям ПГУ, Химпрома и Госплана поручалось подготовить постановление Совнаркома по обеспечению производства D_2O на Чирчикском электрохимическом комбинате и Московском электролизном заводе, а также по выбору других районов строительства новых заводов для получения D_2O .

До выхода постановления Совнаркома приказом наркома химической промышленности от 19 октября 1945 г. начальнику Главзота и директору Чирчикского электрохимического комбината поручалось на установке № 470 в IV квартале 1945 г. начать наработку D_2O концентрации 1,5—2%. Комбинату было установлено выпустить в октябре 1945 г. 6,75, ноябре 25, декабре 40 кг в пересчете на чистый D_2O . На I квартал 1946 г. устанавливалось задание около 150 кг, а за весь год нужно было получить 1800 кг D_2O .

Кроме Технического совета проблемы получения D_2O и изучения его свойств еженедельно рассматривались на секции № 4 Инженерно-технического совета. Руководителем этой секции был заместитель наркома химической промышленности А. Г. Касаткин (одновременно и заместитель начальника ПГУ). При Специальном комитете была создана еще и комиссия под руководством М. Г. Первухина, в которую входили А. Г. Касаткин, П. Л. Капица, М. И. Корнфельд.

Физические свойства дейтерия идеальны для использования как в ядерных реакторах, так и в термоядерном оружии. Тяжелая вода, или оксид дейтерия, нашла широкое применение в качестве замедлителя нейтронов в

Т а б л и ц а 1. Сравнение физических свойств обычной и тяжелой воды

Свойство	D ₂ O	H ₂ O
Относительная молекулярная масса	20,02948	18,01625
Плотность при 25°C, г/см ³	1,10421	0,99678
Температура:		
кипения, °C	101, 43	100
плавления при 1 атм, °C	3,813	0
Давление пара, мм рт. ст.	20,05	23,75
Вязкость относительная при 25°C	1,232	1,000
Теплоемкость при 25°C, кал/(моль · °C)	20,25	18,17
Теплота испарения при 25°C, ккал/моль	10,85	10,52

ядерных реакторах. По эффективной замедляющей способности D₂O в 170 раз превосходит обычную воду, в 75 бериллий, в 70 раз графит. Дейтерий — один из главных материалов, используемых в термоядерном оружии. Ядра дейтерия, или дейтроны (дейтоны), используются физиками в виде пучка ускоренных частиц при изучении различных ядерных реакций.

Тяжелая вода получила свое название из-за повышенной по сравнению с обыкновенной водой плотности. Впервые тяжелая вода была получена Г. Льюисом и Р. Макдональдом (США) в 1933 г. из природной воды. В СССР D₂O была получена в 1934 г. известным физико-химиком А. И. Бродским. В природных водах и атмосферных осадках в ничтожных количествах содержится как D₂O, так и HDO. При температуре 25°C плотность D₂O выше, чем обычной воды, на 10,8%, а вязкость на 25% (табл. 1). В тяжелой воде замедлены биологические процессы в живых организмах.

Решением НТС ПГУ* от 11 ноября 1946 г. институтам были даны

задания на разработку технических условий и методик анализа D₂O, в частности Физико-химическому институту им. Л. Я. Карпова и Лаборатории № 3. Директора институтов, ответственные за технологию получения D₂O, регулярно отчитывались на НТС ПГУ. Так, в 1946 г. были заслушаны:

12 августа — директор Ленинградского Физико-технического института (ЛФТИ) А. И. Иоффе;

23 сентября — директор Института физических проблем (ИФП) А. П. Александров**.

26 сентября — директор Физико-химического института (ФХИ) им. Л. Я. Карпова Н. М. Жаворонков.

Контроль за работой лабораторий, институтов и предприятий над Урановым проектом был в те годы особенно жестким. В первую очередь его осуществляли Технический и Инженерно-технический советы Специального комитета. Как правило, заседания проходили еженедельно, а время их работы с заслушиванием

*Образован 9 апреля 1946 г. вместо Технического и Инженерно-технического советов Специального комитета.

**А. П. Александров после работы в ЛФТИ с 1946 по 1955 г. был директором ИФП, с 1948 г. одновременно работал заместителем директора ЛИПАН, с 1960 г. — директор ИАЭ им. И. В. Курчатова, с 1975 г. — президент АН СССР.

разработчиков и изготовителей приходилось нередко на самые поздние часы.

17 июня 1946 г. в 22 часа на НТС ПГУ было заслушано сообщение заместителя министра химической промышленности А. Г. Касаткина о выполнении решений и мероприятий по производству тяжелой воды. Анализируя работу опытной установки на Чирчикском электрохимическом комбинате, докладчик отметил, что будет достаточно 10–11 ступеней электролиза, чтобы увеличить концентрацию D_2O с 1,5 до 99,6%. Одним из основных методов получения D_2O в те годы был электролитический. При электролизе воды тяжелая вода разлагается в несколько раз медленнее, чем легкая. Поэтому в электролите по мере его разложения концентрируется D_2O . Концентрация тяжелой воды определяется либо масс-спектрометрическим методом, либо измерением физических свойств.

На заседании секции № 1 НТС (руководитель М. Г. Первухин) 11 апреля 1947 г. слушали директоров ИФП А. П. Александрова и ГИАП А. Я. Рябенко о проектных и изыскательских работах по технологии ректификации водорода. Секция одобрила предложение ИФП о строительстве опытной установки в этом институте мощностью до 100 г D_2O в сутки (для изучения вопросов ректификации водорода). ГИАП предлагал схему получения тяжелого водорода из коксового газа, а также метод комбинированного электролиза воды с ректификацией водорода в сочетании с изотопным обменом вода — водород. Было рекомендовано проектирование промышленной установки мощностью 10 т/год тяжелой воды методом ректификации водорода в комбинации с имеющим-

ся производством электролиза воды. А. П. Александрову и А. Я. Рябенко было также поручено подготовить предложения по строительству производственных установок на ряде заводов, исходя из принципов работы как на чистом водороде, так и на коксовом газе.

12 декабря 1947 г. на НТС секции М. Г. Первухина слушали отчет директора Физико-химического института им. Л. Я. Карпова Н. М. Жаворонкова (эксперты А. П. Александров и Т. Ф. Слепухо) о получении концентрированного D_2O методом дистилляции воды под вакуумом. Была отмечена эффективность этого метода при условии использования отработанного пара низкого давления. Опытные установки сооружались при активном участии и постоянном контроле НИИ-42 Министерства химической промышленности. В Минхимпроме (министр М. Г. Первухин) уже в 1948 г. было организовано первое промышленное производство тяжелой воды. Процессы ее получения требуют больших энергозатрат. D_2O до сих пор является самым дорогостоящим замедлителем нейтронов. По оценкам, расход электроэнергии должен был составить 3–4 тыс. кВт·ч на 1 кг D_2O . Источником дейтерия должен был быть водород, который используется в многотоннажных химических производствах. Исходным сырьем для опытной установки была выбрана азотно-водородная смесь, получаемая для синтеза аммиака. В предложениях секции № 1 НТС «Ядерные реакторы» (председатель М. Г. Первухин) для получения D_2O предлагалось:

спроектировать и построить установку конечного концентрирования D_2O ;

проверить ряд технологических циклов химической промышленнос-

ти для выяснения возможности их кооперирования для извлечения дейтерия;

создать единый научный центр, объединяющий физиков, химиков и инженеров, работающих над получением D_2O , на базе ФХИ им. Л. Я. Карпова;

создать экспериментальный электролизный завод и дооборудовать Московский электролизный завод;

обеспечить эксплуатацию имеющихся ползаводских опытных установок.

Технология получения D_2O была связана с большим риском. Небезинтересно будет узнать читателю (или вспомнить), как директора институтов тогда получали задания на решение отдельных проблем Уранового проекта. Вот как А. П. Александров описывает свое подключение к проблеме получения D_2O : «Получаю приглашение на заседание Спецкомитета. Картина такая: несколько военных, Курчатов, Ванников, Первухин, Малышев, Жданов, Махнев (генерал, который занимался урановой проблемой), Мешик (отвечал за режим, арестован потом по делу Берия). Меня усаживают по одну сторону от Берия, по другую — Махнев. Он докладывает: «Вот, Лаврентий Павлович, товарищ Александров предлагает построить завод по получению дейтерия». Берия меня словно не видит, обращается к Махневу: «А товарищ Александров знает, что опытная установка взорвалась?» «Тот ему: «Да, знает». ... «А товарищ Александров знает, что если завод взорвется, он поедет туда, где Макар телят гоняет?» Не выдерживаю: «Я себе представляю». Поворачивается ко мне: «Подпись свою не снимаете?» — «Нет, не снимаю». Вот в таких условиях подключали тогда к решению Уранового проекта соисполни-

телей из других ведомств и институтов Академии наук СССР.

В последующие годы технология получения D_2O непрерывно совершенствовалась. При получении D_2O концентрации 99,8% (из природной воды) усилиями технологов увеличивались коэффициенты разделения, что приводило к сокращению ступеней электролитического концентрирования. Коэффициент электролитического разделения изотопов водорода зависит от материала и состояния поверхности катода, его потенциала, состава электролита, наличия в нем добавок, плотности и тока, температуры, длительности процесса электролиза и других факторов. Значения этого коэффициента трудно воспроизводимы, они изменяются от 5,8 при $+97^\circ C$ до 17,5 при $-19^\circ C$. В начальный период получения тяжелой воды метод периодического электролитического концентрирования широко использовался. Однако переменный объем электролита и изменение его состава в ходе процесса приводили к усложнению аппаратуры, коррозии оборудования и в итоге — к увеличению расхода электроэнергии на единицу продукции.

Периодичность процесса и необходимость карбонизации электролита для полной отгонки воды приводят к большому расходу химикатов и затратам ручного труда и связаны со значительными механическими потерями тяжелой воды в производстве. Опыт практической работы показал, что если концентрирование тяжелой воды осуществлять при начальной концентрации 3–5%, то достичь 99,8% можно на установке с двумя ступенями конечного концентрирования. Периодические остановки оборудования и последующая подготовка его к работе требуют исполь-



Н. М. Жаворонков – директор Физико-химического института им. Л. Я. Карпова



А. П. Александров – директор Института физических проблем

зования азота для продувки аппаратуры.

Исследовательский тяжеловодный ядерный реактор Лаборатории № 3

Создание первого уран-графитового реактора, разработка и строительство тяжеловодного реактора проходили в основном под контролем секции № 1 НТС ПГУ. В течение 1947 г., когда выполнялся проект этого реактора, секция № 1 НТС неоднократно рассматривала отчеты основных разработчиков проекта. 16 января 1947 г. руководитель Лаборатории № 3 А. И. Алиханов и главный конструктор ОКБ «Гидропресс» Подольского завода тяжелого машиностроения им. Г. К. Орджоникидзе Б. М. Шолкович докладывали о проекте на задании по разработке опытного реактора. В числе поручений секции были:

А. И. Алиханову представить дополнительные физические расчеты, а И. В. Курчатову их рассмотреть и представить на утверждение вместе с проектным заданием;

А. И. Алиханову совместно с заместителями руководителя ПГУ А. П. Завенягиным и П. Я. Антроповым определить максимальную длину урановых стержней, изготовленных на заводе № 12 в г. Электросталь;

Б. М. Шолковичу дополнительно рассмотреть вопрос о предельной мощности опытного реактора в 500 кВт.

На заседания секции № 1 НТС приглашались не только ответственные разработчики, но и руководители ПГУ, министры других отраслей, предприятия и институты которых были ответственными за изготовление оборудования и аппаратуры для создания ядерного реактора в кратчайший срок. 29 мая 1947 г. при рассмотрении состояния проекти-



Б. М. Шолкович – главный конструктор опытного тяжеловодного реактора

рования и изготовления опытного реактора были приняты такие решения:

обязать Б. М. Шолковича совместно с директором Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского котлотурбинного института им. И. И. Ползунова (ЦКТИ) Л. А. Шубенко-Шубиным (Минтяжмаш) осуществить под научным руководством Лаборатории № 3 комплексное проектирование физического дейтонного котла (ФДК);

поручить Подольскому заводу тяжелого машиностроения (директор Б. Г. Хабенский) изготовление ФДК, комплексную поставку реактора в целом и проведение шефмонтажа;

поручить Б. Г. Хабенскому укрепить ОКБ «Гидропресс» и создать на заводе производственный отдел и группу комплектации реактора;

принять к сведению сообщение министра тяжелого машиностроения,

что персональная ответственность за проектирование, изготовление и поставку оборудования по ФДК возложена на заместителя министра Т. Р. Бобырева;

поручить А. И. Алиханову, И. В. Курчатову, Б. С. Позднякову, Б. М. Шолковичу к 10 июня 1947 г. решить вопрос о размещении и внешней защите опытного тяжеловодного реактора.

Мобилизация коллективов ЦКТИ, ОКБ «Гидропресс», Лаборатории № 3, ГСПИ-11 и других соисполнителей, включая Подольский завод тяжелого машиностроения и завод № 12 ПГУ, позволила выполнить проект опытного тяжеловодного реактора уже к концу 1947 г.

Кроме научно-физических исследований на опытном реакторе с самого начала его проектирования предусматривалось получение радиоактивных изотопов. В техническом задании для первого отечественного тяжеловодного реактора была обоснована также необходимость проведения исследований по биологии, радиационной химии и металлофизике.

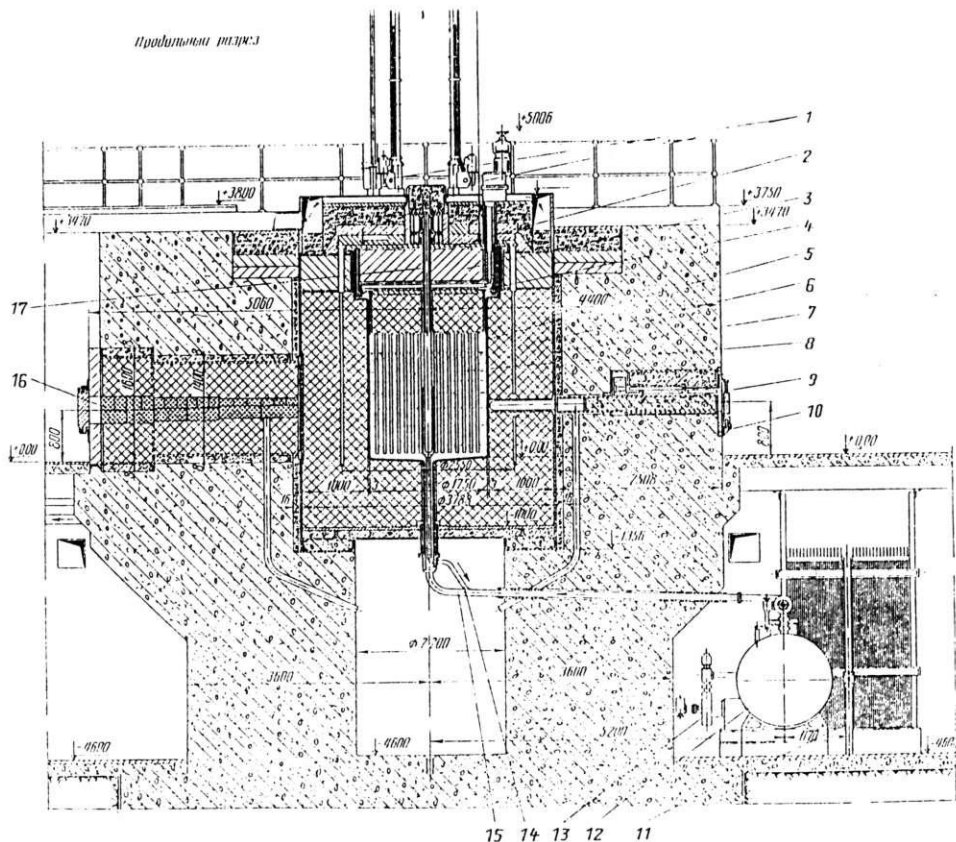
В отличие от построенного в Лаборатории № 2 первого опытного уран-графитового реактора Ф-1 ФДК представлял собой сложную физическую установку со многими конструкционными особенностями и значительным количеством оборудования. Характерной особенностью тяжеловодных реакторов является и то, что в них образуется гремучая смесь, которую необходимо удалять и сжигать. В таких реакторах предъявляются повышенные требования к герметичности контура и проблемам безопасности. Другой особенностью таких реакторов является возможность самопроизвольной цепной реакции (СЦР). Критическая масса

может вызвать СЦР, когда в системе $U - D_2O$ количество урана составляет 1,5–2 т. Поэтому конструкторы и проектировщики, создавая проект реактора, учитывали эти особенности.

Высокая стоимость тяжелой воды делала необходимым сокращение до минимума протечек и потерь этого замедлителя нейтронов, который был одновременно и теплоносителем. Контроль герметичности оборудования (в первом контуре) должен быть особенно надежным. Учитывая, что по образцу ФДК проектировался, а затем был построен промышленный реактор, целесообразно рассмотреть подробнее конструкцию и схему работы реактора, построенного в Лаборатории № 3 (см. рисунок).

Тяжелая вода заливалась в тонкостенный алюминиевый резервуар 5 диаметром 175 см, толщиной стенок и дна 3–3,2 мм, высотой цилиндра 195 см. Дно этого бака устанавливалось на графитовой кладке толщиной 100 см. Боковой графитовый отражатель 6 тоже имел толщину 100 см. Вся графитовая кладка помещалась во внешний герметичный стальной корпус 7, в котором должен был поддерживаться вакуум. В проекте была предусмотрена возможность смены тонкостенного алюминиевого резервуара. Урановые стержни 8 подвешивались на вращающейся верхней плите 4, над которой располагалась свинцовая защитная крышка 3 с четырьмя щелевыми затворами. Выше свинцовой защиты находилась герметичная плита 2 из нержавеющей стали с четырьмя щелевыми уплотнениями для смены стержней. Такая конструкция плиты и затворов позволяла при их открытии и повороте вращающейся плиты подвести любой урановый стержень под щель и произвести его замену без

разборки верхней защиты реактора. В плите имелось большое количество дополнительных отверстий, позволяющих менять шаг решетки урановых стержней. Через напорную трубу 15 D_2O подавалась в реактор снизу и сливалась в верхней части реактора. Сливная труба 14 опускалась по оси реактора и далее шла внутри напорной трубы. Затем вода поступала через циркуляционные насосы 13 в теплообменник 11 и возвращалась в реактор по напорной трубе. Скорость принудительной циркуляции D_2O в контуре была небольшой, поэтому мощность реактора определялась возможностью естественной конвекции и номинальная мощность равнялась 500 кВт. Циркуляционные насосы были рассчитаны на производительность 25 м³/ч. Утечки тяжелой воды через насосы не превышали 10 г/сут. Для хранения D_2O был установлен запасной резервуар 12. В реакторе над тяжелой водой находился гелий, его циркуляция осуществлялась газодувками. Гелий уносил образующуюся в реакторе гремучую смесь вместе с парами тяжелой воды, которые осаждались в конденсаторе, а гремучая смесь сжигалась в контактном аппарате на палладиевом катализаторе. Для ручного и автоматического регулирования мощности реактора были использованы четыре кадмиевых стержня. Моторные приводы 1, сельсины – датчики регуляторов – были смонтированы снаружи реактора. Боковая защита реактора 10 имела толщину бетона 2,5 м. Через горизонтальные каналы 9 выводились пучки нейтронов и γ -излучения для проведения исследований. Три канала были продолжены через графитовый отражатель до бака реактора. Для вывода пучка нейтронов из центра реактора был смонтирован вертикальный глухой канал 17 диа-



Тяжеловодный ядерный реактор Лаборатории № 3

метром 9 см. В центре боковой защиты была размещена горизонтальная графитовая колонна 16 размерами 1,4x1,4 м, что достаточно для проведения большого количества исследований. Реактор был снабжен всеми системами контроля расхода D_2O и газа, уровня заполнения замедлителя, измерения температуры и давления. Все сосуды и трубопроводы были испытаны на вакуумную плотность. Особое внимание уделялось измерению концентрации гремучей смеси в газе. При необходимости ремонтных работ была предусмотрена осушка контура. Вакуумные насосы позволяли вымораживать пары тяжелой воды в ловушках с жидким азотом.

На территории Лаборатории № 3 в течение 1948 г. было построено здание реактора и закончен основной монтаж оборудования. Реактор был введен в строй в апреле 1949 г. На ФДК отрабатывались схема и конструкция первого промышленного тяжеловодного реактора, который предстояло построить на Южном Урале (Комбинат № 817).

Для выбора оптимальной схемы загрузки в опытном реакторе использовались урановые стержни диаметром 2,2 и 2,8 см с оболочкой из алюминия толщиной 0,1 см. Длина урановых стержней была соответственно 162,5 и 160 см. Шаг размещения урановых стержней в D_2O изменялся от 6,3 до 16,26 см. Число

урановых стержней, образующих критический объем для разных шагов решетки, изменяется более чем в 3 раза. Минимальная критическая масса — 86 стержней диаметром 28 мм при шаге решетки 16,26 см и 107 стержней диаметром 22 мм при шаге решетки 12,7 см — составляет не более 1,5 т урана вместо 46 т для опытного уран-графитового реактора.

Для промышленного тяжеловодного реактора диаметр урановых блоков был принят равным 22 мм. Полученные экспериментальные данные о размерах активной зоны реактора практически полностью подтвердили расчеты Лаборатории № 3, доложенные А. И. Алихановым на НТС ПГУ еще 13 мая 1946 г. В его выступлении отмечалось, что для физического осуществления тяжеловодного реактора необходимо иметь 4 т тяжелой воды, 2,5 т изделий из металлического урана, 50 т графита, частично используемого в качестве отражателя нейтронов. В опытном реакторе предполагалось иметь диаметр корпуса около 2 м, а высоту — около 2,3 м. С учетом отражателя эти размеры соответственно будут 3,3 и 4 м, а с биологической защитой — 9 и 5 м.

Отмечая преимущества тяжеловодных реакторов по сравнению с уран-графитовыми, А. И. Алиханов в докладной записке НТС ПГУ писал: «Промышленная установка требует для ее осуществления при разных конструкциях котла разное количество урана, но практически не более 10 т в отличие от графитового котла, где требуется 150 т. Следует здесь отметить еще одно достоинство D_2O как замедлителя. Оно заключается в том, что замедлитель в данном случае — жидкость, притом издавна применяемая в энергетике». Предполагалось, что утечка нейтронов из реактора составит примерно 14%. Поэто-

му, чтобы не было непроизводительного выжигания урана-235, А. И. Алиханов предлагал окружить реактор «ториевым чехлом»: «20 или 30 т тория в виде окиси или металла поглотит 80—90% этих убегающих нейтронов и даст около 2—3 г урана-233 в сутки. Плутония же при мощности реактора примерно 30 МВт в сутки будет набираться 25-30 г». В докладе также отмечалось, что мощность реактора определялась лишь на основании грубых оценок и могла быть уточнена после выполнения всего проекта создания промышленного реактора.

Экспериментальный же реактор Лаборатории № 3 в дальнейшем был реконструирован. Под научным руководством ИТЭФ были разработаны проекты тяжеловодных реакторов ТВР-С мощностью 10 МВт, которые с помощью СССР были сооружены в 1959 г. в Китае и Югославии. В ИТЭФ реактор стал основной экспериментальной базой для проведения исследований по ядерной физике, физике твердого тела и физике ядерных реакторов.

ИТЭФ с его экспериментальным реактором явился родоначальником целого ряда работ, которые ведутся во многих научных центрах мира. Нельзя не отметить работы с пучками резонансных и ультрахолодных нейтронов. Начиная с 1960 г. в институте были разработаны и опробованы нейтронные прерыватели с роторами, подвешенными в магнитном поле. Роторы помещались в вакуумированные кожухи и синхронно вращались без трения. Такой нейтронный прерыватель, используя метод времени пролета нейтрона, позволял измерять сечение взаимодействия нейтронов с различными ядрами в зависимости от энергии нейтронов. Идея создания таких нейтронных

прерывателей принадлежала В. В. Владимировскому и была осуществлена в институте группой С. М. Калебина. Разработанный в ИТЭФ 4-роторный нейтронный прерыватель был установлен на уникальном реакторе СМ-2 в г. Дмитровграде (Научно-исследовательский институт ядерных реакторов). Плотность нейтронного потока достигла $5 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Все это позволило иметь в стране своеобразную «фабрику» нейтронных эффективных сечений. Кроме фундаментальных исследований на опытном реакторе ИТЭФ проводились прикладные работы. В течение длительного времени на реакторе нарабатывались различные радиоактивные нуклиды. В 1987 г. реактор ИТЭФ был остановлен после почти 40 лет работы.

Первый промышленный тяжеловодный ядерный реактор ОК-180

До начала пуска в Лаборатории № 3 опытного тяжеловодного реактора правительство постановлением от 6 апреля 1948 г. (№ 1127-462) поручило Минтяжмашу разработку технического проекта конструкции промышленного реактора (ПДК). Намечалось тогда, что проект реактора будут разрабатывать Центральный котлотурбинный институт в Ленинграде и КБ Котлостроительного завода в Подольске. Руководитель этого КБ (впоследствии ОКБ «Гидропресс») Б. М. Шолкович уже имел опыт разработки не только опытного тяжеловодного реактора, но и уран-графитового реактора с горизонтальной схемой размещения технологических каналов. Поэтому в результате интенсивной работы к концу 1948 г. Б. М. Шолкович подготовил проект конструкции тяжеловодного реактора, который должен был стро-

иться в Челябинске-40 на Комбинате № 817. Технический проект в январе 1949 г. был представлен научному руководителю А. И. Алиханову для рассмотрения и последующего утверждения. В проекте не было достаточного экспериментального обоснования работы отдельных видов оборудования из-за отсутствия, как отмечал Б. М. Шолкович, необходимых испытательных стендов в ОКБ «Гидропресс».

Научный руководитель разработки тяжеловодных реакторов А. И. Алиханов отказался утвердить проект реактора и обратился к директору завода № 92 А. С. Еляну с предложением согласиться, чтобы его ОКБ в Горьком разработало конструкцию промышленного тяжеловодного реактора. Согласие было получено, и в феврале 1949 г. новое техническое задание Лабораторией № 3 было направлено в ОКБ завода № 92. В ТЗ были учтены проработки ОКБ «Гидропресс». Постановлением правительства от 26 марта 1949 г. (№ 1253-444) разработка проекта реактора была поручена заводу № 92 (главный конструктор ОКБ А. И. Савин, а его заместитель В. Н. Солонов). На заводе № 92 было изготовлено 14 опытных стендов, проведен ряд испытаний. В августе 1949 г. технический проект реактора был закончен. Корректировка проекта по результатам стендовых испытаний велась до декабря 1950 г. Одновременно выпускались рабочие чертежи.

Площадка для строительства тяжеловодного промышленного реактора ОК-180* на Комбинате № 817

*До 1954 г. ядерные реакторы и другие изделия завода № 92 в г. Горьком имели индекс ЛБ (Лаврентий Берия). Позже индекс был изменен на ОК (особая конструкция). Данный реактор проектировался и строился еще как ЛБ-180.

была выбрана осенью 1948 г. Земляные работы начались летом 1949 г. до окончательного утверждения технического проекта. Кооперация участников создания реактора включала десятки институтов и заводов. Как отмечают ветераны Лаборатории № 3, только при создании проекта изготовления урановых блоков для реактора ОК-180 было привлечено 56 организаций, в том числе 16 НИИ. В Лаборатории № 3 основные работы по урановым, ториевым и холостым (из алюминия) блокам велись в основном под руководством С. Я. Никитина и П. А. Петрова, а все другие работы по проекту реактора проводились А. Д. Галаниным, А. П. Рудиком, Н. А. Бурговым, Б. З. Торлиным, Б. В. Эршлером и многими другими под руководством А. И. Алиханова и В. В. Владимировского. В ОКБ завода № 92 весной 1950 г. был закончен монтаж полномасштабного стенда на 38 технологических каналов (ТК). В натурную величину была сделана модель корпуса и напорная камера, из которой (снизу реактора) тяжелая вода поступала в бак (корпус) для охлаждения урановых блоков, размещаемых в технологических трубах — каналах из алюминиевых сплавов. Скорость D_2O в ТК для охлаждения урановых блоков составляла несколько метров в секунду, а в межтрубном пространстве тяжеловодный замедлитель имел малую циркуляцию.

На стенде в ОКБ завода № 92 отработывался метод разгрузки урановых блоков из технологических каналов. Было установлено, что при отключении циркуляционных насосов в напорном патрубке может произойти скопление урановых блоков, т.е. разгрузочный тракт может забиться. Если разгрузить блоки сразу из четырех ТК, то специальная схема

их размывки не осуществит, и их передачи в разгружаемую емкость не произойдет. Представитель ГСПИ-11 (головной проектный институт) В. Ф. Кобарев предложил усовершенствовать систему размывки разгружаемых блоков. Его схема, как было показано на стенде, позволяла размывать — освободить «завал» — даже от 16 ТК. Опыты проводились на холостых блоках из алюминия. Схема разгрузки требовала тщательной отработки, так как остаточное энерговыделение в урановых блоках, разгружаемых из реакторов на тяжелой воде, в 6–10 раз выше, чем в блоках уран-графитовых реакторов. Поэтому их скопление в разгрузочном тракте при недостаточном охлаждении может привести не только к перегреву, но даже и к расплавлению и прожигу разгрузочного тракта, т.е. к очень серьезной аварии. Следует помнить, что при разработке технического задания на проект реактора ОК-180 было вначале два варианта охлаждения урановых блоков.

Первый вариант предусматривал охлаждение обычной водой. Считалось, что охлаждать обычной водой урановые блоки, размещенные в алюминиевых трубах, много проще и не будет проблем с их разгрузкой. При этом за счет теплоносителя (H_2O) будет экономиться потребность в тяжелой воде. Этот вариант был основным, и проектное задание было поручено разрабатывать Ф. И. Рылину.

Второй вариант предусматривал охлаждение урановых блоков тяжелой водой, что увеличивало потребность в тяжелой воде, но не требовало, как в первом варианте, недопустимости протечек H_2O в D_2O . Сложность второго варианта заключалась в том, что при разгрузке урановых блоков и передаче их в бассейны

выдержки с обычной водой нельзя допускать потерь D_2O , т.е. попадания в обычную воду. Ответственным за разработку второго варианта от ГСПИ-11 был Н. Н. Кондрацкий.

Сотрудники ГСПИ-11 Г. Н. Караваев и М. М. Кутаков вместе с Н. Н. Кондрацким предложили разгрузку урановых блоков осуществлять гидротранспортом, работающим на тяжелой воде. В отличие от опытного тяжеловодного реактора в промышленном реакторе под активной зоной находится напорная камера, из которой (снизу) D_2O поступает в ТК и охлаждает урановые блоки. Указанные сотрудники ГСПИ-11 предложили в конце трубы ТК ниже урановых блоков (диаметр которых был выбран 22 мм, а длина 75 мм) установить длинный опорный холостой блок, что позволяло, приподняв ТК, провалиться в камеру сначала длинному, а затем и урановым блокам. Выпавшие из каналов блоки через нижнюю горловину напорной камеры попадали в подъемную трубу транспортной системы. В верхней части подъемной трубы тяжелая вода с урановыми блоками проходит через специальную отбойную решетку и по сливной трубе возвращается в контур тяжелой воды. Урановые же блоки с решетки попадают в транспортную трубу, а затем в бассейн с обычной водой. При последней операции урановые блоки осушаются (обдуваются) встречным потоком гелия и пары D_2O не смешиваются с обычной водой.

Оба варианта охлаждения реактора и разгрузки были 24 мая 1948 г. рассмотрены на заседании НТС ПГУ. Одобрен был второй вариант, и Н. Н. Кондрацкий был назначен главным инженером проекта. Общее научное руководство всем проектом реактора от ГСПИ-11 и Лаборатории

№ 3 осуществляли А. И. Алиханов, В. А. Владимирский, И. Д. Дмитриев, С. А. Гаврилов. По отдельным системам руководство осуществляли: С. Я. Никитин и А. В. Зинченко — системы регулирования мощности реактора и аварийной защиты; Н. А. Бургов — радиационная защита; Б. В. Эршлер — коррозия и физико-химические процессы; П. А. Петров — измерительные приборы теплового контроля. Теплотехнические расчеты и выбор загрузки урановых, ториевых и холостых блоков, как отмечали ветераны Лаборатории № 3, также осуществлял П. А. Петров — автор известной монографии* о ядерных реакторах, изданной в 1958 г. В разработке проекта от ГСПИ-11 и Лаборатории № 3 принимали участие многие научные сотрудники и инженеры.

Постановлением Совета Министров от 26 марта 1949 г. (№ 1253-444) кроме разработки технического проекта реактора на завод № 92 было возложено и изготовление всего оборудования реактора. Кроме директора завода № 92 и начальника ОКБ А. С. Еяна, который был главным организатором работ по изготовлению основных стэндов и оборудования, руководителями конструкторских работ по реактору ОК-180 были главный конструктор А. И. Савин, заместитель главного конструктора В. Н. Солонов, начальники лабораторий В. В. Коганов и Н. Н. Николаев, а также старший инженер А. И. Макаров.

На стендах ОКБ завода № 92 доработали систему гидросепарации. Было установлено, что продувка транспортной трубы навстречу падающим (разгруженным из ТК)

*П. А. Петров. Ядерные энергетические установки. М.: Госэнергоиздат, 1959.

урановым блокам приводила к переносу значительного количества H_2O в систему реактора, заполненного тяжелой водой. Поэтому от такой продувки гелием пришлось отказаться. Были отработаны две решетки, куда гидросепаратором выносились тяжелые — урановые — блоки (на нижнюю решетку) и легкие — холостые — блоки из алюминия (на более высокую вторую решетку). В ОКБ было проведено 1800 опытов, и при этом на стенде было разделено 225,6 тысячи блоков и лишь три урановых блока попали в холостые.

Не только ОКБ завода № 92 в Горьком проводило испытания и отработывало системы контроля и оборудование для реактора ОК-180. Испытания проводили также ОКБ-12 (С. А. Франкштейн) — макеты системы управления защитой (оно и было разработчиком этой системы); Невский машиностроительный завод (М. А. Агре) — гелиевые газодувки, которые и изготавливались на указанном заводе; ПКБ-12 треста «Теплоконтроль» (В. К. Дмитриев) — все измерительные приборы.

Специально была создана по предложению А. И. Алиханова Комиссия по коррозии. В нее входили Р. С. Амбарцумян (ВИАМ), Г. В. Акимов и Н. Д. Томашев (ИФХАН) и Б. В. Эршлер (ТТЛ)*. С учетом рекомендации Комиссии было решено не делать анодирование корпуса реактора и напорной камеры. Основными сплавами, из которых они изготавливались, были алюминиевые сплавы САВ и АВ. Из алюминиевого сплава были изготовлены и теплообменники. Кроме контура тяжелой воды проект предусматривал наличие второго контура, заполненного дистиллятом.

Требования к герметичности работы контуров с теплообменниками были исключительными. Реакторы на D_2O были первыми отечественными реакторами, имеющими теплообменники. Их главным конструктором был Б. М. Шолкович (ОКБ «Гидропресс» в Подольске).

Усилиями большого количества коллективов, ответственных за изготовление и поставку оборудования, строители и монтажники, работающие на Комбинате № 817, смогли в середине 1950 г. начать работы по монтажу реактора ОК-180 и всех его многочисленных систем.

Пусконаладочные работы и начальный период эксплуатации реактора

Основной монтаж оборудования реактора начался в 1950 г. В течение 1950–1951 гг. рабочим местом многих сотрудников ТТЛ, работников ОКБ завода № 92, ОКБ «Гидропресс», как и разработчиков, и изготовителей оборудования от других заводов и конструкторских организаций, становится строительная площадка тяжеловодного реактора**. Местом постоянного жительства научного руководителя тяжеловодных реакторов становится Челябинск-40.

Практически с конца 1950 г. академик А. И. Алиханов постоянно работает на объекте, обеспечивая вместе с Б. Г. Музруковым, Г. В. Мишенковым и другими руководителями Комбината контроль монтажных и пусконаладочных работ на реакторе. Как вспоминают ветераны завода № 37 (Б. В. Горобец, Б. А. Кудрявцев и др.), очень часто академика можно

*ТТЛ — теплотехническая лаборатория, ранее Лаборатория № 3, затем ИГЭФ.
**Реактор тогда называли семеркой (№ 7), а объект — заводом № 3. Впоследствии после ввода другого тяжеловодного реактора объект стал называться заводом № 37.

было видеть в центральном реакторном зале и на других монтажных площадках. Его ближайшие помощники на ТТЛ непосредственно участвовали в наладке различных систем управления работой реактора и подготовке его к пуску.

Перед началом пусконаладочных работ сотрудниками ТТЛ были подготовлены все необходимые инструкции по обслуживанию сложных систем реактора. Эксплуатационному персоналу реактора был прочитан курс лекций, включающий вопросы физики реактора и обеспечения его безопасной работы. Кроме работников ТТЛ (В. В. Владимирский, Н. А. Бургов и др.) лекции читали конструкторы ОКБ завода № 92, ГСПИ-11, сотрудники ОКБ-12 по системам управления, а также специалисты из других организаций-разработчиков основного оборудования. Экзамены у персонала, обеспечивающего работу реактора, принимала специальная комиссия с обязательным участием научного руководителя или его заместителя. Не всех допускали к работам по обслуживанию реактора.

При пусконаладочных работах первый контур вместо Д.О. был заполнен дистиллятом, а ТК загружены урановыми и холостыми блоками. Проводилась наладка всех систем работы реактора, в том числе разгрузка блоков из ТК и работа разгрузочной петли. При нагреве системы до 70°C проверялась тепловая компенсация технологического тракта. Для руководства пуско-наладочными работами на реакторе в каждой из смен было организовано дежурство научных руководителей. Ими были А. И. Алиханов, В. В. Владимирский, Н. А. Бургов, С. А. Гаврилов, А. В. Зинченко, С. Я. Никитин, П. А. Петров. Начальником объекта

был назначен А. А. Тарасов, а главным инженером — один из ведущих сотрудников ОКБ «Гидропресс» И. Д. Дмитриев. Первыми начальниками смен реактора ОК-180 работали Д. С. Юрченко*, Г. С. Цветков, А. Е. Тимофеев, Я. А. Смычков и К. Н. Карих.

Руководителями основных технических служб работали: В. П. Григорьев — главный механик; В. Т. Юсов — отделение вакуумной техники; И. В. Морозов, В. И. Сурков — служба главного энергетика; А. Ф. Попов, Е. И. Лахтиков, А. Мукин — службы КИПиА; М. И. Циплухин — служба дистилляционных регенерационных установок; О. С. Ларина — отделение загрузки и разгрузки реактора; Я. П. Киселев, Т. В. Ордеровская — служба дозиметрии; Л. А. Шуваев — группа учета работы реактора.

В службе главного механика сменными инженерами работали Б. В. Горобец**, Б. А. Кудрявцев, А. Ф. Грушанин, А. Ф. Кичаев, Н. И. Дудченко и единственная женщина Симбика Ахмед-Шакирова. Ответственными за управление реактора — старшими инженерами управления — работали З. А. Васильева, В. Ф. Минько, Р. А. Рутенко, В. И. Иващенко, А. М. Кудрявцева. Впоследствии (с 1952 г.) в службе управления работали Г. А. Васильев и

*Д. С. Юрченко впоследствии работал директором объекта 37, директором Института атомных реакторов в Дмитровграде, заместителем главного инженера на Комбинате № 816, а с 1969 по 1989 г. возглавлял Мангышлакский энергокомбинат в Казахстане, где был построен реактор на быстрых нейтронах (БН-350).

**С 1954 по 1978 г. работал сначала начальником цеха, а затем главным инженером Приборостроительного завода в Златоусте-36. С 1978 г. работал в Минсредмаше заместителем главного инженера, а с 1991 г. — начальником 6-го Главного управления Минсредмаша, в настоящее время — советник министра.

В. Ф. Гусев*. Выпускниками специальных факультетов вузов крупных городов укомплектовывались и все другие службы реактора ОК-180, а также других реакторов, строящихся на Комбинате.

Для проведения физических исследований в конструкции реактора был предусмотрен специальный горизонтальный канал. Уникальный пучок нейтронов этого канала с относительно большим пролетным расстоянием интенсивно использовался учеными ТТЛ для измерения (с высокой точностью) эффективных сечений взаимодействия нейтронов с различными материалами. На пучке нейтронов был установлен разработанный в ТТЛ под руководством В. В. Владимирского нейтронный спектрометр с механическим прерывателем. Параметры (плотность) нейтронов на этом пучке были тогда самыми высокими в стране. Сначала с пучком нейтронов работали сотрудники ТТЛ под руководством В. В. Владимирского — Н. А. Бургов, В. В. Соколовский, И. А. Радкевич и др. Впоследствии на этом спектрометре проводили исследования сотрудники Лаборатории № 5** ЦЗЛ Комбината Г. М. Драбкин, В. Н. Нефедов, Л. Г. Степанова, Б. М. Долишнюк, В. И. Орлов и др. Работам на нейтронном пучке большое значение придавал И. В. Курчатов. Посещая Комбинат, он регулярно в своем кабинете в ЦЗЛ собирал участников работ на нейтронном пучке, обсуждая полученные результаты как по

измерению сечений взаимодействия нейтронов с ядрами различных элементов, так и по исследованиям в области изучения ядерной изомерии***.

Первая неприятность при проведении пусконаладочных работ была выявлена при обкатке второго контура, заполняемого дистиллятом. В теплообменниках были обнаружены протечки озерной воды. Это происходило из-за вибрации отдельных труб теплообменников при большой скорости воды. Главным конструктором теплообменников (ОКБ «Гидропресс») часть труб была удалена. После проверки на дистилляте работы оборудования первого контура и ликвидации протечек жидкости дистиллят был слит. Перед заполнением реактора тяжелой водой контур был промыт и осушен заливкой в него двух цистерн чистейшего (технического) спирта****.

При наличии в технологических каналах урановых блоков постепенной заливкой тяжелой воды в контур при соответствующем контроле умножения нейтронов доводили реактор до критического состояния.

Эти работы по достижению критической массы проводились под руководством В. В. Владимирского, А. Д. Галанина и Н. А. Бургова*****. Всего в контуре при работавшем реакторе находилось около 30 т тяже-

*** Авторами открытия ядерной изомерии у искусственно радиоактивного брома-80 были И. В. Курчатов, Л. И. Русинов, Л. В. Мысовский, Б. В. Курчатов (1935 г.). Изотопы имеют одинаковый заряд и массовое число с основным радионуклидом, но отличаются радиоактивными свойствами.

**** Спирт после использования был слит в р. Теча, рядом с которой у озера Кызыл-Таш (на расстоянии около 200 м) и был построен реактор ОК-180.

***** После отъезда А. И. Алиханова длительное время на Комбинате функции научного руководителя реактора ОК-180 выполнял Н. А. Бургов.

* Выпускник Ленинградского электротехнического института, впоследствии работал директором основного завода Комбината с тремя типами ядерных реакторов (U — D₂O, U — графит и U — H₂O).

** Руководителем Лаборатории № 5 работал А. К. Круглов — впоследствии (с 1970 по 1991 г.) начальник Научно-технического управления Минсредмаша.



Н. А. Бурков

лой воды. Опыт, полученный при эксплуатации исследовательского реактора ТТЛ, позволил обеспечить эксплуатацию промышленного реактора.

Заливка тяжелой воды в первый контур проводилась вручную из баков емкостью 10 л через крышку реактора. В активной зоне реактора во все ТК было загружено 15 т урановых блоков. Каналы же под загрузку тория были пустыми. Перед выводом реактора на мощность весь первый контур заполняли гелием для деаэрации тяжелой воды. 17 октября 1951 г. был начат подъем мощности, и через несколько дней реактор был выведен на мощность до 100 МВт.

Как уже отмечалось, активная зона реактора была загружена урановыми блоками диаметром 22 и высотой 75 мм, очехлованными оболочкой из алюминия. В указанных блоках оболочка имела через подслон диффузионное сцепление с урановым сердечником. Над технологией сцепления

работали ученые двух институтов: Всесоюзного института авиационного машиностроения (ВИАМ, Москва, Р. С. Амбарцумян) и НИИ-13 (Ленинград, П. П. Пытляк). Р. С. Амбарцумяном предлагалось между оболочкой и сердечником иметь фосфатный подслон, а П. П. Пытляком — осуществлять сцепление через подслон никеля толщиной 2–3 микрона.

На заводе № 12 в Электростали было изготовлено по 100 блоков, и после испытаний предпочтение было отдано технологии П. П. Пытляка. Контроль плотности прилегания оболочки к урановому сердечнику был разработан членом-корреспондентом АН СССР С. Я. Соколовым* (ЛЭТИ им. В. И. Ульянова) и инженером Б. С. Кроповым (НИИ-13).

На заводе № 12 урановые заготовки диаметром 70 и длиной 400 мм получали путем отливки. Сначала применяли графитовые изложницы, а затем перешли на стальные. Отливки в электропечах нагревались до 900°C, а затем прокатывались до диаметра 40 мм и охлаждались в воде. Полученные урановые стержни разрезались и подвергались прессовке при 600–625°C до диаметра 22,5 мм. После этого урановые блоки обтачивались и поступали на очехловку.

В работающем реакторе выгорание урана было ограничено значением 160 МВт · сут/т, а накопление плутония составляло около 180 г/т. При этом среднее количество продуктов деления в тонне урана не превышало 200 г/т.

*В 1937 г. создал первый ультразвуковой дефектоскоп. За его создание и усовершенствование в 1942 и 1951 гг. С. Я. Соколову были присуждены Сталинские премии. С 1946 г. — декан факультета № 5 ЛЭТИ, выпускники которого работали в Челябинске-40, Арзамасе-16, Свердловске-45 и др.

Аварийные ситуации при работе реактора начались сразу же в первый месяц работы реактора на мощности. В ноябре 1951 г. при сильном понижении температуры воды в озере Кызыл-Таш ($0 < t < 3^{\circ}\text{C}$) температура D_2O в теплообменниках достигла значений, меньших $3,8^{\circ}\text{C}$, т.е. ниже температуры замерзания тяжелой воды. Циркуляция D_2O в реакторе прекратилась. Немедленно остановили реактор, и мощность «заглушили». Однако из-за остаточного энерговыделения урановых блоков и отсутствия циркуляции тяжелая вода в технологических каналах начала кипеть. Об этой аварии и других сложностях эксплуатации реактора ОК-180 можно судить из довольно красочного сообщения Е. П. Славского, содержание которого приведено в его беседе с А. П. Александровым и адмиралом флота В. Н. Чернавным*.

После отладки работы реактора и вывода его на проектную мощность А. И. Алиханов с сотрудниками ТТЛ устроил перед отъездом в Москву прощальный вечер. В это время Е. П. Славский, работавший с 1949 г. заместителем начальника ПГУ, находясь на Комбинате и узнав, что на реакторе произошло прекращение циркуляции тяжелой воды, обратился к ним:

«Ну, братцы, садись в автобус и поехали... Алиханов, экспансивный такой, сначала не верил, что заморозило. Кричит: «Не может быть!» Я: «Что не может быть? Циркуляция воды-то не идет!»... А у нас ворота чугунные автоматические, за ними два теплообменника — большие такие цилиндры. Я говорю: «Пойдем туда посмотрим» Они: «Да что пойдем, там же радиоактивность!» Ниче-

го. Открываю, захожу, кладу руку — холодный теплообменник. Должен быть горячим: «А ну, подходите!» И только тут поняли, что произошло».

Во избежание замораживания D_2O в теплообменнике тогда сразу же было принято решение не допускать в контуре дистиллята температуру ниже 8°C .

Это была фактически не авария, а аварийная ситуация, которая указала на сложность эксплуатации тяжело-водного реактора. Температурные напряжения, возникающие при остановке реактора (особенно при сбросе аварийной защиты) или при быстром подъеме мощности, были выше допустимых. Поэтому были введены ограничения по скорости подъема и сброса мощности. Недолго работали теплообменники, изготовленные из алюминия. Вскоре они были заменены, и материалом новых теплообменников стала нержавеющая сталь.

Самая серьезная авария произошла на реакторе ОК-180 в системе разгрузки реактора, которая тщательно отработывалась на стендах в ОКБ завода № 92. В реакторе создалась ситуация, когда разгружаемые из нескольких технологических каналов урановые блочки с плановой наработкой плутония застряли в системе разгрузочной петли — в гидротранспорте. Скопление значительного количества блоков при большом остаточном тепловыделении в них привело не только к перегреву, но и к расплавлению самих блоков, прогару элементов гидротранспорта и выводу из строя всей системы разгрузки реактора.

В результате разработанных мероприятий по ликвидации этой радиационно опасной аварии, исполнение которых осуществлялось под руководством заместителя начальника ПГУ Е. П. Славского, начальника

*В летописи отечества. Реактор для подлодки// Красная Звезда. 1989. 21 окт.

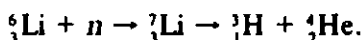
Управления А. Д. Зверева и дирекции Комбината, только после длительной остановки реактор был подготовлен к эксплуатации.

Принцип разгрузки реактора был изменен, и теперь приходилось в завалцованных технологических каналах урановые блоки, имеющие большое остаточное энерговыделение, извлекать через верх реактора в центральный зал, а затем передавать в бассейн выдержки для хранения и подготовки к их отправке на радиохимическую переработку. Эти операции проводились дистанционно из-за высокой радиации.

Реактор работал в различных режимах. Сначала при загрузке природного урана на нем в основном нарабатывался плутоний, затем с 1954 г. при переходе на загрузку урановых блоков с обогащением урана-235, равным 2%, в активную зону загружали торий для наработки урана-233*.

Как ранее отмечалось, небольшая часть технологических каналов загрузалась блоками из тория и в начальный период при работе реактора ОК-180 в режиме для наработки плутония. Могли загружаться также отдельные каналы и для наработки других нуклидов, например кобальта-60, фосфора-32. Это делалось в ограниченном масштабе, так как реактор, работающий на природном уране, имел очень небольшой избыточный коэффициент размножения вторичных нейтронов и их хватало в основном только на поддержание цепной ядерной реакции. С переходом же на загрузку ураном более высокого обогащения (ураном-235) количество урана-238, из которого образуется плутоний-239, резко уменьшается, а

избыточный коэффициент размножения используется для загрузки поглощающих нейтроны мишеней, в которых может нарабатываться не только уран-233 (из тория-232), но и тритий (из лития-6) по реакции:



Реактор ОК-180 был на заводе № 37 не единственным. Он был остановлен в 1956 г. и «захоронен» в своей шахте. Конструкторы ОКБ завода № 92 уже в 1953 г. в здании 401а начали разработку другого тяжеловодного реактора — ОК-190, который был пущен 27.12.55 г. Реактор работал 10 лет и был остановлен 8 ноября 1965 г. В дальнейшем усилиями эксплуатационного персонала завода № 37 и различных служб Комбината № 817 с привлечением Научно-исследовательского института монтажной технологии (НИКИМТ, директор Ю. Ф. Юрченко) Минсредмаша был демонтирован**. После его демонтажа в этом здании был построен практически другой реактор — ОК-190м. Он работал с апреля 1966 г. Этот реактор проработал 20 лет и, как отмечается в публикации директора ПО «Маяк» В. И. Фетисова***, был остановлен в 1986 г. На заводе № 37 в зданиях 401 и 401а директорами после А. А. Тарасова работали Д. С. Юрченко, Г. С. Цветков, С. А. Аникин, а затем В. Ф. Гусев.

На этом заводе впоследствии были построены реакторы другого типа, обеспечивающие более надежную их эксплуатацию. 16 июня 1979 г. в зда-

**Опыт демонтажа ядерных реакторов / Б. А. Пятунин и др. // Атомная энергия. 1989. Т. 69. Вып. 3.

***До В. И. Фетисова директорами Комбината № 817 (ПО «Маяк») работали Б. В. Бродович, Н. Н. Семенов, Г. В. Мищенко, М. А. Демьянович, А. И. Чуринов, Б. Г. Музруков, Е. П. Славский, П. Т. Быстров.

*По реакции



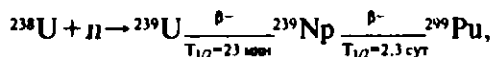
нии 401 был пущен реактор «Руслан», а в здании 401а в мае 1988 г. — реактор «Людмила».

На основании проводимой на Комбинате работы по упорядочению управления с 1 января 1971 г. завод № 37 был объединен с заводом № 24, где были построены уран-графитовые реакторы АВ-1 и АВ-2. Директорами объединенного завода № 23 работали Л. В. Кириллов, В. Ф. Гусев, а в настоящее время руководит этим реакторным заводом В. И. Садовников.

О некоторых преимуществах тяжеловодных реакторов для наработки радиоактивных нуклидов и развития ядерной энергетики

Как уже отмечалось, тяжеловодные реакторы имеют исходную загрузку урана почти в 10 раз меньшую, чем уран-графитовые реакторы. При одинаковой мощности в топливе тяжеловодного реактора во столько же раз более интенсивно происходит выгорание урана-235 и накопление плутония-239.

При одинаковых требованиях к изотопному составу оружейного плутония в реакторах на тяжелой воде в тонне урана можно нарабатывать существенно большее, чем в уран-графитовых реакторах, количество плутония-239, т.е. более эффективно использовать уран. Как видно из реакции получения плутония

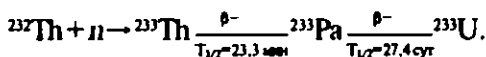


в ядерном реакторе определенная часть плутония-239 находится в виде нептуния-239, который имеет период полураспада 2,3 сут. Так как в тяжеловодных реакторах плотность потока нейтронов существенно вы-

ше и длительность облучения урана соответственно во столько же раз короче, то в урановом топливе доля нептуния-239 по отношению к плутонию-239 будет выше. Поэтому плутоний-239 будет меньше выгорать и в смеси изотопов плутония доля накопления балластного плутония-240 будет ниже.

При заданном же предельном содержании плутония-240 в смеси изотопов плутония в тяжеловодных реакторах в тонне урана можно допускать большее накопление плутония-239, чем в уран-графитовых реакторах.

Эти рассуждения в значительной мере правомерны и при наработке в ядерных реакторах другого делящегося материала — урана-233. Он в реакторах нарабатывается при облучении тория по реакции



Поэтому чем короче время облучения, тем меньше будет выгорать уран-233, тем меньше будет в нем примесей балластных, нежелательных — неделящихся — изотопов уран-232 и уран-234. Наличие примесей урана-232 сильно увеличивает радиационную загрязненность ядерного топлива и требует дистанционной работы при обращении с изделиями из урана-233. Не все реакции образования урана-232 и опасность радиационного загрязнения урана-233 даже в 60-е годы были известны, но было большое желание иметь новый делящийся материал, который мог бы использоваться в ядерном оружии и частично заменить уран-235 или плутоний-239.

Главным параметром, характеризующим эффективность делящегося материала, является количество вторичных нейтронов ($\gamma_{\text{ф}}$), образующих-

ся при захвате первичного нейтрона ядром урана-235, урана-233 или плутония-239. При этом ядра делящихся изотопов, захватив нейтрон, могут разделиться и мгновенно испустить среднее количество нейтронов, а с определенной вероятностью могут захватить нейтрон и не разделиться, а перейти соответственно в уран-236, уран-234 и плутоний-240, т. е. в неделящиеся, балластные изотопы. Связь $\gamma_{\text{ф}}$ с величиной $\bar{\nu}$ определяется простой зависимостью:

$$\gamma_{\text{ф}} = \bar{\nu} \frac{\sigma^*}{\sigma_s},$$

где σ^* — сечение деления данного делящегося ядра; σ_s — суммарное сечение, характеризующее вероятность деления и радиационного захвата данного делящегося изотопа.

Поэтому для физиков-ядерщиков, разработчиков ядерного оружия, значение $\gamma_{\text{ф}}$ было важнейшим. По опубликованным отечественным данным для урана-235 и урана-233 эти значения соответственно равны 2,065 и 2,28. Так как значение этой величины максимально у урана-233, то он имеет минимальную критическую массу. Он может нарабатываться из тория-232, которого в земной коре находится существенно больше, чем урана. Из опубликованных данных известно, что в земной коре среднее содержание тория около $12 \cdot 10^{-6}$ г/г породы, а урана — лишь примерно $4 \cdot 10^{-6}$ г/г породы.

Поэтому усилия физиков в Лабораториях № 2 и № 3, а также работы на пучках нейтронов и опытных

экспериментальных реакторах Ф-1 и ФДК были сосредоточены на уточнении значений указанных констант.

На первых промышленных реакторах А и ОК-180, построенных на Комбинате № 817, работа физиков по измерению в экспериментальных каналах сечений взаимодействия нейтронов постоянно была под контролем академиков И. В. Курчатова и А. И. Алиханова. Определение первых значений $\gamma_{\text{ф}}$ для урана-233, урана-235 и плутония-239 связано с именами В. Г. Ерозолинского, Н. Е. Спивака, А. И. Алиханова, Г. Н. Флерова, В. В. Владимировского, С. Я. Никитина, Н. А. Бургова, Е. А. Доильницына, Е. Е. Кулиша, Г. М. Дробкина, В. Н. Нефедова и др.

Впоследствии у нас в стране на базе Физико-энергетического института в Обнинске был создан национальный центр по нейтронным данным.

Тяжеловодные энергетические реакторы, как правило, не развиваются в странах, имеющих свои производственные мощности по получению обогащенного урана. В странах же, не имеющих заводов по обогащению урана (Канада, Индия, Аргентина, Южная Корея, Пакистан) и не желающих быть в зависимости от стран — изготовителей твэлов с обогащенным ураном-235, ядерная энергетика использует природный уран. На природном уране в качестве ядерного топлива можно обеспечить работу АЭС только с реакторами, в которых в качестве замедлителей нейтронов используется тяжелая вода.

ЗАВОД № 12 И ЕГО ВКЛАД В РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПО СОЗДАНИЮ ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ

К. Я. Егоров, П. М. Верховых

В Советском Союзе никогда до 40-х годов не занимались производством металлического урана: не было потребителей. В институте редких металлов велись лабораторные разработки отечественной технологии по получению металлического урана. В 1944 г. по просьбе И. В. Курчатова было выплавлено около одного килограмма урана. Но с началом реализации Уранового проекта потребовалось организовать производство металлического урана в промышленных масштабах, и не в килограммах, а в сотнях тонн. В августе 1945 г. было принято решение об организации Первого главного управления (ПГУ) при Совнаркоме СССР по атомным проблемам. И тогда же в систему ПГУ был передан завод № 12 из Наркомата боеприпасов СССР.

Во время первой мировой войны купцом Н. А. Второвым в поселке Затишье под Москвой был построен завод для снаряжения корпусов артиллерийских снарядов взрывчатыми веществами. Завод сохранил свой профиль и после 1917 г., развиваясь как предприятие по производству и снаряжению артиллерийских снарядов, мин, реактивных снарядов и других подобных боеприпасов. Теперь он относился к Наркомату боеприпасов СССР. В 1945 г. профиль производства завода круто изменил-

ся, он стал первым в стране заводом по производству металлического урана, необходимого для наработки плутония.

По современным критериям такой выбор базы для создания нового производства был не только не идеальным, но и далеко не во всем приемлемым. Во-первых, характер производства боеприпасов, его многономенклатурность и другие факторы предопределяли существование значительной по территории промышленной площадки и рассредоточенных на ней мелких и средних (150—500 м²) промышленных зданий общим числом более 400. Этого требовала специфика производства боеприпасов.

Во-вторых, содержание технологических процессов, их аппаратное оформление были пригодны только для снаряжения боеприпасов, но никак не для производства металлического урана с его металлургией.

И, в-третьих, хотя коллектив рабочих и инженерно-технических работников по профилю подготовки, по образовательному уровню и выполнял успешно задачи военного времени, стоявшие перед заводом, но для развития нового сложного производства был недостаточно квалифицирован. На начало 1946 г. при

общей численности около 4,5 тыс. работающих инженерно-технических работников (ИТР) насчитывалось немногим более 650 человек, среди них примерно 75% практиков без специального образования. Всего 111 человек ИТР основного и вспомогательного производств имели высшее образование, причем инженерный состав основного производства по профессиональной подготовке состоял преимущественно из специалистов по химии и технологии взрывчатых веществ. Металлурги, специалисты по редким и цветным металлам отсутствовали, в то время как при организации производства металлического урана они были совершенно необходимы.

Такова вкратце характеристика завода № 12, которому предстояло стать заводом по переработке урановых концентратов, богатых и бедных урановых руд, очистке урановых солей до высокой степени чистоты, восстановлению соединений урана до металлического состояния, аффинажу металлического урана, литью, пластической деформации металлического урана с последующей механической обработкой для получения изделий и заготовок, герметизации урановых заготовок (сердечников) в оболочку из алюминия.

Можно только предполагать, что было определяющим при выборе руководителями ПГУ Б. Л. Ванниковым и Уранового проекта И. В. Курчатовым завода для перепрофилирования. Очевидно, только близость к Москве (завод расположен в 60 км от Москвы в Электростали), а следовательно, и к НИИ различных ведомств, а также относительная закрытость города (тупиковая ветка Горьковской железной дороги, наличие кроме завода № 12 режимных предприятий черной металлургии, химической

промышленности) в сочетании с профилем завода.

После принятия упомянутого решения началась интенсивная подготовка производственных помещений под реконструкцию, которая велась одновременно с разработкой проектной документации для реконструкции и строительства. Проектирование осуществлялось созданной решением ПГУ специальной бригадой Государственного института проектирования предприятий промышленности редких металлов Наркомата цветной металлургии под руководством М. Д. Бершицкого. В этой работе принимали участие и другие проектные организации, в том числе и ГСПИ-11 (Ленгипстрой).

Первым руководителем нового производства становится генерал С. А. Невструев, главным инженером назначается переведенный из системы оборонной промышленности металлург Ю. Н. Голованов.

Опыта создания промышленного производства радиоактивных металлов в стране не было, не существовало и отечественной технологии производства металлического урана. Справедливости ради необходимо отметить, что лабораторные разработки отечественной технологии имелись в Гиредмете Наркомата цветной металлургии, где еще в конце 1944 г. Н. П. Сажин и З. В. Ершовой было выплавлено более 1 кг металлического урана высокой чистоты. Но это были только лабораторные наработки, что не могло стать промышленной технологией.

Поэтому определяющими факторами при принятии решения о технологии, которую следовало заложить в проект реконструкции завода, были степень отработанности и промышленного освоения технологии, а также наличие исходных данных для



С. А. Невструев



Ю. Н. Голованов

проектирования. Оба эти фактора были в пользу технологии, разработанной и промышленно полностью освоенной в Германии.

Кроме того (а может быть, это обстоятельство и было наиболее важным), в Восточной зоне Германии, находившейся в то время под администрацией советских войск, находились заводы по получению металлического урана, металлического кальция (необходимого для получения металлического урана), а также значительные (по тем временам для нас) запасы порошка металлического урана, технических солей и закиси-оксида, которые в дальнейшем, так же как и кальций, поставлялись по репарациям в СССР. Определенное значение имело и то, что группа немецких специалистов и ученых во главе с доктором Н. Риль была направлена для консультации и оказания помощи в освоении и организации производства на завод № 12.

В результате выбор был сделан в пользу «порошковой» технологии, суть которой сводится к следующему.

1. Соли урана или урановая смола подвергаются доочистке химическими и термическими процессами до получения «ядерно-чистых» оксидов (закись-окись урана).

2. Закись-окись урана металлотермией (кальциетермией) восстанавливается до металлического состояния. В результате получается твердая смесь порошкообразного и в виде мелких корольков металлического урана, а также оксидов кальция. Смесь подвергается выщелачиванию, отделению порошка урана от пульпы, состоящей из $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и CaO . Порошок и мелкие корольки металлического урана отмываются, отделяются от посторонних примесей на классификаторах (столах Вильфлея), сушатся и поступают на переплавку.

3. Металлический порошок в атмосфере аргона или в вакууме пере-

плавляется в слиток, который вновь переплавляется для отделения механических примесей и шлаковых включений. Расплавленный уран разливается в изложницы в виде стержней для последующей механической или пластмассовой обработки. Двух-, а то и трехкратная переплавка является своего рода аффинажем (очисткой) от примесей, не сплавляемых с металлическим ураном.

Постановлением СНК СССР от 13 октября 1945 г. была утверждена реконструкция завода, которая по существу начиналась с пустого места, поскольку вся технология снаряжения снарядов взрывчатыми веществами была не нужна новому производству и, более того, она даже мешала.

Реконструкция завода предусматривала создание новых мощностей по следующим направлениям: переработка урансодержащих руд до химических концентратов; переработка химических концентратов с получением чистых солей урана; производство металлического урана из чистых солей; переработка металлического урана до заготовок необходимой конфигурации методами литья и пластической деформации с последующей механической обработкой; герметизация урановых заготовок в алюминиевую оболочку через контактный подслои; регенерация урана из отходов химического и металлургического переделов с получением чистых солей урана; производство металлического кальция для восстановления оксидов урана до металлического состояния.

В рамках реконструкции, а по существу организации нового завода, предполагалось создать всю необходимую инфраструктуру по обеспечению нормального функционирования завода, в том числе опытный

завод по получению металлического урана для отработки технологий и выпуска ограниченного количества урана в виде заготовок, и организовать центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ) для контроля качества и научно-исследовательскую лабораторию.

Одновременно с проектными работами шла учеба и подготовка кадров для производства урана и кальция. С этой целью, а также для демонтажа оборудования и его отправки на завод № 12. В Германию на электрохимический комбинат «Норд» были направлены бригады ИТР и рабочих завода. По мере поступления на завод оборудования монтировали и технологические цепочки на опытном заводе силами строителей и монтажников Главпромстроя Народного комиссариата внутренних дел (НКВД) СССР. Руководил строительством на заводе № 12 начальник управления строительства Главпромстроя НКВД инженер-полковник Н. Н. Волгин. На строительстве завода были кроме вольнонаемных рабочих военные строители — бывшие солдаты, проходившие спецпроверку. Главным инженером был назначен В. П. Нарбеков. Заместителем по общим вопросам был И. А. Глаголев. Были заместители по спецконтингенту (заключенным), а также командир военных строителей. Люди работали исключительно добросовестно, начиная от руководителей строительства до заключенных. Всему контингенту были созданы хорошие бытовые условия. Кормили, одевали, обували хорошо и за перевыполнение задания за один день пребывания в лагере засчитывали 2—3 дня. Это правило было распространено и на другие стройки ПГУ. Кроме А. П. Завенягина на строительство приезжал и Л. П. Берия.



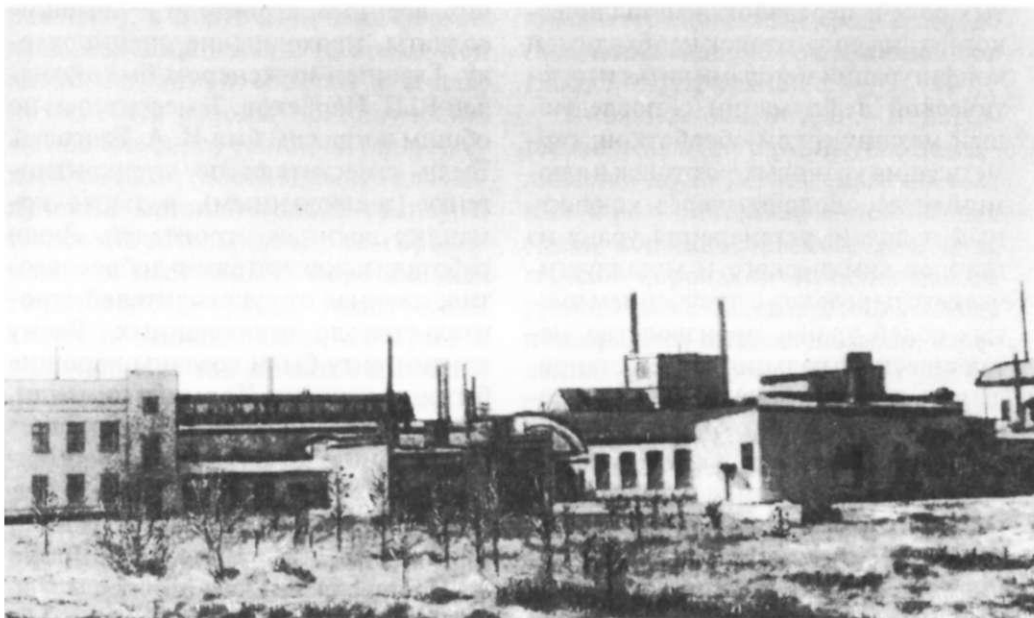
Н. Н. Волгин

Опытный завод, предназначенный для освоения технологии производства урановых блоков из технических солей урана, по проекту включал в себя три передела: № 1 — получение чистых оксидов урана из солей;

№ 2 — получение порошкообразного урана; № 3 — получение урановых блоков.

В течение сентября—октября 1945 г. были проведены проектирование и реконструкция здания корпуса № 172 и других помещений, отведенных для опытного завода. Первым был пущен в эксплуатацию передел № 3 — переплавка и рафинирование черного урана в атмосфере аргона или в вакууме с последующей металлургической обработкой отлитых стержней в урановые сердечники. Передел был оборудован аргонными и вакуумными печами сопротивления, поступившими из Германии, а также отечественным металлорежущим оборудованием. В качестве исходного сырья для плавки использовался трофейный черновой порошок урана. В конце октября 1945 г. были получены первые образцы блоков урана, а до конца года их было изготовлено около 150 кг.

Следующим был введен в эксплуатацию передел № 2 — получение порошкового черного урана, кото-



Общий вид корпуса № 172 с пристройками и достройками

рый также был оснащен оборудованием, поступившим из Германии. Сырьем была немецкая закись-окись урана, которую приходилось отделять от механических примесей на столах Вильфлея. С января 1946 г. началась плановая передача порошкового черного урана на рафинировку.

Последним на опытном заводе был пущен передел № 1, оснащенный также в основном немецким оборудованием, перерабатывавшим концентраты (аммонийная соль и закись-окись) урана, также вывезенные из Германии.

В феврале 1946 г. была выпущена первая партия чистой закиси-оксида урана для передела № 2. Одновременно была освоена технология получения диоксида урана путем восстановления закиси-оксида водородом.

Так был проведен первый этап реконструкции завода, заключавшийся в организации опытного производства получения металлического урана в виде заготовок (блоков) диаметром 35 и длиной 150 мм с использованием немецких урановых порошков, концентратов урана и металлического кальция.

В начале 1946 г. директором завода назначается опытный организатор производства А. Н. Каллистов, ранее работавший директором предприятия в системе Наркомата цветной металлургии, металлург по образованию. На него была возложена персональная ответственность за своевременный ввод в эксплуатацию первого в СССР промышленного предприятия по производству урана. Главным инженером назначается Ф. М. Бреховских, а Ю. Н. Голованов становится главным металлургом. Примерно через год Ю. Н. Голованов вновь становится главным инженером, а



А. Н. Каллистов

Ф. М. Бреховских переводится в аппарат ПГУ.

Опытное производство не могло обеспечить все существовавшие в 1946—1947 гг. потребности строящихся объектов: физического реактора в ЛИПАН, а также уран-графитового промышленного реактора «А» в Челябинске-40. Их суммарная потребность в уране составляла примерно 200 т, в том числе около 150 т в виде цилиндрических блоков диаметром 35 и длиной 100 мм, герметизированных в алюминиевую оболочку для реактора «А» на первую загрузку.

Освоение производства по получению урановых металлических блоков проходило вовсе далеко не гладко и не просто. Приведем только один факт. В ноябре 1946 г. произошло чрезвычайное событие, поставившее в тупик руководство завода и всех его конкретных исполнителей. В одной из партий урановых блоков, отправленных для комплектации опытного реактора «Ф-1», обнару-



Двор завода. Видна соединительная галерея между корпусами № 10 и 11

жилось превышение содержания бора примерно в 100 раз. А наличие этого элемента чрезвычайно вредно для работы реактора, так как бор поглощает нейтроны. Начали сплошную и очень тщательную проверку — откуда в урановых блоках мог появиться бор в таких больших количествах? Проверили все: и полученный из Германии импортный калий, и графитовые тигли для плавки урана, и графитовые изложницы для разливки металлического урана, вновь был пересмотрен процесс плавки... И виновник найден. Им оказался Московский графитовый завод (директор С. Е. Вяткин), который отгрузил заводу № 12 изложницы из нехлорированного графита. Дело дошло до Л. П. Берия, который руководил Спецкомитетом и контролировал работы по Урановому проекту. И если бы не нашли причину наличия бора так скоро, как это было сделано, то можно с уверенностью сказать, что многие бы сильно пострадали.

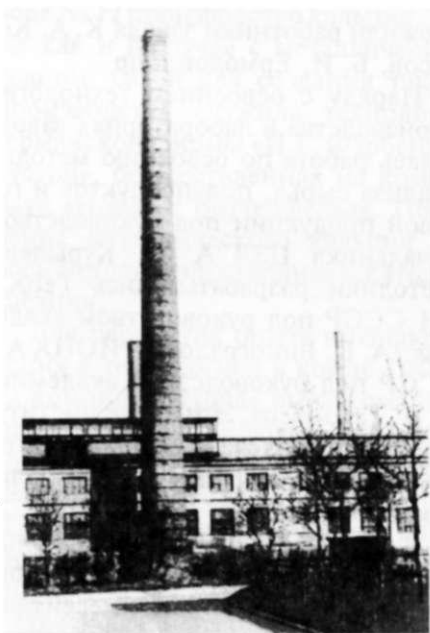
Этот пример, конечно, не единственный, аналогичных фактов из жизни предприятия можно привести немало.

Зависимость производства от зарубежных поставок уранового порошка (а его было завезено около 100 т) и концентратов делали завод № 12 весьма уязвимым. Кроме того, всех потребностей развивающейся ядерной промышленности зарубежные поставки обеспечить и не могли. Необходимо было начинать переработку концентратов с Комбината № 6 (Таджикистан), а также ураносодержащих руд, разведка и добыча которых в это время интенсивно развивалась.

Параллельно с опытным заводом сооружался «большой завод», состоящий из корпусов № 10, 11, 127, 132 и др., введенный в эксплуатацию в конце 1946 г. «Большой завод» по своей структуре и технологии был аналогией опытного завода. Одновременно проектировался и соору-



Корпус № 127. Видны отдельные кабины снаряжения боеприпасов



Корпуса № 11 и 11а (с трубой)

жался опытный цех по производству металлического кальция, который в октябре 1946 г. выдал первый отечественный дистиллированный кальций.

В конце 1946 г. по указанию А. П. Завенягина и Н. Ф. Кваскова был организован экспериментальный цех для выпуска специальных изделий методом пластической деформации, который состоял из участков плавки, проката, прессования, волочения и механической обработки металлического урана, а также отделения герметизации урановых заготовок в алюминиевую оболочку.

Цех работал в тесном сотрудничестве с исследовательскими организациями Москвы и Ленинграда (НИИ-9, ЛИПАН, институтами АН СССР, ВИАМ, лабораторией прокатки Гинцветмет, заводом № 7 Наркомата цветной металлургии в Кольчугино, Московским механическим институтом).

Научное руководство по различным направлениям осуществляли А. А. Бочвар, А. С. Займовский, Р. С. Амбарцумян, Г. Я. Сергеев, И. Д. Никитин, А. М. Глухов, В. В. Титова и др. Большой вклад в



А. Н. Партин



К. А. Колосов

организацию цеха, исследовательскую и опытные работы внесли работники завода И. И. Блинов, П. И. Еремин, А. Н. Партин, К. А. Колосов, Г. Я. Сальман и др.

В 1946–1947 гг. были изучены основные механические характеристики, структура, пластические свойства урана, исследованы, разработаны процессы его термической обработки, прессования, прокатки, штамповки,ковки, волочения, отливки различных изделий. Был отработан процесс герметизации урановых сердечников в алюминиевую оболочку через контактный фосфатный подслои. К концу 1948 г. было изготовлено около 5 т блоков с катанными сердечниками, герметизированными в алюминиевую оболочку.

В 1948–1949 гг. цех выполнил задание по разработке технологии и выпуску изделий в виде сфер, полусфер, крепежа и др. для ядерных взрывных устройств. В выполнение этих заданий много сил и смекалки

вложили работники завода К. А. Колосов, Б. И. Ермолов и др.

Наряду с освоением технологии производства в лабораториях завода велась работа по освоению методик анализа сырья, полупродуктов и готовой продукции под руководством начальника ЦЗЛ А. П. Курылева. Методики разрабатывались ГеоХИ АН СССР под руководством академика А. П. Виноградова и ИОНХ АН СССР под руководством академика А. Н. Тананаева. Этими же институтами была проделана большая работа по переквалификации кадров аналитиков завода.

В период освоения заводом аналитических методик качество продукции на содержание примесей проверялось в московских институтах (ГеоХИ, ИОНХ, ВИМС и НИИ-9). К концу 1946 г. большая часть анализов выполнялась уже ЦЗЛ, а к началу 1949 г. благодаря накопленному опыту по освоению методов анализа и переквалификации кадров завод пе-

решил на самостоятельную разработку методов анализа полупродуктов, отходов и готовой продукции. Методическую работу на заводе возглавляла А. П. Чекулаева, работник ЦЗЛ, которая первой из сотрудников завода защитила кандидатскую диссертацию.

Так осуществлялся второй этап реконструкции завода № 12.

История становления и развития отечественного производства металлического кальция начинается с 1946 г. и неразрывно связана с заводом № 12. Как уже отмечалось, для производства металлического урана в качестве восстановителя закиси-окиси до металлического состояния использовался металлический кальций. Проектом реконструкции завода предусматривалось создать на заводе № 12 производство кальция. Так же как и в случае с металлическим ураном, базой для создания такого производства служила технология германской фирмы «И.Г. Фарбенин-дустри», осуществленная на комбинате «Норд» в Биттерфельде. Получение металлического кальция велось методом электролиза с катодом касания.

Для перенятия опыта и ознакомления с технологией в конце 1945 г. на комбинат «Норд» была командирована группа ИТР завода и проектировщиков Гиредмета, в январе туда же направляется еще одна группа ИТР для приобретения практических навыков и производственного опыта.

В начале 1946 г. на заводе была пущена в эксплуатацию опытная установка по получению кальция по немецкой технологии, а в июне 1946 г. началось строительство опытного цеха по производству кальция, данные для проектирования которого были получены на опытной уста-



А. П. Чекулаева

новке. В октябре 1946 г. опытный цех выдал первые килограммы отечественного дистиллированного кальция. Это было началом промышленного освоения производства кальция, но до полного освоения технологии и получения кальция в необходимом количестве и нужного качества было еще далеко.

Одновременно с освоением технологического процесса в опытном цехе строился новый цех для промышленного выпуска кальция в необходимых количествах. В мае 1948 г. цех вводится в эксплуатацию и опытный цех закрывается.

Так же как и в опытном цехе, и технология, и аппаратурное ее оформление были заимствованы у Германии. Однако в новом цехе было положено начало внедрению отечественной технологии получения металлического кальция. Были смонтированы и пущены в работу два электролизера с жидким катодом по предложению советских ученых

А. Л. Энглина, А. С. Микулинского и В. С. Иоффе для электролиза расплавленного хлористого кальция методом «жидкого катода».

Коротко о сути обоих методов получения металлического кальция. Оба метода в качестве исходного сырья для электролиза используют электролит, состоящий из 85% хлористого кальция и 15% хлористого калия в виде расплава этих солей.

В первом методе металлический кальций, получаемый в процессе электролиза расплавленных солей, имея меньшую относительную массу, чем расплавленный хлористый кальций, всплывает на поверхность расплава, где, соприкасаясь с поверхностью холодного катода, застывает, прилипая к нему, после чего электрод (катод) постепенно поднимают, и под ним вновь образуются корольки кальция. Замораживая одну каплю за другой, удается получить целую штангу («морковку») металла длиной до 500 мм и средним диаметром около 70 мм.

В такой штанге неизбежно присутствие затвердевшего электролита в результате механического захвата, а также оксидов кальция за счет частичного окисления королька (капель) при застывании. Несомненно, что содержание примесей в электролите (таких, как железо и др.) оказывает влияние на содержание их в металлическом кальции. В июне 1946 г. был зафиксирован ряд случаев повышенного массового содержания железа в урановых сердечниках (иногда до 1%), что значительно понижало их качество. Исследованиями, проведенными по выяснению причин загрязнения, было установлено, что основным источником загрязнения являлся применяемый при восстановительных плавках металлический кальций,

произведенный в Германии и поставляемый по репарациям.

Встал вопрос об очистке кальция от содержащихся в нем примесей путем его дистилляции. Данными о технологических параметрах и аппаратурой для осуществления процесса завод не располагал. В течение четырех месяцев группой ИТР завода (И. С. Шатунов, А. Н. Офштейн, К. Д. Симакова, Ф. Ф. Квашин и др.) проблема была успешно разрешена. За это время были отработаны все параметры дистилляции, изготовлено оборудование и получен дистиллированный кальций, с применением которого резко возросло качество металлического урана.

Сущность второго метода состоит в том, что в нем использованы свойства меди, имеющей температуру плавления выше, чем кальций, образовывать с последним сплав, содержащий до 70% кальция. Медно-кальциевый сплав, имеющий значительно большую относительную массу, чем электролит, собирается на дне электролизера и служит жидким катодом. Анодом является графитовый блок. В процессе электролиза сплав обогащается кальцием («богатый» сплав). При насыщении сплава кальцием сплав вычерпывается или отсасывается из приемника сплава электролизера и направляется на дистилляцию.

При дистилляции сплав обедняется по содержанию кальция до нескольких процентов, после чего дистилляция прекращается. Полученный кальций идет на восстановительные плавки, а «бедный» сплав загружается вновь в электролизер, где, расплавляясь, вновь служит жидким катодом.

Задача по получению отечественного кальция по технологии «И. Г. Фарбениндустри» (первый метод)

была выполнена. Однако эта технология с катодом касания не обеспечивала всей потребности завода в кальции ввиду малой производительности электролизеров. Учитывая недостатки метода электролиза с катодом касания — большой расход электроэнергии, низкая производительность электролизных ванн, незначительный срок их службы, зависимость производства от погодных условий (относительной влажности атмосферного воздуха), высокая стоимость кальция, а также загазованность рабочих помещений хлор-газами (работать приходилось в противогазах) — к маю 1950 г. цех полностью перешел на электролиз с «жидким катодом».

Этот метод и по настоящее время (значительно усовершенствованный по оборудованию, технологическим приемам, а также по утилизации хлора) является промышленным и полностью отечественным методом производства металлического кальция в

Российской Федерации. Эта одна из важнейших проблем в производстве металлического урана была решена под руководством главного инженера завода Ю. Н. Голованова, главного технолога С. И. Золотухи, начальников цехов Л. Я. Правдивцева, В. А. Горского при значительной поддержке руководства ПГУ и, конечно, благодаря энтузиазму коллектива цеха.

Параллельно-последовательная организация работ по проектированию и строительству, по освоению и наращиванию мощностей позволила в течение 1,5–2 лет создать на бывшем снаряжательном заводе боеприпасов совершенно новое для отечественной промышленности химико-металлургическое производство, ставшее не только поставщиком урана для промышленных уран-графитовых реакторов, но и своего рода полигоном для испытаний и отработки новых технологических процессов, а также школой подготовки квалифи-



С. И. Золотуха



В. А. Горский

цированных кадров для других заводов аналогичного профиля, входящих в систему ПГУ.

Наступил третий период в развитии завода, заключавшийся в наращивании объемов выпуска урана, освоении и совершенствовании технологий, значительном улучшении качества выпускаемого урана, повышении технико-экономических показателей его производства.

Совершенствование «немецкой» технологии переработки урановых концентратов и «порошкового» метода получения металлического урана диктовалось возрастающими требованиями к чистоте урана, а также непрерывно увеличивающимися планами выпуска. Эта работа проводилась под общим руководством директора завода А. Н. Каллистова, главного инженера Ф. М. Бреховских, главного металлурга Ю. Н. Голованова и главного технолога С. И. Золотухи.

Освоение «немецкой» технологии явилось как бы школой, которая приобщила исследователей и технологов завода к новой области науки и производства. Начиная с апреля 1946 г. в технологию очистки солей урана от примесей был введен ряд коренных усовершенствований. Так, группой во главе с немецким специалистом доктором Н. В. Рилем был разработан метод «тонкой» эфирной очистки азотнокислого уранила, внедрение которой в производство позволило устранить из технологического процесса сложный малопроизводительный процесс дробной кристаллизации и заменить его разработанным коллективом завода простым методом трехступенчатой кристаллизации.

В свою очередь это позволило значительно сократить и упростить стадию «грубой» очистки, исключив при-

менение дефицитных и дорогостоящих гидросульфита натрия и щавелевой кислоты.

Одновременно с усовершенствованием химического передела проводится совершенствование технологии металлургического передела. Печи сопротивления заменяются на высокочастотные индукционные печи отечественного изготовления, давшие более высокое качество урана и значительный выигрыш в производительности, что помимо прочего позволило отказаться от двух- трехкратной рафинировки урана.

Однако и эти усовершенствования не могли полностью обеспечить ни необходимое количество, ни качество выпускаемого урана. Вопрос был решен с разработкой и внедрением фторидного метода получения черного урана. Фторидный метод, запроектированный Гидроредмет по материалам НИИ-9 и опробованный в опытном цехе № 2 «бис», введенном в эксплуатацию в феврале 1946 г., оказался непригодным. Однако он натолкнул заводских технологов на разработку фторидного метода получения урана, отличавшегося простотой исполнения, использованием меньшего спектра реагентов, высоким процентом извлечения урана из тетрафторида (96–98% против 80–85%) в черновой уран, применением в качестве восстановителя металлического кальция (который производился на заводе) вместо магния, предложенного НИИ-9, легким извлечением из шлаков урана с использованием шлаков (фтористый кальций) в качестве футеровочного материала для тиглей восстановительной плавки.

Фторидный метод в феврале 1947 г. был внедрен на «большом заводе» и стал основным методом получения металлического урана в

СССР. Он был разработан под руководством главного металлурга завода Ю. Н. Голованова группой заводских работников, среди которых наибольший вклад внесли Е. С. Третьяков, Ф. И. Качалов и С. И. Золотуха.

Суть его состоит в переводе закиси-оксида урана восстановлением водородом до диоксида, который в обогреваемых реакторах (котлах) обрабатывается химически чистой плавиковой кислотой, в результате чего получается тетрафторид урана. Тетрафторид урана сушится при умеренной температуре в токе водорода, далее он смешивается со стружкой металлического кальция, инициируется реакция восстановления. В результате получается слиток чернового металла. Процесс кальциетермии идет без внешнего источника нагрева.

Черновой уран, получаемый по фторидному методу, отличался более высоким качеством из-за значительно меньшего содержания в нем бора, который «выгорал» в процессе кальциетермии. С вводом в эксплуатацию «большого завода» и ростом выпуска урана имевшееся на заводе импортное сырье высокого качества быстро иссякло, и завод перешел на переработку первичных отечественных концентратов Комбината № 6, отличавшихся большим содержанием примесей и низким содержанием (40–45%) урана.

Применявшаяся в то время усовершенствованная «немецкая» технология химической очистки концентратов оказалась непригодной. Исследователи и технологи завода М. М. Гурин, Н. П. Галкин, Ф. И. Качалов и другие успешно решили задачу очистки отечественных концентратов. Для очистки концентратов с малым содержанием фосфора использовался модернизированный оксалатный метод, который в мае



Н. П. Галкин

1947 г. был внедрен на «большом заводе».

Концентраты с содержанием фосфора более 0,3% очищались перекисным методом, суть которого состоит в том, что при определенных условиях под действием перекиси водорода на раствор азотнокислого урана образуется осадок урана, который прокаливается до закиси-оксида. Такая закись-окись по своим качествам не уступала качеству закиси-оксида, получаемой после эфирной очистки. Концентраты, содержащие наряду с фосфором ванадий, перерабатывались также перекисным методом с предварительным отделением ванадия фосфорной кислотой.

Таким образом, заводом были разработаны, освоены и внедрены методы переработки отечественных концентратов, позволившие успешно перевести завод на отечественное сырье. По мере развития атомной промышленности росла потребность в ядерном горючем.

По проекту Гипроредмета в соответствии с технологией, разработанной НИИ-9, был создан первый на заводе № 12 цех переработки урансодержащих руд с отечественным оборудованием. В июле 1947 г. цех был введен в эксплуатацию. Переработка руд проводилась по кислотно-содовой схеме с периодической загрузкой и разгрузкой оборудования.

Технологическая схема предусматривала комплексное извлечение урана в виде химических концентратов и радия («сырых сульфатов»). Концентраты урана направлялись на доочистку на «большой завод», «сырые сульфаты» — концентрат радия — временно складировались. Впоследствии их переработка была осуществлена в спешке завода № 12.

Руководство по внедрению технологии переработки руд осуществлялось от завода начальником цеха Н. Н. Синиченко и технологом цеха Г. А. Торопченовой, от НИИ-9 — кандидатом технических наук Н. Ф. Кашеевым и инженером В. П. Казминым. По предложению работников завода А. И. Лисовского, Н. Н. Синиченко, С. А. Царева и др. в январе 1948 г. периодический процесс разложения руд был заменен непрерывным с противоточной промывкой песков на спиральных классификаторах.

Комплекс работ, проведенных на третьем этапе реконструкции, позволил достичь проектных показателей по объемам производства. В итоге менее чем за три года был сооружен и введен в эксплуатацию завод по производству урана и изделий из него. Была создана отечественная технология, более совершенная, обеспечивающая необходимые количественные и качественные показатели, а также первое в СССР производство дистиллированного металлического кальция.

В 1949 г. группа работников завода была отмечена правительственными наградами, государственными премиями. Так, директору завода А. Н. Каллистову и главному инженеру Ю. Н. Голованову было присвоено звание Героев Социалистического Труда, а начальник «большого завода» Н. С. Козлов был награжден орденом Ленина, лауреатами Сталинской премии стали Ю. Н. Голованов, Н. С. Козлов, а также немецкие специалисты Н. Риль, Г. Вирц и Г. Тиме.

Предстоял четвертый этап — совершенствование технологии изготовления урана, создание новых производств для нужд атомной промышленности. Одним из них было производство диффузных никелевых фильтров для разделения изотопов урана с получением урана, обогащенного изотопом урана-235. В начале 1948 г. большая группа ИТР завода направляется в НИИ-5 (Сухуми) для ознакомления, освоения и перенятия опыта по лабораторной технологии изготовления фильтров.

6 апреля 1948 г. выходит Постановление СНК СССР № 1129-404сс, а 13 апреля — приказ ПГУ № 150сс/оп, обязывающие завод № 12 освоить технологию и промышленный выпуск фильтров. В мае 1948 г. был организован опытный участок изготовления фильтров. Часть оборудования для участка была завезена из Сухуми, недостающее было изготовлено на заводе. Параллельно службы завода вели изготовление оборудования и приборов, строительные работы, монтаж оборудования в здании, где должно было разместиться основное производство. Начальником цеха был назначен И. Л. Барташов, технологом — С. Н. Рудановский.

Строительно-монтажные работы шли успешно, и к концу 1948 г. цех



Н. Н. Синиченко



Н. С. Козлов

был введен в эксплуатацию. На 1949 г. ему был установлен план по выпуску фильтров. Необходимо отметить, что технология изготовления фильтров, использованная в цехе, мало отличалась от лабораторной технологии, заимствованной в НИИ-5. Суть процесса состояла в получении трубки из никелевой сетки с определенной газопроницаемостью.

Никелевая сетка с 10 000 отверстий на квадратный сантиметр площади раскраивалась на заготовки — «салфетки», которые в травильной ванне подвергались осветлению и частичному травлению, после чего тщательно промывались. На предварительно разглаженную заготовку наносился с обеих сторон с помощью пульверизатора никелевый порошок в виде спиртовой суспензии. Никелевый порошок должен был покрывать заготовку равномерными слоями по толщине и массе нанесенного слоя порошка. Заготовка сушилась и вальцевалась для закрепления по-

рошка, далее проходила операцию спекания в токе водорода. Спеченные заготовки вальцевались под определенным давлением для получения заданной газопроницаемости, далее сваривались в трубку длиной 500, диаметром 15 мм при толщине стенки 0,06—0,1 мм. Каждая трубка контролировалась на проницаемость и отклонение ее от нормы.

Основные материалы поставлялись на завод как по импорту, так и с предприятий СССР. Никелевая сетка с 10 000 отверстий на квадратный сантиметр в первые годы была импортной, позднее она была заменена на отечественную с 7000 отверстий на квадратный сантиметр, освоенную кольчугинским заводом «Электрокабель» Наркомэлектротехпрома. Сырье для получения Никелевого порошка поставлялось уральским заводом № 102.

В 1949 г. была проведена реконструкция завода, которая позволила удвоить мощности цеха по выпуску

фильтров. Однако технологический процесс оставался лабораторным. Только отдельные операции удалось частично усовершенствовать и механизировать. В таком виде технология существовала до 1952 г., когда была проведена очередная большая реконструкция (а все реконструкции проходили без остановки производства), которая позволила за счет механизации нанесения порошка на сетку методом «намазки» и непрерывного вальцевания (прокатки) сетки с нанесенным никелевым порошком перевести изготовление фильтров с ручного способа на механизированный. Этот процесс оставался практически неизменным вплоть до закрытия в 1960 г. цеха фильтров в связи с отсутствием потребности в таких фильтрах.

Затем перед коллективом завода были поставлены задачи по получению гидридов лития, промышленного освоения процесса разделения изо-

топов лития, изготовления тепловыделяющих элементов (твэлов) для исследовательских реакторов, твэлов для первой в мире Обнинской АЭС, твэлов для реакторов водо-водяного типа под давлением, твэлов для реакторов уран-графитовых канальных большой мощности.

Все эти поставленные перед коллективом завода № 12 задачи при активном содействии и участии целого ряда исследовательских и проектных институтов были полностью и успешно решены.

Отечественная ядерная индустрия вырастила в ходе ее освоения специалистов высокого технического уровня и технологической дисциплины. Коллектив завода № 12 показал это на собственном примере, и он был в этом отношении далеко не одинок. Вся история создания советской атомной промышленности, советского ядерного оружия — тому убедительный и блестящий пример.

ИЗ ИСТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОЮЗНОГО ЗАВОДА № 48 (г. Москва)

А. А. Томилин, В. Н. Николаичев

Бывший Московский фитинговый завод, ныне ПО «машиностроительный завод «Молния», был основан в 1929 г. Завод предназначался для выпуска фитингов — соединительных деталей трубопроводов, устанавливаемых в местах поворотов, переходов с одного диаметра на другой, соединений основных звеньев труб (муфты, тройники, отводы и пр.).

История одного из первых заводов создаваемой отрасли атомной промышленности наглядно отражает производимую в стране до 1945 г. реорганизацию различных отраслей тяжелой промышленности, а в послевоенный период прямо связана с основными этапами реорганизации ПГУ, ВГУ, а затем и Минсредмаша. В этот период завод выпускал сначала оборудование для уранодобывающей промышленности, а затем корпуса для первых ядерных бомб.

С 1932 г. завод находился в ведении Главного управления металлургической промышленности Наркомтяжпрома СССР, а 24 января 1939 г. завод был передан в ведение Главного управления трубопрокатной и труболитейной промышленности Народного комиссариата черной металлургии.

К 16 октября 1941 г. завод был подготовлен к эвакуации из Москвы, однако она не состоялась, и с 16

ноября 1941 г. завод приступил к выпуску военной продукции — корпусов мин, деталей для минометов, корпусов мелких зажигательных бомб и головок снарядов РС.

В 1943 г. Постановлением Совнаркома (№ 60—24 от 19.01.43 г.) завод из НКЧМ был передан в ведение Наркомата танковой промышленности и занимался в основном ремонтом танков и выпускал после реконструкции траки танковых гусениц. Постановлением ГКО (№ 4068 от 5.09.43 г.) завод был переведен в Наркомат боеприпасов, и в 1944 г. после очередной реконструкции начал выпускать корпуса авиационных бомб. Тогда заводу был передан из Нижнего Тагила цех по производству корпусов бомб. После принятия ГКО решений, связанных с созданием ядерного оружия, и организации при Совнаркоме СССР Первого главного управления Постановлением ГКО от 14 сентября 1945 г. завод был передан в систему ПГУ. Численность работающих на заводе составляла 2556 человек.

С 1946 г. после частичной реконструкции завод начал подготовку и выпуск горнорудного и химико-технологического оборудования для среднеазиатского Комбината № 6, на котором была организована добыча отечественного уранового сырья.



Директор П. А. Растегаев



Главный инженер А. А. Томилин

Придавая исключительное значение добыче урана, правительство 27 декабря 1949 г. после организации ВГУ при Совете Министров СССР (Постановление №5744/2162) передало завод № 48 из ПГУ во ВГУ.

2 марта 1953 г. завод был передан обратно в систему ПГУ (Постановление Совмина от 23.02.53 г.).

При организации Министерства среднего машиностроения СССР завод был подчинен Управлению главного механика и энергетика, а с 7 января 1954 г. был передан Главному управлению приборостроения.

В этот период директорами завода были И. М. Красинский (с 24.03.44 г. по 26.03.47 г.) и П. А. Растегаев (с 27.03.47 г. по 10.02.59 г.), а главными инженерами работали Г. М. Терешко (с 21.01.46 г. по 30.06.48 г.) и А. А. Томилин (с 1.07.48 г. по 5.08.51 г.).

Впоследствии длительное время директором завода работал А. П. Солдатенко, а затем С. Г. Прокофьев.

А. А. Томилин с 1951 г. был переведен в центральный аппарат Министерства и много лет был главным инженером главка, обеспечивающего серийный выпуск ядерного оружия.

Начальная реконструкция завода и выпуск оборудования для уранодобывающей промышленности

Для выполнения работ по новой номенклатуре продукции уже в 1946 г. на заводе был ликвидирован цех ширпотреба и на его месте организован механообрабатывающий цех № 27. В 1947 г. был создан модельный цех, а в 1948 г. — механосборочный и инструментальные цеха. На заводе создается отдел главного конструктора.

Головной проектной организацией по реконструкции завода № 48 был назначен Ленинградский Государственный проектный институт

(ГСПИ-11, директор А. И. Готов). Ряд цехов на заводе, занимаемая площадь которого составляла 28 га, были построены до войны, а некоторые из них были типа деревянных бараков. Поэтому персоналу завода, проектантам и строителям в сверхжесткие сроки пришлось осуществлять реконструкцию, создавать новые цеха и производственные участки.

Вот как осуществлялась реконструкция старого механосборочного цеха № 26. Реконструкция этого здания проводилась по разработанному Ленинградским ГСПИ-11 проекту. Строительство нового здания осуществлялось вокруг действующего старого деревянного корпуса механосборочного цеха, продолжавшего работать. Здание старого корпуса было накрыто новым корпусом значительно увеличенных габаритов. Когда новое здание было построено, постепенно стала производиться разборка старого здания без остановки выпуска оборудования для заводов-заказчиков.

В новом здании размещались монтажно-сборочное отделение, сварочное, механическое для изготовления комплектующих деталей, отделение испытания и приемки оборудования.

Работу нового корпуса возглавлял начальник цеха А. С. Андреев. Производство было укомплектовано квалифицированными кадрами аттестованных сварщиков, сборщиков, монтажников, слесарей, станочников, испытателей и приемщиков оборудования. Приемку возглавлял И. И. Муравский. Поставленные задачи коллектив цеха № 26 успешно решал, с заданиями спрашивался и обеспечивал регулярно поставку оборудования уральским заводам.

Подверглось реконструкции впоследствии и здание, в котором размещались технические службы

завода: главного конструктора (А. А. Колчин), главного технолога (В. И. Соколов), главного энергетика (В. А. Канский).

После начальной стадии реконструкции в 1946—1953 гг. заводом осваивалась и выпускалась широкая номенклатура химико-технологического оборудования для горнорудных предприятий и новых объектов Министерства. Завод выпускал фильтры дисковые, вакуум-фильтры, нутч-фильтры, фильтры рукавные, фильтры масляные, скрубберы, дробилки, мельницы, контактные чаны, ленточные транспортеры, пьяные бочки, циклоны, мешалки и др.

Все эти изделия выпускались самых различных модификаций. Большинство емкостей изготовлялось из нержавеющей сталей.

Увеличение количества уранодобывающих предприятий вызывало необходимость проведения реконструкции и непрерывного технического перевооружения завода, расширения действующих и строительства новых цехов, замены устаревшего оборудования, освоения совершенно новых видов работ и технологических процессов.

Корпуса и блоки автоматики для ядерного оружия

По решению руководства ПГУ заводу № 48 в 1948 г. было поручено развернуть работы по изготовлению баллистических корпусов для ядерного вооружения и поставки их комплектующим заводам.

Из данных разведки руководству ПГУ и разработчикам первой плутониевой бомбы было уже в 1945 г. известно, что плутониевый заряд и окружающие его химические взрывчатые вещества заключены в корпус бомбы из бронированной стали с



Главный конструктор завода А. А. Колчин



Главный технолог завода В. И. Соколов

внутренним диаметром 140 см, а общая масса бомбы со всеми ее составляющими — около 2 т.

Разработчиком бомбы — филиалом Лаборатории № 2 (КБ-11) — заводу № 48 выдавались уточненные формы и размеры, а также другие требования к материалам и корпусам бомбы. Выполнение задачи по изготовлению корпуса бомбы потребовало срочного строительства нового механосборочного корпуса, в котором был размещен цех № 28. Цех был оснащен новым оборудованием, точными станками, «Цинцинати», радиально-сверлильными, токарными, фрезерными станками и укомплектован квалифицированными кадрами.

Строился корпус механосборочного цеха № 28 тоже по проекту ГСПИ-11, в эксплуатацию вводился частями. Завод успешно справился с заданием освоения корпусов для ядерного вооружения. Эти корпуса регулярно поставлялись разработчикам

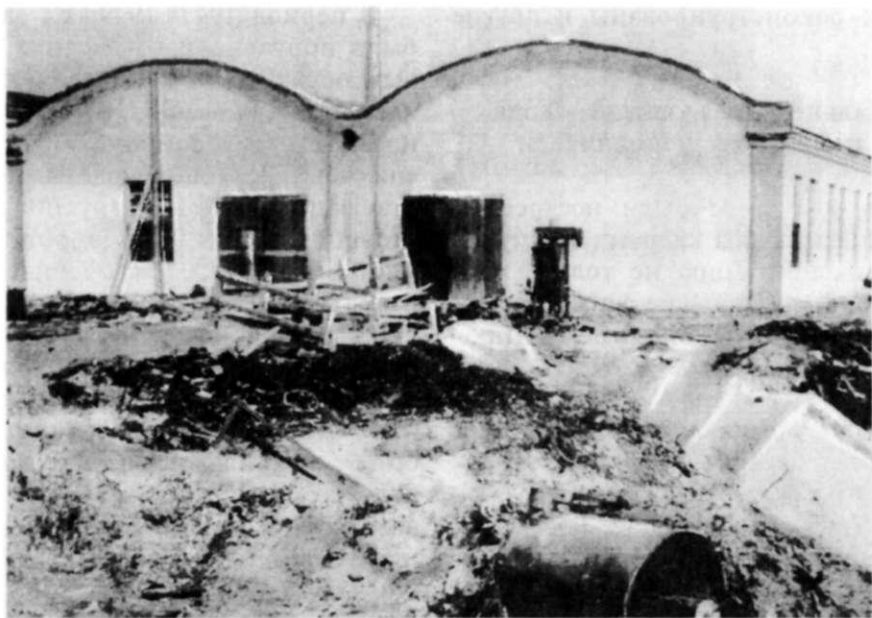
ядерного оружия и комплектующим заводам.

Отливка стальных корпусов производилась в литейном цехе № 1 завода. Его пришлось также реконструировать и перепланировать участки по выпуску литья. Было организовано специальное отделение отливки корпусов и установлены сталеплавильные печи.

Цех № 28 возглавлял тогда Ф. Б. Сухарев, а литейным цехом руководил Б. А. Фурс.

Тогда же было реконструировано и здание инструментального цеха. С помощью руководства ПГУ он был оснащен новейшим оборудованием. Инструментальный цех обеспечивал режущим и измерительным инструментом все действующие цеха завода № 48. Инструментальный цех возглавлял В. Е. Мартемьянов.

В дальнейшем перед заводом № 48 были поставлены дополнительные задания по развертыванию производства для изготовления бло-



Механический цех № 28 (старое здание)



Литейный цех № 1 (старое здание)

ков автоматики (БА-10, БА-40) и приборов для комплектующих заводов, занимающихся выпуском ядерного вооружения. Для этой цели

по проекту ГСПИ-12 (руководитель В. А. Флоров) был построен в конце 50-х годов приборный корпус. По проекту этого же института

были реконструированы и другие цеха.

Дальнейшее развитие завода и основные исполнители

За 40-е годы были построены, укомплектованы кадрами и вступили в эксплуатацию не только цеха № 26 и 28, ставшие впоследствии основными выпускными цехами производства корпусов ядерных авиабомб.

Были созданы гальванический участок и первая лаборатория линейных измерений, возглавляла которую Т. Н. Живова. На заводе была организована централизованная заточка режущего инструмента, смонтировано большое количество разнообразного отечественного и импортного оборудования.

Цехами предприятия были освоены сварка черных и легированных сталей, в том числе автоматическая сварка, гальванические покрытия деталей, кокильное литье, силовое резание металлов и много других новых процессов.

Основными цехами руководили опытные производственники, вышедшие на своих плечах тяжелый труд военных лет. Ими были А. С. Андреев, Ф. Б. Сухарев, Н. С. Жданов, В. Е. Мартемьянов, В. А. Канский.

Как уже отмечалось, отделом главного технолога руководил В. Н. Соколов. Этим отделом были внедрены в практику составление операционных технологических процессов, разработка большого количества технологической оснастки: штампов, приспособлений, режущего и измерительного инструмента, разработаны первые заводские нормы — начало будущей планомерной стандартизации на заводе.

В период 1947—1949 гг. заводу было поручено изготовление первых образцов корпусов серийных ядерных авиабомб. Это были так называемые «тройки», «Татьяны», «шестерки». Новые изделия представляли собой конструкции, состоящие из двух цилиндров диаметром до 1500 мм, сферической головки и хвостовой части (конус с прикрепленными перьями). Отдельно шло изготовление сложных пространственных ступеней, предназначенных для дальнейших работ с этими изделиями. Это производство послужило основой для выпуска всех видов корпусов ядерных авиабомб, и завод в последующие годы был монополистом в этом направлении.

Несмотря на большой опыт по изготовлению военной техники завод столкнулся с проблемами, требующими решения серьезных научных и технических задач. Вновь осваиваемые изделия отличались высокой точностью изготовления (по 1-му и 2-му классам точности), тщательной отделкой поверхностей и их покрытий, что обеспечивалось жесткими требованиями к допускам для крупногабаритных деталей, к качеству сварных швов, к гальваническим покрытиям и оснастке. Крупногабаритные детали необходимо было обеспечить особыми ступенями и кантователями для удобства работы с ними.

Первые трудности при освоении изготовления корпуса бомбы встретились при отливке стальных заготовок головки и стакана. Детали были крупными и толстостенными ($\varnothing 1200 \times 1500 \times 100$ мм), а требования к качеству металла высокими, не допускались поры и какие-либо включения. Из каждой заготовки вырезались образцы для проведения хими-



Начальник цеха А. С. Андреев



Начальник цеха Ф. Б. Сухарев

ческих и механических испытаний, свидетели при термической обработке.

В освоении литья активное участие принимали главный металлург И. Ф. Лапошин, инженеры А. Г. Мельников, С. Д. Лоханкин, сталевары Ф. Латышев, Плейко. Начальником литейного цеха был тогда Б. А. Фурс.

Заготовки цилиндра и конуса хвостовой части изготавливались из листовой стали, вальцевались, сваривались, калибровались, проходили термическую обработку в специально построенной для этой цели печи в литейном цехе.

Сварочные работы прошли гладко, так как на заводе работало много высококвалифицированных электросварщиков. Даже такая сложная и ответственная операция, как приварка ушек, прошла успешно. Операцию приварки ушек выполняли Нурис Рахматулин, Иван и Марфа Вырыпаевы.

Заготовки для ушек ковались в кузнечном цехе кузнецами Я. Н. Барановым и В. Жуковым; начальник цеха Н. С. Жданов, мастера В. Л. Гайдук, М. Я. Лакота, технолог Н. Н. Синицын.

При механической обработке основные трудности были с изготовлением головки. Размеры ее задавались от нереальной поверхности (точки А, находящейся в воздухе), и поэтому контроль размеров был невозможен. Большого труда стоило конструкторскому отделу убедить разработчиков в нетехнологичности расстановки размеров. Конструкторы и технологи завода предложили и пересчитали построение всех размеров детали от реальной базы (поверхности Б). После этого стали возможны изготовление и контроль размеров головки. Размеры на все детали и расположение отверстий были заданы по 1-му и 2-му классам точности. Добиться исполнения их без каких-либо отступлений в силу сложности геомет-



Начальник цеха В. Е. Мартемьянов



Начальник цеха Н. С. Жданов

рии и отсутствия точного оборудования было весьма сложно. Потребовалось большое количество оснастки. Группой конструкторов технологической оснастки руководил А. И. Аксенов. Авторами многих сложных приспособлений были В. М. Полежаев, П. Е. Коробкин.

Быстрое освоение изделия во многом зависело от инструментального цеха, который работал круглосуточно. Цех изготовил большое количество штампов, кондукторов, копировальных и сборочных приспособлений, стенов для испытаний и массу специального контрольно-измерительного инструмента. Большой вклад внесли инструментальщики: начальник цеха В. Е. Мартемьянов, мастер М. Т. Солдатов, слесари С. М. Цыкин и его два сына Виктор и Леонид, Константин Хропин, слесарь-лекальщик Михаил Бахвалов, токари М. И. Морозов, П. А. Воронин, Г. Т. Шкапин, координатчик С. М. Чемельков, гальваник С. Г. Ву-

колов, мастера Ф. А. Дмитриев, А. М. Никифоров, начальник техбюро В. И. Буравчиков, слесарь Е. В. Рогожин — ныне лауреат премии советских профсоюзов.

Высококвалифицированные рабочие, способные решить весь сложный комплекс вопросов, были собраны со всего завода в механосборочный цех № 18, где для нового производства был выделен участок, проведена аттестация рабочих на выполнение отдельных работ, налажена система учета деталей.

Неиссякаем был трудовой энтузиазм таких замечательных мастеров своего дела, как слесарь Борис Бuzин, расточники С. А. Плаксенко, Л. П. Лапкин, разметчик Н. С. Шабанов, токари Константин Романов, Дмитрий Полынников, Николай Богомолов, фрезеровщики Владимир Иванов, Николай Стенчиков, Юрий Заничуковский, маляры Николай Сесютин, Владимир Савин, мастера В. С. Зорин, А. А. Баранов,

П. В. Бессонов, В. А. Доркин, газосварщик Алексей Каменев, освоивший сварку свинца.

Кадры пополнялись молодежью, пришедшей из ФЗУ и ремесленных училищ, молодыми специалистами из вузов и техникумов. Среди них Сергей Жуков — ныне начальник техбюро цеха, Александр Дегтярев — ныне начальник смены и Николай Миронов — в последнее время директор завода. При работе с новыми изделиями проявлялись изобретательность и рабочая смекалка. Весь коллектив трудился честно и самоотверженно, часто без выходных и не одну смену. И все это не за страх, а за совесть.

В котельно-сварочном цехе изготавливались тара для транспортировки и хранения (так называемые «сани»), хвостовая часть и сложные пространственные стапели. В этом цехе были свои энтузиасты: сварщики Огнетов, Новокшенов, рентгенолог А. М. Мильковский, слесари Михаил

Полежаев, С. И. Боярских, мастера Н. М. Шабурников, А. А. Сейлюс, технолог Надежда Волкова, контрольный мастер Д. В. Карякин.

Хвостовое оперение выфрезеровывалось из листового алюминия. Все соединения и крепление его к корпусу осуществлялись клепкой. Приемкой изделий занималась еще не военная, но ответственная госприемка в лице И. И. Муравского.

Только одно сухое перечисление фактов и событий говорит о той большой работе, которая проводилась рабочими, ИТР и служащими по техническому прогрессу производства.

За успешное испытание 29 августа 1949 г. первой в СССР ядерной бомбы многочисленные коллективы цехов и заводов, НИИ и КБ различных ведомств — первых создателей атомной промышленности — были награждены высокими правительственными наградами. Среди награжденных были и работники завода № 48.

ПЕРВЫЕ НИИ, КБ И ПРОЕКТНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, РАБОТАВШИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ

А. К. Круглов, А. М. Петросьянц

Лаборатория № 2 АН СССР

Обычно в нашей стране разработку первых образцов ядерного оружия связывают с созданием Лаборатории № 2 (ИАЭ им. И. В. Курчатова) и ее филиала в г. Арзамасе. К настоящему времени о Лаборатории № 2 и о ее филиале КБ-11 — Всесоюзном научно-исследовательском институте (ВНИИЭФ), образовавших два российских научных центра, хорошо известно специалистам многих стран мира. И. В. Курчатов с 1943 по 1960 г., будучи научным руководителем Уранового проекта (Программа № 1), обеспечивал привлечение многих ученых, конструкторов и проектантов к разработкам по ядерной науке и технологиям целого ряда производств отечественной промышленности. Многие НИИ и КБ страны стояли у истоков создания ядерного щита нашей Родины.

Лаборатория № 2 АН СССР была организована до создания ПГУ (Первого Главного Управления при СНК СССР) как главный государственный координирующий орган по разработке и испытанию первой отечественной ядерной бомбы. Начиная с 1943 г. такими органами были сама Лаборатория № 2 и созданное при НКВД Специальное управление № 9, руководителем которого был заместитель наркома внутренних дел А. П. Завенягин. Спецуправление

№ 9 НКВД в период до организации ПГУ финансировало и контролировало выполнение различных работ в институтах и на промышленных предприятиях, а заместитель председателя Совнаркома М. Г. Первухин был высшим должностным лицом в правительстве, ответственным за обеспечение всего комплекса проблем по Урановому проекту.

Лаборатория № 2 в течение 1943—1944 гг. и половину 1945 г. проходила начальный, организационный путь своего развития. Рождалась она, как следует из приказа директора Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ) А. И. Иоффе, из группы научных работников Казани, где в эвакуации находился тогда ЛФТИ. Приказом от 14 августа 1943 г. предписывалось:

организовать лабораторию в составе 11 человек;

включить в нее И. В. Курчатова, А. И. Алиханова, М. И. Корнфельда, Л. М. Неменова, П. Я. Глазунова, С. Я. Никитина, Г. Я. Щелкина, Г. Н. Флерова, П. Е. Спивака, М. С. Козодаева, В. П. Джелепова.

Заведующим Лабораторией № 2 назначался профессор И. В. Курчатов. В АН СССР лаборатория И. В. Курчатова стала числиться как Лаборатория № 2. Лабораторией № 1, созданной на базе Харьковско-



М. Г. Первухин

го физико-технического института (ХФТИ), также созданной по инициативе Академии наук, руководил К. Д. Синельников, а Лабораторией № 3, организованной несколько позднее в Москве (в декабре 1945 г.), стал руководить А. И. Алиханов.

Постановлением Государственного комитета обороны (ГКО) от 3 декабря 1944 г. Лаборатории № 2 была передана площадка законсервированного Института экспериментальной медицины площадью 120 га со всеми недостроенными зданиями. В структуре Лаборатории № 2 впоследствии было создано 8 секторов:

№ 1 — физика ядерных реакторов, руководитель И. В. Курчатов;

№ 2 — диффузионное обогащение ^{235}U , руководитель И. К. Кикоин;

№ 3 — химия трансурановых элементов, руководитель Б. В. Курчатов;

№ 4 — получения тяжелой воды, руководитель М. И. Корнфельд;

№ 5 — электромагнитный метод разделения изотопов урана, руководитель Л. А. Арцимович;

№ 6 — технология новых агрегатов, включая живучесть главных элементов, руководитель В. И. Меркин;

№ 7 — физика быстрых нейтронов, руководитель Г. Н. Флеров;

№ 8 — изучение мезонов и взаимодействия с веществом, руководитель М. С. Козодаев.

Заместителями руководителя Лаборатории № 2 были в начальный период В. В. Гончаров и П. В. Худяков, которые в основном занимались строительством зданий Лаборатории и административно-хозяйственными проблемами.

Формировались секторы Лаборатории № 2 не сразу: ученых и специалистов отзывали с фронта и оборонных предприятий. По состоянию на 25 апреля 1944 г. в Лаборатории № 2 работало всего 74 сотрудника.

Полномочия, предоставленные Лаборатории № 2 и Спецуправлению № 9 НКВД, позволили организовать в Ленинграде два небольших филиала. 15 марта 1944 г. было создано подразделение (филиал) во главе с И. В. Кикоиным, а с 3 декабря 1944 г. это подразделение было переведено в Москву и включено в структуру Лаборатории № 2. Постановлением ГКО И. К. Кикоин был назначен руководителем сектора № 2 и заместителем начальника Лаборатории № 2.

После взрыва США ядерных бомб в Японии интенсивность работ в Лаборатории № 2 резко возросла. Окончание войны, организация Спецкомитета и ПГУ позволили привлечь ресурсы страны к ускорению решения проблем создания ядерного оружия. Эти проблемы после 1945 г. были сформированы в Программу № 1. Практически одновременно в



И. В. Курчатов

Лаборатории № 2 начал строиться опытный ядерный реактор для подтверждения возможности осуществления управляемой цепной ядерной реакции, а на Южном и Среднем Урале были начаты работы по созданию промышленных производств по получению делящихся материалов для ядерной бомбы.

В то же время для наработки плутония в ядерных реакторах с тяжеловодным замедлителем в Москве (постановлением правительства от 1 декабря 1945 г.) создается самостоятельная Лаборатория № 3, руководителем которой назначается академик А. И. Алиханов.

В декабре 1945 г. на базе расчетно-конструкторской и экспериментальной групп в Ленинграде организуется филиал Лаборатории № 2 во главе с И. Н. Вознесенским для создания оборудования по получению высокообогащенного урана-235.

В апреле 1946 г. правительством принимается решение о создании

филиала Лаборатории № 2 (под Арзамасом в Мордовии), который стал затем называться КБ-11 и который до 6 июня 1950 г. находился в составе Лаборатории № 2.

В Лабораторию № 2 переводятся как на штатные должности, так и в качестве научных консультантов крупные ученые страны. Среди них С. Л. Соболев, Ю. Б. Харитон, Я. Б. Зельдович, И. С. Панасюк, М. Г. Мещеряков, В. С. Фурсов, И. Я. Померанчук и др.

Проводится концентрация усилий на решении главных задач по созданию ядерного оружия и формированию самой Лаборатории № 2.

30 мая 1947 г. была утверждена новая структура Лаборатории № 2, где было предусмотрено создание четырех научно-исследовательских отделов. В каждом из отделов создавалась экспериментальная база для исследований.

Задачи между отделами были распределены следующим образом:

отдел К, руководитель И. В. Курчагов: получение плутония в уран-графитовых реакторах, работающих на блоках из металлического урана;

отдел Д, руководитель И. К. Кишкин: получение высокообогащенного ^{235}U газодиффузионным методом;

отдел А, руководитель Л. А. Аршимович: получение высокообогащенного урана электромагнитным методом;

отдел № 4, руководитель М. Г. Мещеряков: ядерно-физические исследования и создание фазотрона в Ново-Иванкове (Дубна) с энергией протонов 560 МэВ.

В каждом из отделов были созданы секторы. В отделах К, Д, А и № 4 было соответственно 13, 6, 6 и 3 научных сектора. К работам указанных отделов и секторов Спецкомитетом и руководством ПГУ были привлечены целый ряд институтов Академии наук СССР и КБ промышленных предприятий различных отраслей страны.

Гиредмет Наркомата цветной металлургии и НИИ-9 системы НКВД

Известно, что «хлебом» атомной промышленности является уран. Без него невозможно получить делящиеся материалы, нельзя создать ядерное оружие. В сборнике, изданном в 1987 г. к столетию со дня рождения академика В. Г. Хлопина, подробно освещается роль Ленинградского государственного радиевого института Академии наук (РИАН) и головного института промышленности редких металлов — Гиредмета, которые вместе были у истоков разработки первых технологий переработки урановых руд в довоенный период. Особая роль в

получении урана в 1943-1950 гг. принадлежала Гиредмету.

Гиредмет был образован в Москве в 1931 г. Практически одновременно с созданием в Академии Наук Лаборатории № 2 институт приступил к работам по Программе № 1. Для исследований по решению проблем организации атомной промышленности в Гиредмете был создан свой научный коллектив. Директором Гиредмета был А. П. Зефирин (1943-1946 гг.), а его заместителем по научной работе — Н. П. Сажин. В 1943 г. Гиредмету было поручено возобновить прекращенную ранее деятельность ураново-радиевой лаборатории с включением ее исследований в план первоочередных работ: выделение урана из руд; разработка технологии получения металлического урана.

В стране в предвоенный период существовало производство радия*. Металлический же уран в стране не получали, и технология его выделения из руд отсутствовала.

В июне 1943 г. дирекцией Гиредмета была сформирована специальная Лаборатория № 1. Ее руководителем была назначена З. В. Ершова, которая к тому времени уже работала над проблемой выделения радия (под руководством известных ученых В. Г. Хлопина и И. Я. Башилова) и в 1937 г. стажировалась в Париже в лаборатории Марии Кюри.

Как вспоминает З. В. Ершова, финансирование работ Гиредмета по решению проблем получения урана осуществлялось тогда непосредственно Управлением № 9 НКВД, руководителем которого был заместитель наркома внутренних дел А. П. Завенягин.

* На Заводе редких металлов Главредмета производство радия было прекращено в 1935 г.



А. П. Зефирюв

Гиредмету тогда было поручено усовершенствование технологии получения урана из руд и получение тетрафторида урана, карбида урана, металлического урана.

Институт также должен был разработать и изготовить различные урановые мишени для проведения физических исследований при облучении их нейтронами, а также получить различные препараты из продуктов распада урана. По заданию Совнаркома и руководства Наркомата цветных металлов (НКЦМ) усилиями сотрудников Гиредмета в начале 1944 г. в Лаборатории № 1 впервые в СССР был получен карбид урана. Порциями по 10 кг заместитель директора Н. П. Сажин и З. В. Ершова этот продукт лично передавали И. В. Курчатову и В. В. Гончарову в Лабораторию № 2 для исследований и подготовки к использованию в строящемся опытном ядерном реакторе Ф-1. В 1944 г. был получен и металлический уран, первый слиток ко-

торого массой около 1 кг, подвергнутый вакуумной рафинировке, хранится в музее Гиредмета. Разработчиками первой опытной технологии получения металлического урана кроме научного руководителя Н. П. Сажина являются З. В. Ершова, Г. Е. Каплан, Г. М. Комовский, Ю. А. Черников, Е. А. Каменская. На процессе получения первого слитка металлического урана (опыт закончился в 2 ч ночи) присутствовали заместитель председателя Совнаркома М. Г. Первухин и А. П. Завенягин. Этим примером следует подчеркнуть, что еще до создания Спецкомитета и ПГУ в ГКО и правительстве М. Г. Первухин не только организовывал первые работы по программе создания ядерного оружия, но и формировал в Наркоматах, институтах и на заводах соответствующие коллективы для работ по созданию этого оружия.

Вместе с И. В. Курчатовым и А. П. Завенягиным он стоял у истоков разработки и испытания первых ядерных бомб из полученных на отечественных предприятиях плутония и урана-235. Под его руководством начиналась организация производства гексафторида урана, тяжелой воды и лития на заводах химической промышленности и трития в ПГУ. Основными материалами и готовыми изделиями для ядерной бомбы из плутония были урановые блоки для ядерных реакторов, а для обеспечения работы оборудования по получению обогащенного урана-235, производства фтористых соединений урана (UF_6 , UF_4) — и специальные фильтры.

Все эти изделия и материалы в первые годы работы отрасли изготавливались на заводе № 12, а многие технологические процессы разрабатывались в Гиредмете и НИИ-9.

Получение металлического урана советскими учеными показало готовность отечественных специалистов организовать производство урана и приступить к выполнению ядерной программы. Для этой цели на заводе № 12 была создана опытная установка, на которой в 1945 г. были проведены полупромышленные опыты получения слитков урана массой в несколько килограммов. Эти работы на заводе выполнялись под руководством бригады Гиредмета во главе с З. В. Ершовой. В составе бригады работали Н. П. Солдатов, Т. С. Меньшиков и др. Начальником опытного цеха завода № 12 тогда был Н. С. Козлов.

В Гиредмете кроме лаборатории З. В. Ершовой над получением металлического урана работала и электрохимическая лаборатория, возглавляемая С. И. Скляренко и Г. Е. Каплан. В Подольске работал опытный завод Гиредмета.

В тематику Гиредмета управление № 9 НКВД включает и работы по получению тория. В институте создаются новые лаборатории, которые требуют дополнительных помещений. Под руководством профессора Г. Ф. Комовского в институте налаживается рентгеноструктурный и спектральный анализ. Профессор Ю. А. Чернихов создает химико-аналитическую лабораторию, профессор Г. А. Меерсон — лабораторию карбидов урана.

В 1944 г. уже велись работы по получению металлического урана, диоксида урана и вакуумной рафинировке металлического урана.

В ноябре 1944 г. А. П. Заменягин приглашает Н. П. Сажина и З. В. Ершову для совместного обсуждения их предложения о целесообразности создания специализированного института с опытным производством и

передаче работ по специальным металлам из Гиредмета в этот институт.

Постановлением ГКО от 4 декабря 1944 г. принимается решение о создании в системе НКВД Института специальных металлов и завода № 5. Сразу же, в декабре 1944 г., А. П. Заменягин, В. Б. Шевченко, Д. С. Захаров и З. В. Ершова осматривают площадку (в Покровском-Стрешневе) с недостроенными корпусами Всесоюзного института экспериментальной медицины (ВНЭМ). Корпуса физиологии и химии, которые строились для ВИЭМ, передаются вновь созданной организации. Это решение было принято не сразу, так как в 1943 г. на эту площадку намечался перевод Радиевого института (РИАН), который тогда был эвакуирован из Ленинграда в Казань. Заместитель директора РИАН член-корреспондент АН СССР Б. А. Никитин и начальник циклотронной лаборатории РИАН М. Г. Мещеряков в июле 1943 г. были внезапно вызваны в Москву в Управление № 9 НКВД и привезены в Покровское-Стрешнево для подготовки размещения РИАН. Но в связи с противодействием академика В. Г. Хлопина, М. Г. Первухиным было отменено принятое ранее решение, чтобы не разрушать Ленинградскую школу радиохимиков, созданную усилиями В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина.

3 января 1945 г. директором нового Института специальных металлов и завода № 5 был назначен опытный металлург инженер-полковник, профессор В. Б. Шевченко. Он работал главным инженером на Дзержинском медеплавильном комбинате в Казахстане, а затем заместителем главного инженера Норильского комбината. Завод № 5 предполагалось сделать производственной базой института. Однако вскоре решение о

заводе № 5 было отменено, так как эти работы постановлением ГКО (30 августа 1945 г.) было решено поручить подмосковному заводу № 12 в Электростали.

Институт специальных металлов стал называться НИИ-9. Институту в 1945 г. была передана часть тематики Гиредмета по работам с ураном. Бывшие сотрудники Гиредмета З. В. Ершова, В. Д. Никольский и Н. С. Повицкий составили техническое задание на проектирование лабораторных помещений НИИ-9 и на проектирование на заводе № 12 цехов по переработке урановой руды, получению тетрафторида урана и металлического урана. На указанных сотрудников возлагалась ответственность за проектирование и пуск перечисленных цехов. Проектное задание на строительство зданий для НИИ-9 было выполнено в 1945 г. и передано на заключение академику В. Г. Хлопину — директору РИАН, который в довоенные годы был научным консультантом Гиредмета по проблемам получения из руд урана и радия. В Гиредмете оставались рудно-геологическая лаборатория, несколько лабораторий обогащения урановых руд, электрохимическая, производственно-аналитическая лаборатории и лаборатория физических методов анализа. Эти лаборатории до 1951 г. работали в Гиредмете, когда на их базе и базе некоторых подразделений НИИ-9 в составе Второго ГУ при Совете Министров СССР был создан другой технологический институт НИИ-10, ответственный за создание технологии добычи и переработки урановых и ториевых руд.

Как уже отмечалось, первые работы по переработке урановых руд в нашей стране были организованы в РИАН В. И. Вернадским, В. Г. Хлопиным, А. Е. Ферсманом еще за

десять лет до создания Гиредмета. Под руководством В. Г. Хлопина и А. Е. Ферсмана в 1922 г. сначала в институте, а затем на Березниковском радиевом заводе (в Пермской области) были организованы первое выделение и последующая наработка радия из отечественных урановых руд. В воспоминаниях академика А. Л. Яншина отмечается, что в 1918 г. Совнаркомом были выделены средства на изучение радиоактивных минералов и организацию опытного завода по извлечению радия из урановой руды. Завод строился на реке Каме у пристани «Тихие горы». Урановая руда была привезена в мае 1920 г. в район Березников. В 1923 г. добыча урановой руды была возобновлена на Тюямуюнском руднике в Фергане. Поэтому не только для Гиредмета, но в значительной мере и для НИИ-9 родоначальником организации их научных исследований является РИАН, основателем которого был крупнейший ученый XX века академик В. И. Вернадский.

Перед вновь организованным НИИ-9 были поставлены следующие задачи:

- изучение месторождений урана, систематизация данных и создание минералогического музея;

- разработка методик геолого-разведочных работ по урану и методов добычи урановых руд;

- создание технологических процессов переработки руд урана от стадии дробления до получения чистых солей урана;

- разработка технологии получения металлического урана и получения из него урановых блоков для загрузки в реакторы;

- разработка технологического процесса выделения плутония из облученных в реакторе Ф-1 Лаборатории № 2 урановых блоков и процессов

регенерации урана с очисткой его от продуктов деления урана.

Для указанных целей в институте была создана специальная установка № 5. Эта установка впоследствии сыграла решающую роль в проверке технологической схемы радиохимического завода, выданной РИАН. Работы над схемой велись под научным руководством заместителя директора РИАН члена-корреспондента АН СССР Б. А. Никитина с участием специалистов из ряда институтов Академии наук и Наркомата химической промышленности.

В начале 1945 г. НИИ-9 поручалось также вести работы по созданию разделения изотопов урана методом центрифугирования. Для этих целей в институте под руководством профессора Ф. Ф. Ланге, ранее работавшего в ХФТИ, а затем в лаборатории И. К. Кикоина в Свердловске, создается специальная лаборатория.

Перед институтом были поставлены и некоторые другие задачи, включая проблемы, связанные с одним из методов получения тяжелой воды, и т. п.

Академик В. Г. Хлопин внимательно рассмотрел Техническое задание на строительство зданий и перечень научных проблем, поставленных в 1945 г. перед новым институтом. Как вспоминают ветераны, В. Г. Хлопин был удивлен большим количеством задач, стоящих перед институтом, но в целом дал положительное заключение на строительство и реконструкцию корпусов бывшего ВИЭМ, где должны были размещаться лаборатории и отделы НИИ-9.

Еще до выхода решения ГКО о создании института в апреле 1944 г. В. Б. Шевченко и представитель Лаборатории № 2 И. Н. Головин были командированы в освобожденную

нашими войсками Австрию (в Институт радия) для выяснения возможности изъятия оборудования и различных химических реагентов. В Германию также было направлено несколько комиссий. В них, в частности, А. П. Завенягин, В. Б. Шевченко, В. В. Гончаров, И. К. Кикоин, Ю. Б. Харитон и другие специалисты. Комиссии выясняли возможность не только эвакуации из Германии имеющегося там природного урана в виде его солей и урановой руды, но также различных приборов, установок и оборудования. Была создана комиссия и по приглашению на наши предприятия для работы по договорам немецких ученых и квалифицированных специалистов.

Одновременно изучалась и возможность привлечения немецких специалистов к работам по получению урана и по другим направлениям создаваемой в нашей стране атомной промышленности. Были приглашены со своими помощниками и семьями для работы в НИИ-9 профессор М. Г. Фольмер, Р. Доппель, а в Лабораторию № 2 — И. Шинтельместер. С уранового завода в Германии специалисты во главе с профессором Н. В. Рилем также были направлены для работы в нашей стране. Предполагалось, что вывезенное с этого завода оборудование немецкие специалисты смонтируют на заводе № 12, с тем чтобы на нем получать металлический уран.

После прибытия в нашу страну эти немецкие ученые успешно работали в НИИ-9 и на заводе № 12, а некоторые из них были отмечены высокими правительственными наградами нашей страны.

Как уже отмечалось, НИИ-9, входящий в систему объектов НКВД, с самых первых месяцев организации

начал интенсивно развиваться. Директор института В. Б. Шевченко с участием переведенных из Гиредмета специалистов З. В. Ершовой, В. Д. Никольского и других укомплектовывает институт научными сотрудниками, формирует коллективы лабораторий, отделов опытных установок.

Первыми научными работниками, принятыми в институт, были кандидаты наук Е. Г. Грачева, В. К. Марков, И. А. Миркин и член-корреспондент АН Н. А. Изгарышев, крупнейший специалист по электрохимии и коррозии.

Руководство ПГУ и лично А. П. Завенягин уделяли большое внимание развитию НИИ-9, формированию его тематики, укреплению кадров и экспериментальной базы. Так, уже 17 января 1946 г. и 8 февраля 1946 г. Горно-металлургическая секция Инженерно-технического совета (ИТС)*, которую тогда возглавлял А. П. Завенягин, рассмотрела главные вопросы, которые необходимо было решать в НИИ-9, на заводе № 12 и уранодобывающих предприятиях. В указанной секции участвовали немецкие специалисты доктора наук Н. В. Риль и Г. Виртц, которые в качестве экспертов вместе с главным инженером завода № 12 Ю. Н. Головановым давали заключение по проекту реконструкции цехов завода № 12.

Рассматривая проекты цехов обогащения (№ 1), очистки (№ 2) и цеха получения металлического урана (№ 3), секция ИТС приняла решения, охватывающие научные исследования НИИ-9 не только по за-

воду № 12. Были даны следующие конкретные поручения:

предусмотреть в цехе № 2 получение диоксида урана, не нарушая схемы аппаратного оформления цеха. Восстановление от закиси-окиси диоксида урана проводить в отдельном здании;

разработать процесс извлечения радия из получаемых в цехе № 1 сырых сульфатов и радиевых концентратов. К разработке был привлечен Ухтинский комбинат НКВД;

проконсультировать технологические схемы по цехам завода № 12 и возможное количество извлечения продукта с академиком В. Г. Хлопным и немецкими учеными Н. В. Рилем и Г. Виртцем, а также с В. И. Спицыным, В. Б. Шевченко, Н. Ф. Квасковым**, Н. П. Сажиным, О. Е. Звягинцевым и др.;

В. Б. Шевченко проверить в лабораториях НИИ-9 все технологические схемы, применяемые на заводе № 12;

предусмотреть в составе очистных установок производственных стоков специальные фильтры для улавливания урана из сточных вод (поручено Гипроредмету, директор П. Е. Бельский).

Одновременно были даны поручения и приняты следующие решения:

изучить возможность извлечения из сланцев урана, молибдена, никеля и ванадия (В. Б. Шевченко);

**Н. Ф. Квасков — крупнейший специалист и организатор редкометаллической и атомной промышленности. В 1938–1945 гг. работал главным инженером и начальником Управления свинцово-цинковой промышленности НКЦМ, с 1945 г. работал в ПГУ, сначала главным инженером, а с 1946 г. — заместителем начальника Управления № 2, в 1949–1953 гг. — начальником Первого управления ПГУ, в 1953–1974 гг. — начальником Третьего главного управления Минсредмаша.

*Председателем ИТС Спецкомитета был М. Г. Первухин, а председателем Технического совета — Б. Л. Ванников. В апреле 1946 г. ИТС и Технический совет были объединены в Научно-технический совет ПГУ.

составить до 1 мая 1946 г. проект работ по эксплуатации штольни и опытного завода в районе Саки-Силламяэ (Эстония) с учетом проектного задания, выполненного Всесоюзным институтом минерального сырья (ВИМС). Установить производительность опытного завода по дроблению, измельчению и обжигу 100 т сланцев в сутки;

просить СНК СССР передать опытную установку № 3 на Московском заводе им. П. Л. Войкова НКЦМ в состав НИИ-9 для полупромышленных испытаний технологии извлечения урана из сланцев.

Из изложенного очевиден громадный объем работ, которые выполнялись НИИ-9 уже в 1946 г. С института не только спрашивали, но и хорошо помогали ему. Так, в начале 1946 г. (в апреле) установка № 3 была передана в институт и стала опытным заводом НИИ-9*. Первым начальником установки № 3 (и опытного завода) был Н. С. Богомолов, которого затем (в 1971 г.) сменил А. А. Матвеев. К середине 1946 г. численный состав НИИ-9 составлял 1200 человек. В институте имелось 13 лабораторий, проектно-конструкторский отдел и его филиал в Ленинграде, а также необходимые технические службы. Для работ немецкого проф. М. Г. Фольмера по получению тяжелой воды было сформировано специальное конструкторское бюро. Впоследствии тематика НИИ-9 уточнялась. В 1946–1949 гг. главными задачами для НИИ-9 было расширение производства урана и отработка технологии получения на заводе № 12 из металлического урана изделий —

блоков для загрузки в ядерные реакторы.

Расширенное проектное задание на развитие института специальных металлов было разработано Гипроредметом НКЦМ и утверждено 18 июля 1947 г. В его разработке кроме руководства институтов принимали активное участие К. П. Унтилов, З. В. Ершова, И. С. Крохин, В. Д. Никольский, Е. Г. Грачева, Г. Ф. Комовский, М. С. Круглов, С. А. Казачкова, С. Н. Ложникова, И. А. Миркин и др.

Кроме проверок технологических схем на заводе № 12 в начальный период своей деятельности НИИ-9 проводил важнейшие исследования и разработки по созданию технологии изделий из плутония на другом заводе: на Комбинате № 817 в Челябинске-40. НИИ-9 был головным институтом по этой проблеме. В этом институте решением Совнаркома от 27 ноября 1947 г. был создан специальный отдел «В», занимающийся проблемой получения металлического плутония и деталей из него и урана-235 для ядерной бомбы.

Руководителям отдела был назначен академик А. А. Бочвар, а его заместителями — член-корреспондент АН СССР Б. А. Никитин (который одновременно был заместителем директора РИАН) и академик И. И. Черняев (одновременно был директором Института общей и неорганической химии ИОНХ), начальниками трех лабораторий отдела кроме И. И. Черняева были переведены из других НИИ профессор А. Н. Вольский и А. С. Займовский.

Среди крупнейших ученых, работающих в НИИ-9 (в дальнейшем ВНИИМ), необходимо назвать члена-корреспондента АН СССР С. Т. Конобеевского, который с

*Впоследствии с организацией НИИ-10 (29 декабря 1951 г.) установка вместе с несколькими лабораториями НИИ-9 по добыче и переработке урановых руд была передана в новый институт НИИ-10.

1948 г. был переведен из Московского Государственного университета для руководства в НИИ-9 группой рентгеноструктурного анализа. Он первым начал изучать диаграммы состояний сплавов урана и плутония. В 1952 г. распоряжением Совета Министров С. Т. Конобеевский был назначен заместителем директора НИИ-9 по научной работе. С. Т. Конобеевский по праву считается создателем отечественной школы радиационного материаловедения. С 1 декабря 1952 г. директором НИИ-9 назначается академик А. А. Бочвар, а первым заместителем директора — профессор Московского университета В. В. Фомин.

Радиевый институт АН СССР (РИАН)

РИАН стоял у истоков изучения в нашей стране явления радиоактивности, ядерной физики, геохимии радиоактивных элементов и радиохимии. Создатели и первые руководители РИАН В. И. Вернадский и А. Е. Ферсман уже в начале XX в. возглавляли сначала Радиевую комиссию АН СССР (1909 г.), а затем Радиевый отдел Комиссии Совнаркома по изучению естественных производительных сил России (1918 г.).

При указанном отделе 1 июля 1918 г. была создана Специальная коллегия во главе с В. Г. Хлопиным по организации и эксплуатации Березниковского завода (Уральского Совнархоза) для извлечения радия.

Работы Коллегии, протекающие в трудных условиях хозяйственной разрухи и гражданской войны, закончились получением 1 декабря 1921 г. первых отечественных высокоактивных радиевых препаратов. В то время работы по радиоактивности велись и

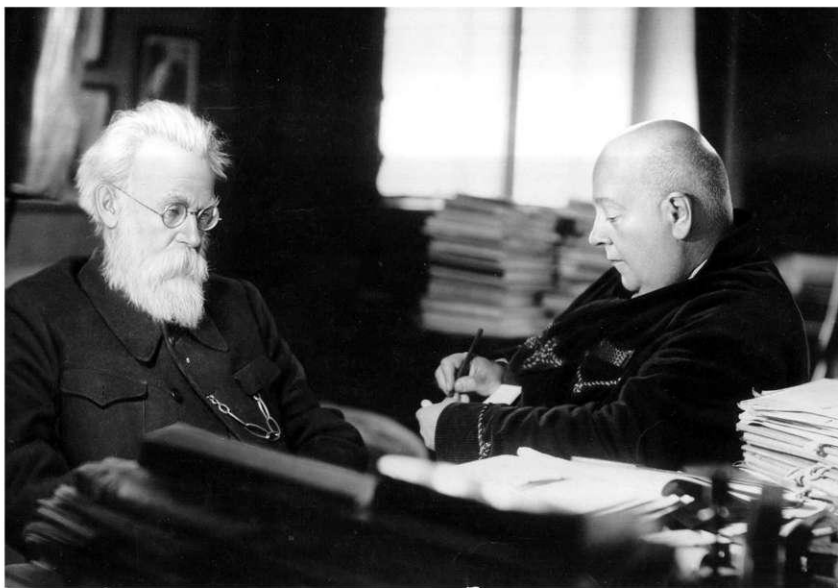
в Московском университете, в Физическом институте в Москве, и в Радиологической лаборатории (руководимой профессором В. С. Бурксом) в Одессе.

Наличие технологии получения отечественных препаратов радия явилось основанием для объединения разрозненных подразделений по радиоактивности в единый научный центр. 1 января 1922 г. указанные выше подразделения Петрограда вместе с Радиевым отделением Государственного рентгенологического и радиологического института были объединены в специальный Государственный радиевый институт при Академии наук. Директором института был избран академик В. И. Вернадский, который возглавил геохимический и минералогический отделы. Химическим отделом руководил В. Г. Хлопин, а физическим — Л. В. Мысовский. Одновременно В. Г. Хлопин был заместителем директора, а Л. В. Мысовский — ученым секретарем института.

Как отмечал В. Г. Хлопин: «Период развития радиевого дела в России с 1918 по 1923 г., ознаменовавшийся вначале определенно наметившимся раздроблением работ, связанных с изучением радия и явлений радиоактивности и распределением их между рядом учреждений, закончился вновь объединением их под эгидой Российской Академии наук».

Организация производства радия сначала на опытной установке, а затем на Березниковском заводе обеспечивалась усилиями подразделений Высшего Совета народного хозяйства страны (ВСНХ).

Как отмечено в юбилейном издании, посвященном 50-летию института: «1 марта 1923 г. Советом труда и обороны радий был признан государственным валютным фондом».



В. И. Вернадский и А. Е. Ферми

Радиевая руда и сам радий передавались в ВСНХ, а общее научное руководство добычей и учетом радия, а также его хранением возлагалось на Государственный радиевый институт при Академии наук.

Наличие радия позволяло не только ученым Радиевого института проводить исследования по изучению ядерных реакций под действием α -, β -, и γ -излучений. В 1925 г. Л. В. Мысовский предложил для регистрации радиоактивных превращений с излучением α -частиц готовить специальные толстослойные фотопластинки. В слое эмульсии толщиной до 50 мкм регистрировались α -частицы разных энергий. До 1945 г. работы по усовершенствованию этого фотометода регистрации излучений в процессе физических исследований проводились только в Радиевом институте (А. П. Ждановым, Н. А. Перфиловым и др.). После открытия нейтрона (в 1932 г.) физический отдел Радиевого института

стал единственным изготовителем в стране источников нейтронов.

По хорошо известной теперь ядерной реакции α -частицы, испускаемые радием и продуктом его распада — радоном, взаимодействуя с порошком бериллия, превращают бериллий в углерод, испуская при этом нейтроны. Наличие в стране указанных источников способствовало развитию ядерно-физических исследований во многих физических институтах.

1932 год был знаменателен для РИАН двумя событиями. Ученый совет института (председатель В. И. Вернадский) по предложению Л. В. Мысовского и физика-теоретика Н. А. Гамова принял решение о создании в РИАН первого в Европе и Азии ускорителя заряженных частиц — циклотрона. Тогда же Г. А. Гамов опубликовал монографию «Строение атомного ядра и радиоактивность». В стране это была практически первая попытка теоре-

тически осмыслить ядерные процессы.

Создание экспериментальной базы института в определенной мере инициировало создание в другом старейшем институте — ЛФТИ — группы по исследованию атомного ядра. В этой группе, созданной приказом А. Ф. Иоффе от 16 декабря 1932 г., научными консультантами были ученые РИАН Л. В. Мысовский и Г. А. Гамов*.

Все это позволило сотрудникам РИАН и ЛФТИ И. В. Курчатову, Б. В. Курчатову, Л. В. Мысовскому и Л. И. Русинову открыть в 1937 г. наличие ядерной изомерии у искусственного радиоактивного брома. В РИАН с 1935 по 1949 г. руководителям циклотронной лаборатории (по совместительству) работал И. В. Курчатов. Работающие под руководством И. В. Курчатова молодые ученые Г. Н. Флеров и К. А. Петржак в 1940 г. открыли самопроизвольный распад ядер урана.

На циклотроне РИАН, который был запущен в 1937 г., прошли научную стажировку крупнейшие ученые страны, среди них А. И. Алиханов, М. Г. Мещеряков, А. П. Виноградов, С. Н. Вернов и др. Многие из этих ученых стали членами Академии наук, руководителями ведущих научных центров страны. С 1943 г. в РИАН руководителем физического отдела по совместительству работал член-корреспондент АН СССР П. И. Лукирский (с 1946 г. академик).

Если работы отдела физики РИАН были связаны с изучением дозиметрии ионизирующих излучений, исследованиями по ядерной физике и использованием радиоактив-

ных изотопов в медико-биологических исследованиях, то работы, возглавляемые отделами В. И. Вернадского, А. Ф. Ферсмана и В. Г. Хлопина, создали основы уранодобывающей и радиохимической промышленности. Закладывали эти основы в РИАН еще в довоенный период.

Как известно, по инициативе В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина 30 июля 1940 г. при президиуме АН СССР была образована Комиссия по проблеме урана, задача которой заключалась в развитии работ по изучению свойств урана и возможности использования его внутриядерной энергии. В комиссию вошли академики В. И. Вернадский — директор РИАН до 1939 г.; В. Г. Хлопин — директор РИАН после 1939 г., председатель; А. Е. Ферсман — сотрудник РИАН*; А. Ф. Иоффе — директор ЛФТИ; С. И. Вавилов — директор ФИАН, научный руководитель Государственного оптического института; профессора А. П. Виноградов — Лаборатория геохимических проблем АН СССР, И. В. Курчатов — ЛФТИ, Ю. Б. Харитон — Институт химической физики (ИХФ); Д. И. Щербаков — геолог; Л. В. Комлев — геохимик, а также секретари комиссии.

Деятельность комиссии, координировавшей работу многих институтов, полностью до сих пор практически не освещена. Ее рекомендации и решения играли решающую роль при создании экспериментальной базы ЛФТИ, ХФТИ, в других институтах и в целом при проведении работ по цепным ядерным реакциям. Мероприятия, предложенные в довоенные годы В. И. Вернадским,

*Г. А. Гамов, член-корреспондент АН СССР в 1932–1938 гг. После эмиграции (в течение 1938–1990 гг.) был исключен из состава Академии наук. Восстановлен в 1990 г.

**А. Е. Ферсман в 1922–1926 гг. во время заграничной командировки В. И. Вернадского исполнял обязанности директора РИАН. В память о его научных заслугах названы минералы — ферсманит и ферсмит.

А. Е. Ферсманом и В. Г. Хлопиным, были основополагающими для решения урановой проблемы:

1. Поручить АН СССР срочно приступить к выработке методов разделения изотопов урана и к конструированию соответствующих установок, обратиться к правительству с ходатайством о специальных для этого ассигнованиях, а также о выделении соответствующих количеств драгоценных и цветных металлов.

2. Предложить АН СССР осуществить работы по проектированию сверхмощного циклотрона для физического института АН СССР.

3. Создать государственный фонд урана.

К 1941 г. урановая комиссия выработала программу работ, включавшую в себя следующие аспекты:

выяснение механизма деления урана и тория (РИАН, ЛФТИ, ХФТИ);

выяснение условий поддержания цепной реакции в природной смеси изотопов урана (ИХФ, ЛФТИ);

разработку методов разделения изотопов урана (РИАН, ЛФТИ, ХФТИ и др.).

Программа включала в себя также работы по поиску месторождений урана, пригодных для добычи. Уже 15 октября 1940 г. вышло постановление, предписывающее АН СССР утвердить план урановой комиссии и выделявшее ресурсы институтам-исполнителям. Этим же постановлением в составе Урановой комиссии создается подкомиссия под руководством А. Е. Ферсмана по поиску, разведке и эксплуатации урановых месторождений.

Планом исследовательских работ предусматривалось также строительство новых ускорителей и других установок. Уже в феврале 1941 г. на ленинградском заводе «Электроси-

ла» начали проводить испытание магнита (массой 75 т) для циклотронной лаборатории ЛФТИ. Комиссия координировала работы по изучению радиоактивных руд, геохимии естественных радиоактивных и радиогенных изотопов. В 1940 г. были выполнены экспериментальные и региональные исследования радиоактивности вод и горных пород района кавказских минеральных источников. Ураноносность природных вод, изученная до войны, позволила позднее выявить закономерности миграции урана и определить перспективные места добычи.

Прерванные в начале Великой Отечественной войны работы по урановой проблеме были возобновлены в 1943 г. Еще до создания Спецкомитета и ПГУ при ГКО, ответственных за организацию работ по созданию в СССР ядерного оружия, в 1944 г. РИАН было поручено разработать технологию радиохимического производства, обеспечивающего выделение плутония из облученного нейтронами урана. Научным руководителем указанной технологии в 1944 г. был назначен В. Г. Хлопин. В 1944-1945 гг. в РИАН после возвращения института из Казани был восстановлен циклотрон, на котором получены импульсные количества нептуния и плутония. Руководил работами на циклотроне М. Г. Мещеряков*. Технология выделения плутония из облученных нейтронами мишеней урана проводилась на близком хими-

*М. Г. Мещеряков в 1946 г. был направлен на испытание двух ядерных бомб США на атолле Бикини. С 1947 по 1953 г. работал заместителем начальника Лаборатории № 2, обеспечивая руководство созданием крупнейшего ускорителя, который был построен в Дубне. С 1953 по 1956 г. работал в Дубне директором Института ядерных проблем АН СССР, который был создан на базе ускорителей протонов — синхротрона энергией 680 МэВ и синхротрона энергией 10 ГэВ.

ческом аналоге плутония — короткоживущем изотопе нептуния. Этот имитатор плутония — нептуний-239 — с периодом полураспада 2, 3 сут. переходит в плутоний-239. Наличие даже ничтожных количеств этих элементов позволило ученым института создать радиометрические методики, регистрирующие их импульсные количества в растворах.

В 1945-1946 гг. РИАН выпускает первый научно-технический отчет по способу переработки облученного в ядерном реакторе урана и выделения из него плутония. Эта работа подтвердила высокий класс исследователей-радиохимиков и физиков, работающих в институте. Среди первых ученых, работающих под руководством В. Г. Хлопина над созданием этой технологии, следует назвать Б. А. Никитина, А. П. Ратнера, А. А. Гринберга, И. Е. Старика, Б. П. Никольского, В. М. Вдовенко, К. А. Петржака, В. И. Гребенщикова. Как отмечают ветераны атомной промышленности З. В. Ершова и М. Г. Гладышев, указанный выше научно-технический отчет РИАН являлся руководством для химиков и физиков НИИ-9, Лаборатории № 2 и других институтов, а также технологов радиохимического завода в Челябинске-40 и на долгое время стал для них «настойной книгой». Именно эта работа, а также доклад В. Г. Хлопина 20 мая 1946 г. на научно-техническом совете ПГУ дали возможность руководству Уранового проекта летом 1946 г. развернуть строительство на Южном Урале недалеко от Кыштыма первого в стране радиохимического завода.

Одновременно было поручено ускорить в Лаборатории № 2 строительство и пуск опытного реактора Ф-1 для получения в нем весовых количеств плутония и отработки на

специально создаваемой в НИИ-9 установке выданной РИАН технологии выделения из урановых блоков плутония. Научным руководителем радиохимических работ на установке НИИ-9 был назначен заместитель директора РИАН член-корреспондент АН СССР Б. А. Никитин. Он же был и руководителем пуска радиохимического завода. В создании технологии и разработке оборудования для этого сложнейшего завода принимали участие различные институты АН СССР, институты и КБ, а также промышленные предприятия и строительно-монтажные организации различных отраслевых министерств.

Московский НИИ химического машиностроения

Не только Лаборатория № 2, НИИ-9, РИАН и Гиредмет стояли у истоков разработки проблем получения материалов для ядерной бомбы. Институт химического машиностроения в 1946-1948 гг. внес один из решающих вкладов в проблему получения плутония для ядерной бомбы, разработав отечественную конструкцию (отличную от конструкции реакторов США) первого промышленного ядерного реактора.

Как известно, в 1942 г. на базе эвакуированных с европейской части страны предприятий в Свердловске был создан Уральский завод химического машиностроения. Тогда же было принято решение о создании при заводе Института химического машиностроения. Директором завода был назначен Е. И. Гольдман, а главным инженером по совместительству — главный инженер завода Уралхиммаш Н. А. Доллежалъ — крупнейший конструктор-машиностроитель. Одновременно в Москве создается филиал Свердловского НИИ

химического машиностроения. В 1943 г. Московский филиал становится головным институтом, а НИИ в Свердловске преобразуется в его филиал. Министр химического машиностроения П. И. Паршин принял это решение по предложению Н. А. Доллежаль и Е. И. Гольдмана. В институте создаются научно-экспериментальные и проектно-конструкторские подразделения. В годы войны институт разрабатывал минометы и другую продукцию.

В 1945 г., работая директором института, инженер-полковник, профессор Н. А. Доллежаль направляется в Германию для отбора некоторых видов оборудования по репарации с немецких военных заводов.

Московский НИИхиммаш интенсивно развивается, и помимо филиала в Свердловске создаются филиалы в Ленинграде, Харькове и Иркутске, ставшие впоследствии самостоятельными институтами химического машиностроения.

В январе 1946 г., как вспоминает Н. А. Доллежаль, нарком химической промышленности — зам. Председателя Совнаркома М. Г. Первухин — сообщил ему, что на НИИ химического машиностроения возлагается большая ответственность. Вскоре Н. А. Доллежаль предложил ознакомиться с переводом книги Г. Смита — официального отчета о разработке ядерной бомбы в США, т. е. об использовании ядерной энергии в военных целях. Тогда же ученый секретарь Инженерно-технического совета Специального комитета ГКО Б. С. Поздняков знакомит Н. А. Доллежаль с начальником Лаборатории № 2 АН СССР, одним из самых молодых наших академиков — И. В. Курчатовым.

Сообщая о задачах Лаборатории № 2 и Института химического маши-

ностроения, И. В. Курчатов отмечал: «Сейчас нам необходимо в кратчайший срок создать урановый «котел» промышленного назначения. В нем будет происходить цепная реакция деления урана и нарабатываться плутоний — радиоактивный элемент, который не существует в природе».

Признавая правильность назначения директора Московского НИИхиммаша главным конструктором промышленного ядерного реактора, о чему уже имелось постановление правительства, Н. А. Доллежаль вспоминает: «... мы больше других привыкли иметь дело с экстремальными условиями, в которых должны работать наши машины: необычно высокими давлениями, химически агрессивными средами. И это, наверное, делало нас чуточку больше других приспособленными к созданию неординарных устройств, к принятию нестандартных технических решений».

Техническое задание (ТЗ) на проектирование промышленного ядерного реактора выдала Лаборатория № 2. Это задание разрабатывалось в секторах № 1 (руководитель И. В. Курчатов) и № 6 (руководитель В. И. Меркин). Принцип действия реактора, по воспоминаниям Н. А. Доллежаль, заключался в необходимости обеспечить управляемую цепную ядерную реакцию при делении легкого изотопа урана-235, которого содержится в природном уране только около 0,7%.

Для получения необходимых параметров нейтронов, которые делят ядро урана-235 и обеспечивают работу реактора для наработки плутония, получаемого при захвате нейтронов

* Н. А. Доллежаль/ У истоков рукотворного мира. Записки конструктора/ Трибуна академика. М.: Знание, 1989.

тяжелыми ядрами урана-235, в ТЗ Лаборатории № 2 сначала было предусмотрено, как и в реакторах США, горизонтальное расположение технологических каналов (ТК), загружаемых урановыми блоками и охлаждаемых обычной химической очищенной водой. Основным материалом активной зоны реактора — замедлителем нейтронов — был графит, в котором с шагом 200 мм находились отверстия диаметром 44 мм для размещения ТК.

Урановые блоки (\varnothing 35 мм, $H=100$ мм) имели алюминиевую оболочку толщиной 1 мм, а водяной зазор между блоком и трубой ТК был равным 2 мм. Для регулирования мощности реактора среди ТК с ураном находились каналы, загружаемые поглотителем нейтронов.

Не останавливаясь на рассмотрении конструкции реактора, схем загрузки и разгрузки урана, биологической защите и других системах, о чем подробнее написано в третьем разделе, отметим лишь, что сроки разработки эскизного проекта были сверхжесткими. Причем ТЗ несколько раз уточнялось.

В окончательном варианте по предложению Н. А. Доллежаль было принято вертикальное размещение ТК и систем управления и защиты. Однако во избежание монополизма НИИхимаш разработку уникального ядерного объекта одновременно в КБ-10 (Б. М. Шолкович, Подольск) и ГСПИ-11 (А. И. Гутов, Ленинград) вели по горизонтальной схеме реактора.

Лишь после детального рассмотрения двух вариантов Комиссия из руководителей ПГУ (Б. Л. Ванникова, А. П. Завенягина, Е. П. Славинского, В. С. Емельянов и Б. С. Позднякова) совместно с И. В. Курчатовым и наркомом В. А. Малышевым

и М. Г. Первухиным в марте 1946 г. сделала выбор и приняла отечественную схему создания вертикального реактора.

В НИИхимаш главной работой становится создание конструкции промышленного реактора. Соисполнители — НИИ и КБ других ведомств подключались немедленно соответствующими решениями Специального комитета и правительства.

НИИхимаш осуществлял по Урановому проекту не только разработки реактора. Значительная часть разработчиков под руководством заместителя директора И. И. Саламатова участвовала в разработках оборудования и различной аппаратуры для создаваемого там же, в Челябинске-40, радиохимического производства, на котором плутоний отделялся от урана и продуктов деления.

Все конструкторы НИИхимаш и привлеченных организаций, разрабатывавшие рабочий проект реактора с экспериментальным обоснованием целого ряда систем контроля и оборудования, закончили его в июле 1946 г. Уместно напомнить, что Н. А. Доллежаль опасался за работоспособность промышленного реактора, так как экспериментальный реактор Ф-1 в Лаборатории № 2 еще только создавался. Он это высказал научному руководителю И. В. Курчатову. Ответ был таков: «Не сомневайтесь, все будет в порядке. Принципиальные ошибки исключены. А если испытание выявит что-то непредвиденное, вы успеете внести изменения в конструкцию. Так что давайте чертежи, буду подписывать».

Сейчас становятся очевидными причины такой уверенности И. В. Курчатова. Как следует из опубликованных данных, ему были известны не только разработки Энрико Ферми по осуществлению пер-

вой в мире управляемой цепной ядерной реакции в Чикаго, но и работы по созданию в Ханфорде отличной от нашей схемы промышленных ядерных уран-графитовых реакторов для наработки плутония. Однако для такой уверенности нужен был и опыт физика-экспериментатора. И. В. Курчатов еще в довоенный период проводил основополагающие работы по ядерной физике в ЛФТИ, РИАН АН СССР и ХФТИ, где возглавлял соответствующие лаборатории.

По рабочим чертежам, разработанным главным конструктором, заводы различных отраслей промышленности изготавливали оборудование. Темпы строительства, изготовления оборудования и его монтажа соответствовали условиям военного времени. Уже в январе 1947 г. был подготовлен котлован для промышленного реактора, а в начале 1948 г. закончены монтаж всего оборудования и сборка активной зоны реактора.

В июне 1948 г. был осуществлен физический пуск первого промышленного реактора. Местом проживания и работы руководителя ПГУ Л. Б. Ванникова, научного руководителя Комбината № 817 И. В. Курчатова и главного конструктора реактора Н. А. Доллежаля на значительное время стал Челябинск-40.

Окончательная цель была достигнута через 15 месяцев, когда 29 августа 1949 г. на испытательном полигоне в Казахстане прогремел взрыв отечественной ядерной бомбы. Уместно повторить слова ныне здравствующего старейшего конструктора, академика Н. А. Доллежаля, которые и сейчас актуальны для нашего государства: «Страна получила разящий меч и со спокойным достоинством вложила его в ножны, не размахивая

им, не угрожая; самим фактом своего существования он обрел роль щита — меч, созданный талантом и работоспособностью советских людей».

Все конструкции промышленных уран-графитовых реакторов, построенных в Челябинске-40, Томске-7 и Красноярске-26, были разработаны под руководством сначала НИИхиммаша, а затем НИКИЭТ. Руководителем и главным конструктором этих КБ был Н. А. Доллежаля.

Первый же промышленный реактор, срок жизни которого был официально предопределен тремя годами, в целом успешно проработал 41 год. О трудностях и авариях в первые годы работы этого реактора было рассказано ранее.

После 1949 г. НИИхиммаш, а также И. В. Курчатов и Е. П. Славский были одними из инициаторов использования энергии деления ядер урана и плутония в народном хозяйстве. Физики-реакторщики Лаборатории № 2 и конструкторы НИИхиммаша приступили к разработке реактора для атомной электростанции (АЭС).

Разрабатывалось три варианта. Кроме Н. А. Доллежаля свои реакторы для АЭС предлагали А. П. Александров — директор Института физических проблем и А. И. Лейпунский — научный руководитель Лаборатории «В» (Обнинск), которая впоследствии стала физико-энергетическим институтом. Институт физических проблем предлагал реактор на тепловых нейтронах с газообразным теплоносителем, а Лаборатория «В» — реактор на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем.

Технический Совет ПГУ в начале 1950 г. принял решение, предложенное НИИхиммаш. Для АЭС был выбран уран-графитовый реактор с теп-

лоносителем в виде обычной воды. Но на этом мы останавливаться не будем, так как решение о создании этих реакторов принималось позднее августа 1949 г. Важно только отметить, что ученые и конструкторы продолжали свою работу не для войны, а для мира.

Неоценимый вклад НИИХиммаш в создание промышленных реакторов для наработки плутония, а также возможность использования отводимого тепла от реакторов для получения электричества были решающими при выходе постановления правительства о создании на базе реакторных подразделений Института химического машиностроения специального Научно-исследовательского и конструкторского института энергетической техники. Для нового института — НИКИЭТ — были переданы здания, построенные на территории Нижней Красносельской улицы. Директором и главным конструктором НИКИЭТ был назначен профессор Н. А. Доллежалъ, который в 1953 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1962 г. — академиком.

ГСПИ-11 первый проектный институт атомной, промышленности

Генеральным проектировщиком всех предприятий в ПГУ был тогда единственный в нарождающейся новой отрасли промышленности Ленинградский институт — ГСПИ-11. Учитывая, что этот институт был и до сих пор остается генеральным проектировщиком многих производств атомной промышленности, в том числе радиохимических заводов и заводов по получению обогащенного урана, необходимо кратко остановиться на основных этапах развития

ГСПИ-11. Институт был образован приказом № 183 Наркомата тяжелой промышленности 21 октября 1933 г. Размещался он в Ленинграде на Набережной Красного флота. Назывался он тогда СПБ «Двигательстрой» и был в ведении Главного военно-мобилизационного управления НКТП СССР. В 1938 г. институт был переименован в Государственный специальный проектный институт — ГСПИ-11, а постановлением № 4 от 21 января 1939 г. был передан в Наркомат боеприпасов. Во время Отечественной войны ГСПИ-11 был эвакуирован в Киров, где работал по заказам 24 Наркоматов, проектируя 89 оборонных заводов и предприятий. В 1944 г. институт возвращен в г. Ленинград. Решением Государственного комитета обороны 4 сентября 1945 г. институт был передан в подчинение ПГУ. Размещен институт (основное здание) на Приморском проспекте. В годы войны директором института был А. И. Гутов, а главным инженером — Ф. З. Ширяев. После передачи института в ПГУ его директором остался А. И. Гутов, а главным инженером был назначен В. В. Смирнов (который занимал эту должность до 1951 г.). Ф. З. Ширяев был переведен сначала руководителем специального проектного бюро в НИИ-9, а затем назначен директором вновь образованного в системе ПГУ института ГСПИ-12.

К началу функционирования новой атомной отрасли промышленности в структуре ГСПИ-11 было 18 отделов и проектных бюро, а также необходимые технические службы. С 1946 г. в ГСПИ-11 заместителями главного инженера работали А.З. Ротшильд, А. В. Карандашев, А. А. Черняков, И. З. Гельфонд.

Первые промышленные комбинаты и жилые поселки при них на

Урале ГСПИ-11 начал проектировать уже в начале 1946 г.

Выбор производственной площадки особо сложного первого плутониевого комбината на Южном Урале, где кроме уран-графитных реакторов размещались радиохимический и химико-металлургические заводы и первый тяжеловодный реактор, был утвержден решением НТС ПГУ еще 13 июня 1946 г.

Недостаточная изученность проблем ядерной и радиационной безопасности заставляла не только ГСПИ-11, но и научное и административное руководство Урановым проектом с особым вниманием отнестись к размещению производственных объектов Комбината и его жилого поселка, ставшего впоследствии красивейшим городом южного Урала.

По докладу А. А. Чернякова о проектном задании Комбината № 817, как он вначале назывался, было принято решение:

предусмотреть размещение предприятий завода на южном берегу озера Кызыл-Таш* с общей площадью будущих предприятий 200 км²;

разместить первый уран-графитовый проточный реактор «А» на высоте 270,7 м и расположить его между другими объектами;

разместить радиохимический объект на расстоянии 2 км от ядерного реактора «А» рядом с вытекающей из озера рекой Теча;

разместить площадки водоподготовки на расстоянии 1,7 км от реактора;

расположить жилой поселок на расстоянии 8–9 км от реактора на берегу крупнейшего на Южном Урале озера Иртыш.

В проектном задании были предусмотрены и места расположения отстойных прудов и, как тогда их называли, «складов осколков», т. е. радиоактивных продуктов деления, нарабатываемых в ядерных реакторах, которые затем отделялись от плутония и урана на радиохимическом заводе.

Задание по энергообеспечению Комбината было одобрено НТС ПГУ. Из проекта следовало: организовать систему электроснабжения Комбината № 817, предусматривающую питание двух подстанций завода от трех независимых линий передач — Челябинской ТЭЦ, Кыштымской подстанции и Уральской подстанции (II очередь) — и от собственной постоянно действующей тепловой электростанции с двумя паровыми турбинами мощностью по 2–2,5 тыс. кВт каждая.

На указанной производственной площадке будущего Комбината № 817 кроме перечисленных объектов недалеко (на севере от объектов водоподготовки) и была выбрана территория для строительства особо ответственного промышленного тяжеловодного реактора ОК-180. Генеральным проектировщиком был утвержден ГСПИ-11.

К этому объекту предъявлялись не только повышенные прочностные требования, не допускающие его разрушения при внешних воздействиях (падения самолета и т. д.). Особые требования предъявлялись к переводу реактора как на рабочую (номинальную) мощность, так и на пониженную мощность и заглушение реактора. Эти требования были необходимы во избежание возникновения термических напряжений выше допустимых в корпусе реактора и других конструкциях.

Поэтому кроме перечисленных выше источников энергообеспечения

*Площадь зеркала воды — 19 км², высота над уровнем моря — 226 м.

Комбината № 817 на реакторе ОК-180 был предусмотрен еще один дополнительный источник питания насосов — от аккумуляторных батарей.

Вторым по важности производством был Верх-Нейвинский завод по получению высокообогащенного до 90% урана-235.

ГСПИ-11 обеспечивал необходимой проектной документацией не только эти две крупнейшие стройки страны. В разгар строительства на Южном Урале (на Комбинате № 817) работало 40-45 тыс. человек, а на Среднем Урале (на Комбинате № 813) — 30 тыс. человек. Практически одновременно ГСПИ-11 вел проектирование филиала Лаборатории № 2 в Арзамасе и первого полигона для испытания ядерных бомб под Семипалатинском. Первая реконструкция переданного в систему ПГУ подмосковного завода № 12 в Электростали также проводилась ГСПИ-11. Завод был призван обеспечить урановыми блоками и специальными фильтрами первый промышленный реактор — наработчик плутония и диффузионный завод в Верх-Нейвинске для получения высокообогащенного урана.

Только после создания в Москве проектного института ГСПИ-12 от проектных работ по дальнейшей реконструкции завода № 12 ГСПИ-11 был освобожден.

Не только предприятия комбинатов на Южном и Среднем Урале проектировались ГСПИ-11. По проектам ГСПИ-11 впоследствии были созданы Комбинат № 816 (Томск-7) и Комбинат № 815 (Красноярск-26), а также Первая атомная электростанция в Обнинске, сорокалетие пуска которой отмечалось в июне 1994 г.

Около десяти «закрытых» и целый ряд открытых городов Минсредмаша проектировали специалисты Ленин-

градского проектного института. Среди них Челябинск-65, Свердловск-44 и Свердловск-45, Арзамас-16, Красноярск-26, Пенза-19, г. Шевченко в Казахстане, г. Навои в Узбекистане. Города научных центров, Академгородок в Новосибирске, Обнинск в Калужской области, Сосновый Бор и Дмитровград строились по проектам этого института.

По выданной институтом проектной документации были построены многие предприятия топливного цикла атомной промышленности, а также Сибирская, Ленинградская, Курская, Игналинская АЭС и целый ряд других объектов атомной промышленности.

С 1990 г. бывший ГСПИ-11 и его Уральское, Томское, Красноярское, Новосибирское и другие отделения преобразованы во Всероссийское объединение ВНИИ проектный институт энерготехнологии (ВНИИПИ-ЭТ).

ГСПИ-12

Вторым проектным институтом атомной промышленности был ГСПИ-12. Этот институт был создан в Москве решением правительства от 8 февраля 1948 г. Институт был организован на базе проектно-конструкторского бюро НИИ-9 с целью оперативного выполнения проектов новых предприятий, создаваемых в основном по разработкам НИИ-9 и Лаборатории № 2. Директором ГСПИ-12 в 1948 г. был назначен Ф. 3. Ширяев. Первым и главным проектом, который выполнял ГСПИ-12, был завод конечной продукции Комбината № 817, на котором изготавливались сначала из металлического плутония, а затем из высокообогащенного урана основные изделия для ядерного оружия. Большой



А. И. Алиханов



В. В. Владимирский

вклад в проектирование этого завода внесли Н. П. Алексахин, Л. Р. Дулин, Л. Т. Житченко, Д. С. Майоров, Б. А. Васильев, А. Г. Гришкова и др. Впоследствии ГСПИ-12 проектировал объекты по разделению изотопов лития, выделению трития из облученных в ядерных реакторах мишеней из лития-6, а также получению специальных изделий.

Производство изделий из бериллия и циркония также осуществлялись по проектам, выполненным в ГСПИ-12. С развитием ядерной энергетики производство большинства тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) для АЭС осуществляется в цехах заводов, построенных по проектам ГСПИ-12.

Многие исследовательские ядерные реакторы также проектировались коллективом вновь созданного института.

Перечислением указанных производств далеко не ограничиваются

предприятия и технологические процессы, реализация которых осуществляется по разработкам ГСПИ-12.

Лаборатория № 3 (Москва) и КБ-10 (Подольск)

Для разработки ядерных реакторов-наработчиков плутония кроме Лаборатории № 2, которая отвечала за создание уран-графитовых промышленных реакторов, решением Технического совета Спецкомитета (председатель Т. С. Ванников, ученый секретарь академик А. И. Алиханов от 8 октября 1945 г. было предложено организовать Лабораторию № 3. На эту лабораторию возлагалась ответственность за разработки реакторов, в которых вместо графита использовался более эффективный замедлитель нейтронов — тяжелая вода (D_2O). Такой реактор имел возможность нарабатывать плутоний при загрузке урана в 10–15 раз меньшей, чем загрузка в реакторе системы уран

— графит. Кроме того, для обеспечения работы реактора вместо сотен тонн графита ядерной чистоты применялась тяжелая вода в активной зоне реактора, которой требовалось в 50—60 раз меньше. Это утверждение было известно руководству Уранового проекта, так как в 1944 г. в США был осуществлен пуск ядерного реактора, в котором критическая масса составляла 3 т урана и 6,5 т тяжелой воды.

Добыча же отечественного урана тогда только организовывалась, а его запасы были мало изучены.

В решении ТС Спецкомитета предлагалось Лаборатории № 3 кроме физических исследований, проектирования и создания уран-тяжеловодного реактора проводить также работы по использованию в реакторе природного тория для наработки другого (искусственного) делящегося изотопа — урана-233. Этот изотоп, как и высоко обогащенный уран-235, также мог быть использован в ядерной бомбе.

Постановлением правительства от 1 декабря 1945 г. в Москве была организована Лаборатория № 3, а ее директором был назначен академик А. И. Алиханов. С 1946 г. заместителем руководителя лаборатории назначается В. В. Владимирский. Для размещения производственных корпусов лаборатории в районе Черемушек, рядом со зданием усадьбы Меншиковых, выделяется территория площадью около 100 га и сверхсрочно создается экспериментальная база.

Уже в 1947 г. в лаборатории работало 300 сотрудников, а выделенные материальные ресурсы позволили в 1948 г. построить и осуществить пуск уникального по тем временам ускорителя дейтронов (тяжелого водорода) энергией в 12 МэВ.

Руководство Лаборатории № 3 сразу же составило ТЗ на разработку проекта опытного реактора с использованием в качестве замедлителя нейтронов тяжелой воды.

По-видимому, в те годы самой сложной проблемой в решении Уранового проекта была организация производства тяжелой воды. Это подтверждается тем, что еще до создания Лаборатории № 3 решением ГКО от 4 сентября 1945 г. Наркомату химической промышленности было поручено организовать производство тяжелой воды. Правительством контроль за обеспечением всех работ был возложен лично на наркома химической промышленности и руководителей смежных Наркоматов, ответственных за финансирование и создание оборудования. Кроме М. Г. Первухина и Н. А. Борисова (Госплан), наркомы П. И. Паршин (Химмаш) и И. Г. Кабанов (Электротехпром) были обязаны каждые два месяца лично докладывать правительству о подготовке установок и цехов по получению тяжелой воды. Кроме институтов Наркомхимпрома, в первую очередь Физико-химического института им. Л. Я. Карпова (директор Н. М. Жаворонков), который в 1946—1948 гг. был головным в стране по созданию методов получения тяжелой воды, к изучению ее свойств кроме Лаборатории № 3 были привлечены Лаборатория № 2 (сектор № 4 — руководитель М. И. Корнфельд), Институт физических проблем АН СССР (директор А. П. Александров), лаборатория НИИ-9, руководимая немецким ученым профессором М. И. Фольмером и другие НИИ различных ведомств.

Технический проект опытного тяжеловодного реактора для Лаборатории № 3 выполнялся в 1947 г. В течение 1948 г. было построено зда-

ние реактора и закончен основной монтаж оборудования. Реактор в Лаборатории № 3 был введен в строй в апреле 1949 г. Для отработки загрузки урановых стержней на заводе № 12 в Электростали было изготовлено более четырехсот урановых стержней диаметром 2,2 и 2,8 и длиной 160 см. Стержни размещались в алюминиевом корпусе реактора диаметром 175 и высотой 195 см. Для определения критических загрузок было предусмотрено изменение шага квадратной решетки в тяжелой воде от 6,3 до 16,3 см. Объем активной зоны заполненной тяжелой водой, изменялся от 2 до 3,3 м³. Над определением критических параметров и проведением физических исследований работали под руководством А. И. Алиханова и В. В. Владимирского сотрудники лаборатории № 3 И. Я. Померанчук, А. Д. Галанин, С. Я. Никитин, Н. А. Бургов, С. А. Гаврилов, А. П. Рудик, Б. В. Эршлер, П. И. Долин и многие другие. На реакторе Лаборатории № 3 отрабатывались схема и конструкция первого промышленного тяжеловодного реактора, который впоследствии был построен на Южном Урале на Комбинате № 817.

КБ-10 Подольского завода тяжелого машиностроения и его роль в создании тяжеловодного реактора

Как создание первого уран-графитного реактора, так и разработка и строительство тяжеловодного реактора проходили тогда в основном под контролем секции ядерных реакторов НТС ПГУ (председатель М. Г. Первухин, ученый секретарь В. Ф. Калинин). В течение 1947 г., когда выполнялся проект этого ре-

актора, Секция № 1 НТС неоднократно рассматривала отчеты основных разработчиков проекта. Так, 16 января 1947 г. руководитель Лаборатории № 3 А. И. Алиханов и главный конструктор ОКБ «Гидропресс» Подольского завода тяжелого машиностроения им. Серго Орджоникидзе Б. М. Шолкович докладывал и о проектном задании по разработке опытного реактора Лаборатории № 3.

Секции были даны следующие поручения:

А. И. Алиханову представить дополнительные физические расчеты, а И. В. Курчатову их рассмотреть и представить на утверждение вместе с проектным заданием;

А. И. Алиханову совместно с заместителями руководителя ПГУ А. П. Завенягиным и П. Я. Антроповым определить предельную длину урановых стержней, которые могут быть изготовлены на заводе № 12 в Электростали;

Б. М. Шолковичу дополнительно рассмотреть вопрос о предельной мощности опытного реактора, рассчитанного на мощность 500 кВт.

На заседания Секции № 1, руководимой заместителем Председателя Совмина, приглашались не только ответственные разработчики, но и руководители ПГУ и министры других отраслей, предприятия и институты которых были ответственными за изготовление оборудования для создания ядерного реактора в кратчайший срок. Так, 29 мая 1947 г. при рассмотрении на Секции № 1 состояния проектирования и изготовления опытного реактора были приняты решения:

обязать Б. М. Шолковича совместно с директором ЦКТИ Л. А. Шубин-Шубенко (Минтяжмаш) осуществить под научным руководством

Лаборатории № 3 комплексное проектирование физического дейтонного котла (ФДК). Начиная с 1955 г. (после первой Женевской конференции по использованию атомной энергии в мирных целях) «котлы» стали называть ядерными реакторами;

поручить Подольскому заводу тяжелого машиностроения (директор Б. Г. Хабенский) изготовление ФДК, комплексную постановку реактора в целом и проведение монтажа; поручить Б. Г. Хабенскому укрепить кадрами ОКБ «Гидропресс» и создать на заводе производственный отдел и группу комплектования реактора;

принять к сведению сообщение министра Тяжмаша Н. С. Казакова, что персональная ответственность за проектирование, изготовление и поставку оборудования по ФДК возложена на заместителя министра Т. Р. Бобырева;

поручить А. И. Алиханову, И. В. Курчатову, Б. С. Позднякову, Б. М. Шолковичу к 10 июня 1947 г. решить вопрос о размещении и внешней защите опытного тяжеловодного реактора.

Мобилизация коллективов ЦКТИ, ОКБ «Гидропресс» Лаборатории № 3, ГСПИ-11 и других исполнителей, включая производственные цеха Подольского завода тяжелого машиностроения и завода № 12 ПГУ, позволила выполнить проект опытного тяжеловодного реактора к концу 1947 г.

Кроме физических измерений, на опытном реакторе с самого начала его проектирования предусматривалось и получение радиоактивных изотопов. В техническом задании была обоснована также необходимость проведения на первом отечественном тяжеловодном реакторе работ

для биологических исследований, радиационной химии и металлофизики.

В отличие от построенного в Лаборатории № 2 первого опытного уран-графитового реактора Ф-1 ФДК (или ТВР) представлял собой сложные физические установки со многими конструктивными особенностями и значительным количеством оборудования. Характерной особенностью тяжеловодных реакторов является и то, что в них образуется гремучая смесь, которую необходимо удалять и сжигать. В таких реакторах предъявляются повышенные требования к герметичности контура и проблемам безопасности.

Другой особенностью таких реакторов является и то, что на природном уране с тяжелой водой в корпусе реактора или в другом оборудовании контура может произойти самопроизвольная цепная реакция (СЦР). Критическая масса может вызвать СЦР, когда в системе $U-D_2O$ количество урана составляет около 1,5–2 т.

Поэтому конструкторы оборудования и проектировщики, создавая проект реактора, учитывали эти особенности.

Высокая стоимость тяжелой воды делала необходимым сокращение до минимума протечки и потери этого замедлителя нейтронов, который был одновременно и теплоносителем. Контроль герметичности оборудования (в первом контуре) должен быть особенно надежным.

Впоследствии Лаборатория № 3 (Теплотехническая лаборатория, Институт теоретической и экспериментальной физики) и КБ-10, которое стало самостоятельной конструкторской организацией ОКБ «Гидропресс» и выделилось из Подольского завода тяжелого машиностроения,

превратились в известные не только у нас в стране крупнейшие научные центры: ИТЭФ—в известный ядерно-физический центр, а ОКБ «Гидропресс»—в главного разработчика основных реакторов ядерной энергетики.

Вклад их в развитие атомной индустрии трудно переоценить.

О других институтах Академии наук — участниках создания первой плутониевой бомбы

В главе об основных разработчиках отечественного ядерного оружия было бы неправильно ограничиваться только названными выше институтами и КБ. Как хорошо известно, Лаборатория № 2 начинала создаваться в 1943 г. на базе помещений Института общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова АН СССР (ИОНХ). Этот институт был организован в 1934 г. в результате объединения Лаборатории общей химии АН СССР, Института физико-химического анализа, основанного в 1918 г. Н. С. Курнаковым, и Института по изучению платины и других благородных металлов. Первым директором и основателем ИОНХ был Н. С. Курнаков, а с 1941 г. директором института работал И. И. Черняев.

В стране этот институт к началу работы над Урановым проектом имел ряд важных разработок по методам исследования металлических систем путем изучения свойств сплавов в зависимости от состава и температуры. Разделение платиновых металлов и получение их в чистом виде давало основание И. В. Курчатову и В. С. Емельянову привлечь в 1945 г. квалифицированный состав ученых ИОНХ к изучению свойств и полу-

чению металлического плутония. Это поручение директору ИОНХ И. И. Черняеву было дано, когда не было никаких, даже миллиграммовых, запасов чистого плутония. Не работал реактор Ф-1 в Лаборатории № 2, и только еще строился промышленный реактор. В своих воспоминаниях В. С. Емельянов отмечал: «Прежде всего нам необходимо было знать все физические свойства плутония... температуру плавления, временное сопротивление, поперечное сжатие, ударную вязкость и все другие характеристики, обычно определяемые для всех металлов и сплавов». В распоряжение академика И. И. Черняева (в 1943 г.) И. В. Курчатов и В. С. Емельянов не могли предоставить даже крупинки плутония размерами в десятки доли миллиметра.

Ответ И. И. Черняева на поручение: «Прежде чем давать задание, надо хоть немного соображать... и вы хотите, чтобы я на этом количестве металла и температуру плавления определил, и механические свойства, и микроструктуру исследовал, и все аллотропические формы...» Не останавливаясь на ходе обсуждения, следует отметить, что ИОНХ был активным разработчиком и обеспечил вместе с НИИ-9 и другими институтами получение металлического плутония, пригодного для использования в ядерной бомбе.

Рабочим местом в 1948—1949 гг. И. И. Черняева, а также ряда сотрудников ИОНХ становится площадка строящегося завода «В» (Комбината № 817) в Челябинске-40. О свойствах металлического плутония и участниках работ по его получению подробнее рассказано в настоящем сборнике.

Другим институтом АН СССР, внесшим важнейший вклад на на-

чальном периоде развития атомной промышленности, был Институт физической химии (ИФХАН). Институт был основан в 1945 г. на базе Коллоидно-электрохимического института. С 1932 до 1949 г. директором института работал академик А. Н. Фрумкин.

Под руководством А. Н. Фрумкина была основана школа отечественных электрохимиков. Директор института активно участвовал в обеспечении пуска в Челябинске-40 первого радиохимического завода и в Свердловске-44 — первого газодиффузионного завода по получению обогащенного урана-235.

С 1949 по 1953 г. директором ИФХАН был Г. В. Акимов, а с 1953 г. — В. И. Спицын.

С именами руководителей ИФХАН и большой группы ученых института связан целый ряд работ, позволивших обеспечить эксплуатацию радиохимического завода на Комбинате № 817 и преодолеть трудности хранения радиоактивных отходов и загрязнения ими окружающей среды больших территорий вокруг этого Комбината.

Рекомендации ИФХАН по выбору коррозионно-стойких материалов и исследования по снижению коррозии оборудования и сбросам радиоактивности в окружающую среду изложены в разделе 4, а в разделе 11 показаны условия работы газодиффузионного завода. До настоящего времени работы ИФХАН связаны с атомной промышленностью.

Институт химической физики. Всем известна роль Института химической физики Академии наук (ИХФАН), организатором которого в 1931 г. был Н. Н. Семенов (академик с 1932 г.). До 1931 г. он руководил физико-химическим отделом в ЛФТИ, в 1963—1971 гг. был вице-

президентом АН СССР. В 1927 г. он открыл новый тип химических процессов — разветвленные цепные реакции, теорию которых сформулировал в 1930—1934 гг. (лауреат Нобелевской премии в 1956 г. совместно с С. Н. Хиншелвудом). Основными работами ИХФАН являлись исследования по химической кинетике, теории горения и взрывов. Под руководством Н. Н. Семенова работали Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович, которые в 1939 г. провели расчет цепной ядерной реакции деления урана. Под руководством переведенных в Лабораторию № 2, а затем в ее филиал КБ-11 сотрудников ИХФАН Ю. Б. Харитона, Я. Б. Зельдовича и К. И. Шелкина были осуществлены (с использованием данных разведки) необходимые разработки конструкций первой отечественной ядерной бомбы.

В ИХФАН были разработаны методы и измерительная техника для изучения быстро протекающих процессов, а также способ исследования веществ при сверхвысоких давлениях и температурах. Все эти исследования были необходимы при разработке первой ядерной бомбы.*

Когда создавался этот институт, многие ученые, как физики, так и химики, даже знакомые с работами школы Н. Н. Семенова, как пишет в своей монографии Ф. И. Дубовицкий (член-корреспондент АН СССР, заместитель директора ИХФАН)**, не могли разобраться, в чем же заключается различие между физической хи-

*В 1949 г. в ИХФАН под руководством М. А. Садовского был создан Специальный сектор для обеспечения научных наблюдений при ядерных испытаниях. Впоследствии сектор был преобразован в Институт динамики геосфер АН СССР.

**Ф. И. Дубовицкий. Институт химической физики (Очерки истории). Черноголовка: изд. ИХФАН, 1992 г.



Н. Н. Семенов

мией и химической физикой. Иногда в шутку говорили: физическая химия — это А. Н. Фрумкин, а химическая физика — это Н. Н. Семенов. Учитывая, что и сейчас многие неоднозначно понимают различные в этих науках, укажем, что вкладывал Н. Н. Семенов в понимание химической физики. Эта наука включает в себя следующие теории: разветвленных химических цепных реакций, теплового взрыва, молекулярных пучков, а также масс-спектрометрическое изучение химических реакций и др. Как утверждал Н. Н. Семенов, химическая физика представляет собой науку об электронно-квантовом строении вещества и особенно о химических превращениях. В 1939 г. институт по предложению Н. Н. Семенова был передан из Наркомата нефтяной промышленности в АН СССР. До войны институт находился в Ленинграде, а в ее начале был эвакуирован в Казань. В 1943 г. было принято решение о перебазировании ИХФАН в Москву. Для

размещения института было выделено на Воробьевых горах здание Музея народов СССР, построенное в бывшей усадьбе Дмитриева-Мамонова, на территории которой уже размещался ИФП. После реконструкции и ремонта здания ИХФАН укрепляется кадрами, создаются необходимые лаборатории, оснащаемые под руководством Н. Н. Семенова экспериментальной базой. Под руководством Н. Н. Семенова в институте работала большая группа ученых, в основном заведующих лабораториями, которые впоследствии активно участвовали в работах по созданию ядерного оружия и ядерной энергетики. Среди этих ученых были Ю. Б. Харитон, заведующий лабораторией взрывчатых веществ; М. А. Садовский, возглавлявший специальный сектор по изучению физических параметров ядерного взрыва; руководители лаборатории: физики горения — Я. Б. Зельдович; турбулентного горения — К. И. Щелкин; взрывчатых процессов — А. Ф. Беляев; детонации — А. Я. Апин. В институте работали Д. А. Франк-Каменецкий, братья А. И. и О. И. Лейпунские, В. К. Бобылев и другие, также внесшие большой вклад в создание ядерного оружия и развитие атомной промышленности.

После организации в 1946 г. филиала Лаборатории № 2 в Арзамасе-16 большая группа ученых из ИХФАН переводится на работу, связанную с созданием сначала ядерного, а затем термоядерного оружия.

В институте интенсивно развивались ядерная и радиационная химия и целый ряд других направлений, создавались новые лаборатории и филиалы.

В филиале Черноголовка Московской области, созданном в 1956 г., были организованы, например, такие лаборатории: источников излу-

чений, лазерной электрохимии, химических лазеров, квантовых систем и ионизационных процессов, радиационной химии низких температур.

После смерти Н. Н. Семенова ИХФАН стал носить его имя.

Постановлением Президиума АН СССР от 26 марта 1991 г. из ИХФАН им. Н. Н. Семенова в качестве самостоятельного института выделен Институт химической физики в Черноголовке (ИХФЧ АН СССР).

Институт физических проблем АН СССР. В начальный период работ над Урановым проектом активную роль выполнял созданный академиком П. Л. Капицей Институт физических проблем (ИФП), организованный в 1934 г.

После организации в 1945 г. Спецкомитета Совнаркома по руководству Урановым проектом П. Л. Капица вместе с И. В. Курчатовым стали членами этого комитета. В 1945–1946 гг. П. Л. Капица активно работал и в составе Технического совета при Комитете.* Заведующий теоретическим отделом ИФП Л. Д. Ландау был также привлечен к расчетным работам по первой ядерной бомбе. Ставший в 1946 г. директором ИФП член-корреспондент АН СССР А. П. Александров после 1948 г. организовал в институте работы по разделению изотопов водорода (дейтерия и трития) и получению вместе с институтами и предприятиями Минхимпрома тяжелой воды для использования ее в качестве замедлителя нейтронов в ядерных реакторах.

Известно, что дейтерий и тритий являются основными материалами в



П. Л. Капица

термоядерном оружии.

Основным направлением работ ИФП было исследование веществ при низких и сверхнизких температурах и усовершенствование методов сжижения газов. Впоследствии тематика института была значительно расширена.

В институте имеются уникальные установки по сжижению воздуха, водорода и гелия; разработана теория фазовых переходов и сверхтекучести; исследовано явление сверхпроводимости чистых металлов и сплавов. В этих работах главная заслуга принадлежит П. Л. Капице. Первый директор института П. Л. Капица и академик Л. Д. Ландау были удостоены Нобелевских премий и многих премий нашей Родины.

Физический институт АН СССР им. П. Н. Лебедева. Перечень институтов АН СССР, участвующих в разработке ядерных реакторов и других проблем по созданию ядерного и термоядерного оружия, должен вклю-

*В связи с расхождениями во взглядах и несогласием с принципами работы Л. Берия П. Л. Капица был отстранен от дальнейших работ по атомным проблемам и освобожден от руководства ИФП, созданного им в 1934 г.

чать и физический институт им. П. Н. Лебедева. Этот старейший институт России, который именовался с 1725 г. Физическим кабинетом Академии наук (год создания Академии), после объединения с другими подразделениями АН СССР в 1934 г. был преобразован в ФИАН. Значительная часть деятельности института связана с ядерной физикой, созданием ускорителей заряженных частиц, изучением космических лучей и т. п. В 1934 г. был открыт эффект Черенкова — Завилова, связанный со свечением жидкостей под действием быстрых электронов и γ -излучений. За разработку теории, объясняющей это открытие, сотрудникам ФИАН П. А. Черенкову, И. Е. Тамму и И. М. Франку была присуждена Нобелевская премия. Среди крупнейших ученых, активных участников работ по ядерной и нейтронной физике, ядерным реакторам и другим направлениям Уранового проекта, в институте работали И. М. Франк, Д. В. Скобельцин, И. Е. Тамм, П. А. Черенков, С. Н. Вернов, Н. А. Добротин, М. Д. Галанин, Л. В. Грошев, В. С. Фурсов и др. С. И. Вавилов — первый директор ФИАН (академик с 1932 г.) — в период с 1945 по 1951 г. был президентом Академии наук СССР. С 1951 по 1972 г. директором института работал академик Д. В. Скобельцин. С 1934 г. в ФИАН работал руководителем теоретического отдела академик И. Е. Тамм, которого по праву вместе с его учеником А. Д. Сахаровым и другими учеными считают основными создателями первой отечественной термоядерной бомбы.

Как хорошо известно, в нашей стране первые работы по изучению и использованию ядерной энергии проводились также в РИАН, в Ленинградском физико-техническом инсти-

туте и в Харьковском физико-техническом институте АН Украины.

Ленинградский физико-технический институт был организован в 1923 г. на базе физико-технического отдела Рентгенологического института, созданного в 1918 г. Первым директором ЛФТИ был академик А. Ф. Иоффе (с 1923 по 1951 г.). Вначале институт был отраслевым, а в 1939 г. передан в АН СССР.

В институте центральной проблемой, особенно до 1932 г., считалось исследование физики полупроводников. В 1932—1933 гг., как отмечают ветераны ЛФТИ, начался новый этап в ядерных исследованиях института. По инициативе А. Ф. Иоффе с 1933 г. в стране начали проводиться общесоюзные (с участием иностранных ученых) конференции по изучению ядерной физики. В институте под руководством директора создается ядерная группа, в состав которой вошли И. В. Курчатов, Д. В. Скобельцин, Д. Д. Иваненко, И. П. Селинов и др. Консультантами группы были известные ученые Г. А. Гамов и Л. В. Мысовский (РИАН). Физики уже тогда начинали работать с нейтронами, для чего использовались изготовленные в РИАН радий-бериллиевые источники. В 1937 г. А. Ф. Иоффе обратился в правительство с предложением о строительстве в ЛФТИ циклотрона. Ускоритель до войны не был построен, и физики-экспериментаторы в основном привлекались к работам на циклотроне РИАН, который был пущен в 1937 г. Поэтому работы того периода были совместными. Совместно было сделано в 1935 г. открытие изомерии у искусственного радиоактивного брома (И. В. и Б. В. Курчатовы, Л. В. Мысовский и Л. И. Русинов), совместно Г. Н. Флеров и К. А. Петржак в 1940 г. открыли спонтанное

деление ядер урана. В ЛФТИ тогда работали крупнейшие физики А. К. Вальтер, А. И. Лейпунский, К. Д. Синельников и др., которые затем перешли работать в Украинский физико-технический институт, при котором позднее была создана Лаборатория № 1 Академии наук. После назначения И. В. Курчатова научным руководителем программы по созданию в СССР ядерного оружия из коллектива ученых ЛФТИ начала формироваться Лаборатория № 2, в которую в августе 1943 г. вошла группа эвакуированных в Казань сотрудников ЛФТИ.

ЛФТИ, передав в Лабораторию № 2 (будущий ЛИПАН) ведущих специалистов, продолжал работы по ядерной программе. Особенно плодотворной была работа ЛФТИ при решении проблем разработки разных методов разделения изотопов и работ, связанных с литьем для термоядерного оружия. Под руководством Б. П. Константинова (директора ЛФТИ с 1957 по 1967 г.) велись работы по промышленному разделению изотопов лития, разрабатывались методы получения тяжелой воды и т. п.

Имя Б. П. Константинова присвоено вновь созданному Ленинградскому институту ядерной физики АН СССР (ЛИЯФ АН), который расположен в Гатчине. В настоящее время ЛФТИ и ЛИЯФ являются ведущими научными центрами, оснащенными уникальными установками.

Харьковский физико-технический институт АН Украины был организован постановлением Совнаркома СССР от 30 октября 1928 г. при ВСНХ УССР. Первым директором института был И. В. Обреимов. После ликвидации ВСНХ постановлением СНК УССР от 4 января 1932 г. он был передан в систему Наркомата



И. В. Обреимов

тяжелой промышленности СССР, а в 1939 г. — в систему Наркомата электротехнической промышленности и затем в состав АН УССР.

Положением об институте, утвержденным указанным постановлением, институту было поручено:

проведение научных исследований по различным отраслям теоретической и практической физики;

обслуживание промышленности в отношении постановки физико-технических исследований и испытаний;

содействие промышленности в организации заводских и трестовских лабораторий, связанных с физическими методами исследований.

В институте уже в 1931 г. были начаты работы по ядерной физике, связанные с созданием ускорителей заряженных частиц. В 1937 г. был построен электростатический генератор энергией 2,5 млн. вольт, работающий при атмосферном давлении.

Впервые в СССР «энергичные» α -частицы получены в ХФТИ А. К. Вальтером, Г. Д. Латышевым, А. И. Лейпунским и К. Д. Синельниковым при обстреле мишени из лития быстрыми протонами, ускоренными до энергии 300—400 кэВ. Сочетание в институте работ физиков-экспериментаторов и теоретиков (заведующим теоретическим отделом работал Л. Д. Ландау) — вывело ХФТИ на передовые рубежи изучения ядерной физики.

Экспериментом по взаимодействию протонов с ядрами лития, который был проведен 10 октября 1932 г., получены выдающиеся результаты — первое в СССР деление атомного ядра лития на два ядра гелия. Это указывало на готовность ХФТИ вести работы по изучению ядерной физики на мировом уровне.

В газете «Правда» от 22 октября 1932 г. отмечалось: «Разрушено ядро лития. Крупнейшее достижение советских ученых». Об этом тогда писали не только в «Правде», но и в изданиях АН СССР и за рубежом.

В довоенный период ХФТИ был одним из первых инициаторов работ по созданию высоковакуумной техники, без которой невозможно создание многих видов производств.

В 1939 г. был введен уникальный для того времени электростатический ускоритель энергией 3 МэВ. Под руководством К. Д. Синельникова и А. К. Вальтера разрабатываются линейные ускорители электронов, протонов и тяжелых ионов. Экспериментальная база ХФТИ позволяла работать в институте исследователям из других организаций и особенно из ЛФТИ. И. В. Курчатов и другие специалисты из Ленинграда часто работали на установках в Харькове.

В ХФТИ приглашались для работы и немецкие ученые-эмигранты.

Так, ученый из Германии Ф. Ф. Ланге начал проводить в ХФТИ первые работы по обогащению урана-235 на специально сконструированных центрифугах.

Лаборатория № 1 АН СССР. После войны постановлением Совнаркома СССР от 2 марта 1946 г. в ХФТИ была организована на базе отдела физики ядра Лаборатория № 1 АН СССР. В этой лаборатории было создано десять секторов и своя техническая служба.

В течение 1946—1947 гг. руководителем Лаборатории № 1 был К. Д. Синельников, а его заместителем по научной работе — А. К. Вальтер. Директорами института после И. В. Обреимова были А. И. Лейпунский (1934—1937 гг.), А. И. Шпетный (1937—1944 гг.), а с 1945 г. — К. Д. Синельников, который с 1946 г. был одновременно и руководителем Лаборатории № 1 АН СССР.

С этим и была связана двойная подчиненность ХФТИ сначала двум Академиям наук, а впоследствии АН УССР и Государственному комитету по использованию ядерной энергии СССР.

ХФТИ все годы активно работал над проблемами, связанными с выполнением программы в области ядерной физики, радиационного материаловедения, вакуумной металлургии, получения сверхчистых металлов, а также с разработкой отдельных видов твэлов для ядерных реакторов.

В настоящее время ХФТИ — ведущий научный центр Украины.

Некоторые институты и КБ других отраслей, обеспечившие создание атомной промышленности

Реализация атомного проекта в стране была первоочередной зада-

чей, и к ее исполнению привлекались предприятия, НИИ и КБ многих других отраслей.

Нельзя не назвать среди внесших максимальный вклад в развитие нашей отрасли такие институты, как Всесоюзный институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского (ВИМС), конструкторское бюро Кировского завода, КБ Горьковского завода № 92, Всесоюзный институт авиационных материалов, Институт вакуумной техники и некоторые другие специальные лаборатории и НИИ.

ВИМС им. Н. М. Федоровского был главным институтом, который помог организовать в стране уранодобывающую промышленность. Этот институт основан в 1918 г. и был головным в стране в области прогнозирования, поисков, разведки, оценки месторождений урана, тория, черных, цветных и редких металлов. Основателем института и первым директором ВИМС был доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники В. В. Аршинов.

Не останавливаясь на первых периодах развития института, следует отметить, что уже в военные годы, и особенно послевоенные, многие урановые месторождения были открыты, изучены, установлены их запасы и рекомендованы к промышленным разработкам с участием работников ВИМС.

Еще до организации Лаборатории № 2 постановлением Государственного комитета обороны от 27 ноября 1942 г. поручалось организовать в стране урановую промышленность. Во исполнение этого постановления в 1943 г. в составе Всесоюзного института минерального сырья был организован специальный сектор № 6, начальником которого был назначен

М. Н. Альттаузен, а научным руководителем — В. Д. Щербаков. Сразу же в комитете по делам геологии при СНК СССР был организован отдел радиоактивных элементов.

К 1943 г. в стране было известно лишь пять небольших месторождений, среди которых лишь на двух среднеазиатских месторождениях (Табашарское и Тюямуонское) ранее добывали уран для выделения радия, используемого в медицинских целях. До 1943 г. ВИМС практически не занимался проблемами разведки урана и выделения из него радия. Как отмечалось выше, в тот период головными организациями в стране были РИАН и Гиредмет.

Данные разведки о разработках в США и Великобритании ядерного оружия были основным поводом принятия правительством СССР решения об экстренном формировании сырьевой базы урановой промышленности.

В сектор № 6 ВИМС была переведена большая группа ведущих специалистов ВИМС. Были приглашены крупные ученые из других институтов, а некоторые ученые были отозваны с фронта. В коллективе сектора № 6 работало более 60 человек. Основу этого коллектива составили такие специалисты, как В. И. Баранов, Я. Д. Готман, В. И. Герасимовский, В. Г. Мелков, А. И. Тугаринов, В. В. Щербина, Т. Н. Давыдова, Г. Р. Гольбек, Н. И. Мусиченко, П. С. Саакян и др. При ВИМС тогда же было создано постоянно действующее бюро по вопросам сырьевой базы урана. В состав бюро входили академики В. И. Вернадский, С. С. Смирнов и другие. С целью успешного решения поставленных задач при ВИМС были созданы три специализированные экспедиции: сначала Ферганская, затем Эстонс-



В. Д. Щербаков

кая и Алданская. Впервые в СССР на базе Табашарского месторождения была организована добыча урановых руд в промышленных масштабах, что позволило в 1948 г. загрузить значительную часть первого промышленного ядерного реактора на Комбинате № 817 (Южный Урал) изделиями из отечественного урана.

Кроме сектора № 6 в решении урановой сырьевой проблемы в ВИМС принимали участие и другие подразделения института: химики-аналитики, обогатители, химики-технологи, минерологи и специалисты по изучению углеродистых соединений в урановых рудах.

Непрерывно увеличивающийся объем работ в ВИМС по урановой проблеме привел к необходимости на базе сектора № 6 создать Первое геологическое отделение института. В сентябре 1945 г. постановлением Совнаркома в Комитете по делам геологии при СНК СССР было создано Первое Главное геологическое

управление, на которое было возложено проведение специальных геолого-поисковых и разведочных работ по урану на территории СССР. Для выполнения этих работ было создано несколько территориальных специализированных геолого-разведочных экспедиций.

После организации в августе 1945 г. Спецкомитета и ПГУ при Совнаркоме СССР общая координация и контроль за ходом работ по созданию сырьевой базы атомной промышленности были усилены. Зам. начальника ПГУ, будущий министр геологии П. Я. Антропов, посетив с группой специалистов среднеазиатские месторождения, на базе которых развивался Комбинат № 6, отмечал, что настоящая разведка запасов урана должна проводиться не только в верхних зонах месторождения. Геологами была предложена новая прогнозная оценка ресурсов урана в открытых месторождениях, что позволило получить существенный прирост запасов. В 1946—1947 гг. были активизированы геолого-разведочные работы по определению запасов урана в различных регионах страны. При таких незначительных запасах урана на месторождениях была организована интенсивная добыча и переработка урановых руд. Уже за 1946—1947 гг. Комбинат № 6 добыл и переработал более 290 тыс. т урановой руды и выдал 86 т урана в 40-процентном концентрате. Малы были разведанные запасы. Нужно было интенсивно наращивать добычу урана в других регионах страны и странах народной демократии. Силами различных геологических экспедиций в Киргизии, на Северном Кавказе, Украине, Казахстане, Урале в 1948 г. месторождения Турака-вак, Бештау, Первомайское, Желто-реченское были оценены как про-

мышленные и вскоре были переданы в эксплуатацию.

На их базе в 1951 г. были созданы три новых горно-рудных предприятия: Комбинат № 11 в Киргизии, Рудоуправление № 10 на Северном Кавказе, Комбинат № 9 на Украине. Усилиями геологов ВИМС и привлеченных организаций интенсивно изучались запасы урана не только на территории нашей страны, но и в странах Восточной Европы (ГДР, ЧССР, Болгарии, Польше). Динамика развития сырьевой базы урана становилась более обнадеживающей.

Соисполнителями ВИМС с 1945 г. при работе в экспедициях, а также при создании методик, приборов и аппаратуры по поискам и изучению месторождений урана были *Всесоюзный институт разведочной геофизики (ВИРГ), Институт геологии рудных месторождений (ИГЕМ), Всесоюзный геологический институт (ВСЕГЕИ)* и некоторые другие.

В 1951 г. по инициативе П. Я. Антропова был создан в атомной промышленности свой отраслевой институт НИИ-10 (ВНИИХТ), а позднее и Промниипроект, которые развернули большие работы по доразведке запасов урана на эксплуатируемых месторождениях и по переработке урановых руд на вновь проектируемых ураноперерабатывающих предприятиях.

Кроме уранового сырья в атомной индустрии широко использовались и до сих пор используются такие материалы, как бериллий, литий, ниобий, цирконий, бор, гафний и др. Поиски этих материалов также проводились ВИМС. Именами ученых ВИМС В. В. Аршинова, В. Г. Мелкова, В. И. Герасимовского, Н. И. Гинзбурга, Е. В. Рожкова, Р. В. Нифонтова, А. И. Тугаринова, Н. М. Федоровского, Д. И. Щербакова названы

11 минералов. В разное время в институте работали ставшие действительными членами АН СССР И. П. Алимарин, А. Д. Архангельский, Э. В. Бришке, А. П. Ребиндер, Д. И. Щербаков и члены-корреспонденты А. А. Амирасланов, А. Ф. Капустинский, А. А. Мамуровский, А. И. Тугаринов, Н. М. Федоровский.

Большой группе специалистов института были присуждены Государственные премии, а И. П. Алимарину и Р. В. Нифонтову — звания Героев Социалистического Труда.

Особое конструкторское бюро Ленинградского Кировского завода (ОКБ ЛКЗ) создано постановлением правительства от 27 декабря 1945 года. Основной задачей ОКБ Кировского завода была разработка и создание машин по разделению изотопов ^{235}U и ^{238}U газодиффузионным методом. Главным конструктором ОКБ был назначен Э.—С. Аркин — инженер-турбинист с опытом работы в КБ турбинного и танкового производства. Через некоторое время главным конструктором был назначен Н. М. Синев, а его заместителем Э.—С. А. Аркин.

ОКБ Ленинградского завода (ЛКЗ) поручилось организовать серийное производство машин для строящегося на Среднем Урале (в Верх-Нейвинске) первого завода по получению обогащенного урана. Работа ОКБ, как и большого количества привлеченных организаций, велась по заданиям специального сектора Лабораторий № 2. Руководил сектором И. К. Кикоин, который был назначен научным руководителем диффузионного метода получения высокообогащенного урана-235.

Среди основных соисполнителей Лаборатории № 2 и ОКБ ЛКЗ были НИИ-42 Наркомхимпрома, где впервые был получен шестифтористый

уран (UF_6), который являлся рабочим газом для диффузионного обогащения урана-235. Для изготовления основного элемента, используемого в диффузионном процессе, нужно было создать пористые фильтры (перегородки). К их разработке были привлечены Московский комбинат твердых сплавов и немецкие ученые, работавшие около Сухуми в специально созданных институтах, которыми были из режимных соображений присвоены шифры А и Г*. Среди крупнейших немецких ученых там работали лауреат Нобелевской премии Г. Герц, а также профессора М. Арденне, П. Тиссен, М., Штеенбек, Г. Барвих, В. Шютце, Р. Райхман и др. Они были привлечены к работам в СССР постановлением Совнаркома от 19 декабря 1945 г. Среди задач, решаемых под их руководством, были: разделение изотопов методом диффузии в потоке инертного газа (Г. Герц); методы изготовления диффузионных перегородок (П. Тиссен); молекулярные методы разделения изотопов (М. Штеенбек); разработка бескаркасных (керамических) диффузионных фильтров (Р. Райхман); конструирование масс-спектрометра для определения изотопного состава урана (В. Шютце).

Не останавливаясь на технологических проблемах диффузионного процесса и трудностях пускового периода, о чем написано в специальной главе, необходимо отметить, что коэффициент обогащения ^{235}U при прохождении одной пористой перегородки не превышал 0,2 %. Поэтому для получения высоких обогащений необходимо было последовательно устанавливать тысячи машин. Для обеспечения работоспособности

такого количества машин ОКБ ЛКЗ по заданиям лаборатории № 2 (И. Н. Вознесенский и С. Д. Соболев)** разработали конструкцию автоматического регулирования машин и каскадов диффузионного завода. При пуске первого диффузионного завода ученым и конструкторам необходимо было решить комплекс мероприятий по эксплуатации оборудования, не имеющих аналогов в отечественной технике. На заводе, состоящем из тысяч машин, имеющих десятки тысяч разъемов и соединений, с объемом агрессивного газа (UF_6) в несколько тысяч кубических метров сложнейшей проблемой было обеспечение вакуума и недопущения выхода в производственные помещения рабочего газа. Эта проблема была решена с помощью разработки, изготовления и внедрения в производство гелиевых течеискателей. При этом были разработаны соответствующие методики и инструкции, подготовлены кадры вакуумщиков. Эта работа проводилась в другом ведомстве под руководством будущего академика С. А. Векшинского, одного из пионеров создания в стране электровакуумной техники.

Потребовалось решать и целый ряд проблем, связанных с недопущением превращения в технологическом процессе рабочего газа (UF_6) в порошок (UF_4). Пассивирующая обработка поверхностей всех машин и коммуникаций, контактирующих с UF_6 , снижение температуры охлаж-

* На базе этих институтов впоследствии был организован Сухумский физико-технический институт (СФТИ).

** И. Н. Вознесенский (бывший главный конструктор Ленинградского металлического завода), заведующий кафедрой Политехнического института, с начала 1946 г. возглавлял филиал Лаборатории № 2 и отвечал за инженерные решения диффузионного производства. Академик С. Д. Соболев руководил расчетно-теоретическими проблемами диффузионного производства получения обогащенного урана.

дающей воды с помощью мощной аммиачной холодильной станции также были основополагающими мероприятиями, обеспечивающими работоспособность изготовленных на ЛКЗ и Горьковском заводе № 92 диффузионных машин.

Для обеспечения самой тесной связи разработчиков и изготовителей диффузионных машин и пуска завода в Верх-Нейвинске 28 мая 1948 г. постановлением правительства директором диффузионного завода на Урал переводится с ЛКЗ А. Л. Кизима (директор ЛКЗ), а начальник ОКБ Н. М. Синев переводится начальником технического отдела диффузионного завода. Научный руководитель проблемы И. К. Кикоин одновременно назначается в Свердловск-44 (Верх — Нейвинск) заместителем директора завода по научным вопросам и начальником ЦЗЛ.

Усилиями больших коллективов ученых и конструкторов различных НИИ и КБ и эксплуатационщиков завод Д-1 в ноябре 1949 г. выдал первую продукцию в виде UF_6 с обогащением урана-235 до 75%. В 1951 г. был получен уран-235 90%-процентного обогащения, который и был использован в урановой ядерной бомбе. Сотрудникам ОКБ и ЛКЗ за создание в 1951 г. диффузионных машин были присуждены Государственные премии.

Позднее ОКБ ЛКЗ было преобразовано в Центральное конструкторское бюро машиностроения (ЦКБМ) и обеспечило создание оборудования для более экономичного — центробежного — метода получения высокообогащенного урана.

Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (НИИЭФА) образован на базе ОКБ ленинградского завода «Электросила» Наркомата электротехни-

ческой промышленности. Это ОКБ было создано в декабре 1945 г. постановлением Совнаркома СССР для разработки одного из методов получения высокообогащенного урана-235. На ОКБ были возложены разделение изотопов урана электромагнитным методом; разработка и изготовление ускорителей заряженных частиц для их использования как в ядерно-физических исследованиях, так и для получения отдельных изотопов различных химических элементов.

Первым руководителем ОКБ был главный инженер завода «Электросила» Д. В. Ефремов. Он возглавлял это ОКБ с 29 декабря 1945 г. по 20 июня 1956 г., будучи почти одновременно сначала заместителем, первым заместителем министра, а затем (с апреля 1951 г.) министром электротехнической промышленности. В этом ОКБ и в целом в электротехнической промышленности решались важнейшие для страны задачи получения урана-235 электромагнитным методом и разработка различного оборудования и приборов (вакуумных камер, насосов, течейскаателей и т. п.). На промышленном предприятии, на котором уран-235 обогащался газодиффузионным методом, также применялись разработки этого КБ.

В ОКБ с начала его организации были созданы следующие отделы:

«А» (начальник А. В. Попкович) — проектирование вакуумных камер, источников ионов, их приемников и другой электрофизической аппаратуры. Отдел включал различные подразделения, в том числе керамическую лабораторию по изготовлению тиглей для источников, изоляторов и других керамических изделий;

«Б» (начальник Н. А. Моносзон) — проектирование, конструкторские

разработки и магнитные измерения электромагнитов, сепарационных и других специальных установок;

«В» (начальник В. М. Левин) — разработка, испытание и наладка высококачественных систем питания дистанционного контроля и управления;

«Г» (начальник М. А. Гашев) — проектирование и конструирование систем питания, управления, блокировки защиты установок и аппаратуры, разрабатываемых в различных отделах ОКБ.

В ОКБ было опытное производство — экспериментальная мастерская для изготовления образцов создаваемого оборудования и приборов. Усилиями этих отделов и соисполнителями под научным руководством Л. А. Арцимовича и Д. Е. Ефремова было спроектировано, сконструировано и изготовлено все необходимое оборудование для строительства в Свердловске-45 (Лесном) крупнейшей установки — завода для электромагнитного разделения изотопов урана. Масса электромагнитов этой установки составляла 6 тыс. т*. Эти электромагниты, как и другое основное оборудование, были изготовлены на ленинградском заводе «Электросила». Для размещения магнитов в вертикальном исполнении было построено многоэтажное здание. На пяти этажах этого здания было размещено 20 специально разработанных камер, в которых были смонтированы все необходимые системы для осуществления процесса разделения изотопов урана. Камеры были изготовлены из латуни, обеспечивали высокий

вакуум (10^{-6} мм рт. ст.), их общая масса составляла около 1 тыс. т. Электромагнитный метод разделения изотопов наряду с преимуществами (высокий коэффициент разделения в одном цикле; возможность одновременного обогащения всех изотопов разделяемого элемента в одной разделительной установке; автономность отдельных разделительных установок; возможность разделения очень малых количеств вещества) имел и существенные недостатки (малую производительность и незначительный коэффициент использования вещества в одном цикле разделения; наличие значительных безвозвратных потерь вещества; большие энергетические и эксплуатационные затраты). Поэтому после получения на заводе № 418 первых количеств высокообогащенного урана электромагнитный метод стал использоваться для разделения стабильных изотопов элементов, находящихся в начале таблицы химических элементов Д. И. Менделеева.

Не только по разделению изотопов проводились разработки конструкторов и ученых НИИЭФА.

Несколько позднее были организованы отделы: «Д» (начальник Ф. Г. Железников), разрабатывающий ускорители прямого действия; «Т» (начальник Е. Г. Комар), который вел работы по высокочастотным системам ускорителей заряженных частиц (циклотронов и фазотронов), источников высоковольтного и сверхвысоковольтного напряжения, используемых в инжекторах мощных ускорителей.

В ОКБ с 1950 по 1956 г. работал заместителем начальника ОКБ, а затем директором НИИЭФА Е. Г. Комар. ОКБ завода «Электросила» было переименовано в НИИЭФА приказом министра электротехнической

*Масса магнита первого в СССР циклотрона, изготовленного на ленинградском заводе «Электросила» для РИАН в 1936 г., была в несколько сот раз меньше. Масса магнитов циклотрона ЛФТИ, который был введен в эксплуатацию в Лаборатории № 2 в 1944 г., составляла лишь 75 т.

промышленности 14 апреля 1950 г., а с мая 1954 г. было выделено из подчинения завода «Электросила» в самостоятельную организацию. Тогда же ОКБ было перебазировано в поселок Металлострой в Колпинский район (в 30 км от Ленинграда) на завод № 496, который стал его производственной базой.

Впоследствии НИИЭФА (в 1957 г.) был передан в состав Министерства среднего машиностроения СССР.

После разделения министерства (постановлением правительства от 25 августа 1960 г.) НИИЭФА был передан в состав Государственного комитета по использованию атомной энергии. В декабре 1960 г. НИИЭФА было присвоено имя Д. Е. Ефремова, первого руководителя ОКБ, лично внесшего максимальный вклад в электромагнитный метод обогащения ^{235}U и создание промышленной индустрии по разработке и изготовлению различных ускорителей заряженных частиц и вакуумной техники. В последние годы институт стал крупнейшим в стране научно-конструкторским институтом электрофизической аппаратуры. Сейчас все виды ускорителей и различного рода термоядерных установок в основном разрабатываются и изготавливаются в НИИЭФА.

Особое конструкторское бюро машиностроения Горьковского машиностроительного завода. Чрезвычайная важность решения в стране проблемы ядерного оружия и сложности его создания заставили Спецкомитет принять решение параллельно разрабатывать два метода получения высокообогащенного ^{235}U : электромагнитный и диффузионный. Кроме того, правительство приняло решение создать две конструкторские организации, параллельно разрабатывающие основное оборудова-

ние для диффузионного метода обогащения урана.

Кроме ОКБ Кировского завода к разработке газодиффузионных машин в начале 1946 г. было подключено КБ Горьковского машиностроительного завода № 92 Наркомата оборонной промышленности (этот завод по время Великой Отечественной войны осуществлял серийное производство артиллерийских орудий).

Постановлением правительства от 1 марта 1947 г. на ГМЗ создается Особое конструкторское бюро машиностроения (ОКБМ). Начальником ОКБМ назначается директор завода генерал-майор инженерных войск, Герой Социалистического Труда А. С. Елян, а главным конструктором — А. М. Савин. Первым поручением ОКБ ГМЗ были разработка и создание стенда для испытаний гидроуплотнения компрессорного агрегата газодиффузионной машины. Эта машина разрабатывалась под руководством бывшего главного конструктора КБ гидромашин Ленинградского металлического завода члена-корреспондента АН СССР профессора И. Н. Вознесенского*, который отвечал за инженерные решения разработки диффузионного метода разделения изотопов урана. В отличие от американской одноступенчатой машины (была известна из книги Г. Д. Смита) И. Н. Вознесенским и научным руководителем И. Е. Кикоиным было выдано задание ОКБ ЛКЗ разрабатывать 24-ступенчатую диффузионную машину, а

* И. Н. Вознесенский в Ленинграде руководил КБ, которое с 1946 г. стало филиалом Лаборатории № 2, и по совместительству был заместителем научного руководителя И. К. Кикоина. Драматическое обсуждение неудач создания технологии диффузионного производства в Свердловске-44 (Комбинат № 813) закончилось смертью И. Н. Вознесенского в июне 1947 г.

ОКБ ГМЗ в 1946 г. должно было разработать и изготовить два агрегата 30-ступенчатой машины (индекс НВК-ЗИС-30). И. Н. Вознесенский был назначен главным конструктором НВК-ЗИС-30, а А. И. Савин — его заместителем. Однако вскоре был сделан вывод, что концепция многоступенчатой машины ошибочна, она завела разработчиков в тупик. Оба ОКБ стали разрабатывать одноступенчатые машины. С учетом работ соисполнителей, институтов Академии наук и КБ промышленных ведомств (разрабатывающих пористые перегородки-фильтры, течеискатели и другую технику и материалы и пр.) ОКБМ впоследствии разработало целую серию диффузионных машин, которые позволили к концу 1949 г. получить обогащение урана-235 до 75%. Требовалось же 90%. Эта задача была осуществлена только в 1950 г. при активном участии ОКБМ.

ОКБМ в начальные годы организации атомной промышленности разрабатывало оборудование не только для получения урана-235. Первая ядерная бомба, как известно, была изготовлена из плутония-239. Для первого промышленного уран-графитового реактора, который с середины 1948 г. начал нарабатывать плутоний, ОКБМ под руководством Ю. Н. Кошкина создало так называемую кассетную разгрузку облученных урановых блоков из активной зоны реактора. Это позволило к началу 1949 г. начать выделение плутония.

ОКБМ постановлением правительства от 26 марта 1949 г. была поручена разработка проекта конструкций промышленного тяжеловодного реактора. В отличие от уран-графитовых реакторов тяжелая вода, находящаяся в активной зоне, позволяла обеспечить наработку плутония

при намного меньшей (в 10–15 раз) загрузке урана, в несколько десятков раз меньше требовалось также и графита. Как известно, научный руководитель создания этих реакторов* академик А. И. Алиханов при организации в 1945 г. Спецкомитета и ПГУ был ученым секретарем Технического совета Спецкомитета. Тогда многим казалось, что промышленный реактор $U-D_2O$ можно создать быстро, и вначале Технический совет даже принимал решения закончить проект реактора в 1947–1948 г. и ввести реактор в эксплуатацию к концу 1948 г. при поставке к этому сроку 20 т тяжелой воды. Объяснить такое решение можно лишь только тем, что разведанных запасов урана тогда было очень мало, добыча его только организовалась, но хотелось быстрее получить плутоний. Поэтому параллельно с Лабораторией № 2, ответственной за разработку уран-графитовых реакторов, в конце 1945 г. была организована Лаборатория № 3, и ее руководителем был назначен А. И. Алиханов. Вскоре решением ТС Спецкомитета была признана нереальность ранее принятых сроков создания промышленного реактора уран — тяжелая вода. Получение тяжелой воды оказалось очень сложной задачей, и первое ее промышленное производство было организовано в Минхимпроме только в конце 1948 г.

26 марта 1949 г. по предложению А. И. Алиханова главным конструктором промышленного тяжеловодного реактора назначается ОКБМ**

*Экспериментальный реактор был создан в 1949 г. и стал основной экспериментальной базой Лаборатории № 3 — ИТЭФ.

**Экспериментальный тяжеловодный реактор разрабатывало КБ-10 (Гидропресс в Подольске). В Подольске на заводе тяжелого машиностроения было изготовлено и его оборудование.

(главный конструктор А. И. Савин, а его заместитель В. Н. Солонов). В Техническом задании на реактор были учтены разработки ОКБ «Гидропресс», так как вначале оно было главным конструктором промышленного реактора.

Усилиями ОКБМ и более 50 привлеченных организаций и заводов в 1949 г. проект промышленного реактора был закончен, и летом в 1949 г. (до утверждения проекта) на Комбинате № 817 (Челябинск-40) начались земляные работы. В ОКБМ и на заводе № 92 (ГМЗ) были построены десятки стендов и отработана технология всех сложных систем промышленного тяжеловодного реактора.

Все основное оборудование реактора изготовлялось на ГМЗ по конструкторским разработкам ОКБМ. Среди основных руководителей конструкторских разработок этого реактора следует назвать А. И. Савина, В. Н. Солонова, В. В. Коганова, Н. Н. Николаева, А. И. Макарова.

17 ноября 1951 г. первый тяжеловодный промышленный реактор для наработки плутония начал работу на Комбинате № 817.

Руководителем ОКБМ и директором ГМЗ после А. С. Еяна (1947–1952 гг.) был В. Д. Максименко (1952–1954 гг.). С 1954 по 1969 г. руководителем ОКБМ работал И. А. Африкантов. В начальный период организации ОКБМ заместителями главного конструктора работали Е. Н. Черномордик и Ю. Н. Кошкин.

В конце декабря 1963 г. ОКБМ было передано в систему атомной промышленности. К настоящему времени ОКБМ стало крупнейшей научно-конструкторской организацией по разработке различных видов ядерных реакторов для энергетики, военно-морского флота и созданию различных установок для других целей.

Научно-исследовательский институт вакуумной техники (НИИВТ). Родоначальником НИИВТ была созданная в 1934 г. отраслевая вакуумная лаборатория при ленинградском заводе «Светлана». Лаборатория уже тогда вела работы по проблемам создания электровакуумных приборов. В 1946 г. под руководством С. А. Векшинского лаборатория была преобразована в Центральную вакуумную лабораторию Министерства электротехнической промышленности, а в 1947 г. — в НИИВТ.

Эта лаборатория, а затем институт стали одними из активнейших участников работ над Урановым проектом.

Получение высокообогащенного ^{235}U методами диффузионного и электромагнитного разделения потребовало создания специальных установок, для оснащения которых были необходимы производительные и надежные средства вакуумной техники.

Решением этой задачи в 1945 г. занялась Центральная вакуумная лаборатория, руководимая доктором физико-математических наук С. А. Векшинским.

Была начата разработка уникальных для того времени диффузионных паромасляных насосов, вакуумметров теплового и ионизированного типов, газоразрядных детекторов ионизирующих излучений, рабочих жидкостей для насосов и уплотнительных материалов.

Непосредственными исполнителями этих работ стали молодые, а в будущем известные специалисты и ученые В. А. Симонов, К. А. Савинский, Г. Ф. Клейменов, В. И. Карпов, А. М. Григорьев, А. В. Бабушкин и др.

В 1947 г. на основе Центральной вакуумной лаборатории в целях вы-



С. А. Векшинский

полнения непрерывно увеличивающегося объема научно-исследовательских работ по вакуумной технике и обеспечению производства вакуумного оборудования, аппаратуры и спецматериалов к нему был создан Научно-исследовательский вакуумный институт, директором которого был назначен С. А. Векшинский.

В начале 60-х годов институт был подключен к созданию специальных электровакуумных приборов для использования в атомной промышленности и в первую очередь оснащения приборами заводов по разделению изотопов урана газодиффузионным и электромагнитным методами, создаваемых в Свердловске-44 и Свердловске-45.

Выполненные под руководством выдающегося ученого в области электроники и вакуумной техники академика С. А. Векшинского разработки средств откачки и измерения вакуума, средств течеискания, рабочих жидкостей для насосов и уплотни-

тельных материалов, детекторов ионизирующих излучений, вакуумных систем и установок, специальных электровакуумных приборов сыграли важную роль в создании и развитии отечественного ядерного оружия и ядерной техники.

Особую роль в создании специальных электровакуумных приборов для подрыва ядерных боеприпасов сыграли ученые института М. И. Меньшиков, А. М. Родин, А. Б. Овсянников, А. Н. Мозжорин, А. Б. Хейфиц, С. П. Воробьев, Л. С. Эйг, Л. Н. Космарский и др.

НИИВТ проводил работы по участию в создании ядерного оружия в сотрудничестве с научными учреждениями ПГУ и АН СССР, опытными и серийными заводами и другими ведомствами.

О координации и контроле проведения научно-исследовательских работ

В начальный период организации Спецкомитета и ПГУ привлечение институтов к разработкам, связанным с использованием внутриядерной энергии, осуществлял Технический совет Спецкомитета, в который входили известные ученые.* Этот Совет был образован постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. и отвечал за предварительное рассмотрение научных и технических вопросов, вносимых на обсуждение Спецкомитета при ГКО. Уже 24 августа 1945 г. постановлением Технического совета Спецкомитета к работам были привлечены многие институты. Спе-

*В Совет (председатель Б. Л. Ванников) входили академики А. И. Алиханов (ученый секретарь), А. Ф. Иоффе, П. Л. Капица, И. В. Курчатов, В. Г. Хлопин, а также члены-корреспонденты АН И. Н. Вознесенский, И. К. Кикоин и профессор Ю. Б. Харитон. От Спецкомитета входили А. П. Завенягин и В. А. Махнев.

ди них: ФИАН (директор академик С. И. Вавилов); Всесоюзный институт авиационных материалов Наркомавиапрома (директор А. Т. Туманов); Центральный котлотурбинный институт (директор Л. А. Шубенко).

Этим институтам были поручены важнейшие работы: ФИАН — провести расчеты по реакторам уран-графит, уран — тяжелая вода (руководители работ профессора И. М. Франк и Е. Л. Фейнберг); определить поглощение нейтронов в графите и тяжелой воде (руководитель работ Л. В. Грошев); ВИАМ — выполнить исследования механических и тепловых свойств графита на разных температурах; ЦКТИ — изучить вопросы теплопередачи в ядерных реакторах с целью получения максимального количества энергии в этих системах (руководитель профессор М. А. Стырикович).

27 декабря 1945 г. при Спецкомитете был создан Инженерно-технический совет, председателем которого был назначен заместитель председателя Совнаркома М. Г. Первухин.

Советы регулярно заслушивали не только планы работ большого количества подключенных НИИ и КБ, но и доклады об их исполнении, прогнозировали требуемые человеческие и материальные ресурсы, поручали готовить постановления Спецкомитета и правительства. Эту работу осуществляли и секции указанных советов.

После оформления структуры ПГУ и создания в нем соответствующих подразделений советы Спецкомитета были реорганизованы в Научно-технический совет ПГУ при Совете Министров СССР. 9 апреля 1946 г. был утвержден следующий состав НТС: Б. Л. Ванников — председатель; М. Г. Первухин и И. В. Курча-



С. И. Вавилов

тов — заместители председателя совета, В. А. Малышев, А. П. Завенягин, А. Ф. Иоффе, В. Г. Хлопин, А. И. Алиханов, Н. Н. Семенов, Д. В. Скобельцын, Ю. Б. Харитон, А. И. Лейтунский, Б. С. Поздняков — члены совета.

Число привлеченных организаций непрерывно возрастало, а число требующих решения проблем не уменьшалось. Особенно много таких проблем возникало в области фундаментальных и прикладных исследований, которые должны решаться институтами Академии наук.

22 апреля 1946 г. в своей записке Спецкомитету Президент АН СССР академик С. И. Вавилов писал: «Проблема использования энергии ядерных реакций не должна изучаться изолированно — для этих работ должны быть привлечены многие разделы естествознания и техники. Необходимо в 1946 г. дополнительно привлечь к исследованиям по этой проблеме 15 институтов Акаде-

мии наук». В записке академика С. И. Вавилова указывалось также, что использование ядерной энергии должно быть обеспечено изучением очень высоких температур, давлений, яркости, плотности, влияния излучений на химические реакции и живые организмы. Развитие проблемы должно сопровождаться изысканием новых источников ядерной энергии кроме уже известных (уран, плутоний, торий, нептуний).

С. И. Вавилов предлагал общую координацию работ несекретного порядка поручить Академии наук, а организации, занимающиеся секретными проблемами, обязать давать необходимую информацию и конкретные данные вновь привлекаемым исследовательским учреждениям. Между тем в постановлении ГКО от 20 августа 1946 г., подписанном И. В. Сталиным, указывалось: «Никакие организации и лица без особого разрешения ГКО не имеют права вмешиваться в административно-хозяйственную и оперативную деятельность ПГУ, его предприятий и учреждений или требовать справок о его работе или работах, выполняемых по заказам ПГУ. Вся отчетность по указанным работам направляется только Специальному Комитету при ГКО».

При таких запретах АН СССР невозможно было эффективно руководить работами по Урановому проекту, ведущимися в институтах. Записка С. И. Вавилова была быстро рассмотрена, и члены НТС ПГУ И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, Н. Н. Семенов и Б. С. Поздняков рекомендовали внести в правительство предложения по усилению работ в следующих областях: теории ядерных реакций и радиоактивности; геологии и географии радиоактивных элементов; химии урана и

его соединений, металлургии урана и его сплавов; методов разделения изотопов; влияния радиации на химические превращения; влияния радиации на живые организмы (животные и растения); использования ядерной энергии в народном хозяйстве (энергетике, транспорте и т.п.).

Члены НТС ПГУ в своих рекомендациях отмечали также: «Предлагаемое в докладной записке разделение работ по ядерной энергии с организацией отдельного руководства секретными и — отдельно — несекретными работами практически осуществить не представляется возможным. Следует сохранить имеющееся положение...»

С. И. Вавилов не согласился с рядом рекомендаций и обратился к Л. П. Берия. После дополнительного рассмотрения на НТС ПГУ рекомендации были уточнены. Проект постановления с предложениями С. И. Вавилова, согласованный с Б. Л. Ванниковым, М. Г. Первухиным и И. В. Курчатовым, был направлен для его оформления в Спецкомитет. К проекту постановления было приложено два перечня, содержащих секретные и несекретные работы.

В материалах и документах, опубликованных ГНЦ Физико-энергетического института (Обнинск), приведено содержание постановления СМ СССР, подписанного 16 декабря 1946 г., «О развитии НИР по изучению атомного ядра и использованию ядерной энергии в технике, химии, медицине и биологии». В указанном постановлении, подписанном Председателем Совета Министров Союза СССР И. В. Сталиным и утвердившим перечни работ, было также записано: «Для руководства научно-исследовательскими работами по изучению атомного ядра и использова-

нию ядерной энергии в технике, химии, биологии и медицине образовывать при президенте АН СССР Ученый совет в составе: академик С. И. Вавилов — председатель, академик Д. В. Скобелевич, академик А. Н. Фрумкин, академик А. Н. Несмеянов, академик Л. А. Орбели, член-корреспондент АН СССР И. К. Кикоин, профессор Г. М. Франк.

Возложить на Ученый совет:

а) руководство научно-исследовательскими работами в области изучения атомного ядра и использования ядерной энергии, проводимыми в научно-исследовательских организациях АН СССР и министерств;

б) разработку и выдачу заданий на выполнение научно-исследовательских работ институтам АН СССР и другими научно-исследовательскими учреждениями, привлекаемыми к указанным секретным работам, контроль за выполнением их, рассмотрение тематических и календарных планов и отчетов о выполнении этих работ;

в) рассмотрение научных и технических вопросов и предложений, связанных с изучением атомного ядра и использованием ядерной энергии в технике, химии, биологии и медицине».

Руководителям АН СССР, академии медицинских наук СССР, АН Украинской ССР, а также министрам (для соисполнителей работ, утвержденных данным постановлением) даны поручения по обеспечению соответствующими кадрами и необходимыми материалами и оборудованием. Им также поручено: «Лично принимать оперативные меры по обеспечению своевременного выполнения плана работ, предусмотренного настоящим постановлением, заданий Ученого совета при президенте АН СССР. Ежеквартально до-

кладывать Совету Министров СССР о ходе и результатах научно-исследовательских работ, предусмотренных настоящим постановлением». Указанная централизация работ, как тогда, так и сейчас, не всеми одобряется, но она, бесспорно, оправдана и ускоряет ход работ, если известно, как принципиально решать поставленную для выполнения проблему.

Такой проблемой в то время было создание ядерного оружия при максимальном использовании данных, полученных нашей разведкой, и результатов проводимых целенаправленных исследований.

Работа по созданию в СССР первой плутониевой бомбы, приведшая к окончанию монополии США на ядерное оружие, была высоко оценена. Целому ряду ученых, директоров заводов и первых организаторов атомной промышленности были присуждены звания Героев Социалистического Труда, значительная часть участников этой работы была награждена орденами и медалями. В 1939 г. были введены звания лауреатов Сталинской премии I, II и III степеней. В октябре 1949 г. этих званий были удостоены 176 ученых и инженеров. В решении отдельных технических вопросов при создании первой советской ядерной бомбы принимали также участие немецкие ученые Г. В. Вирц, Г. В. Тиме, В. В. Шютце, Н. В. Риль, которые также были награждены.

Постановлением Совета Министров СССР от 6 декабря 1951 г. большой группе ученых, инженеров и других специалистов, принимавших участие в создании бомбы из ^{235}U , было присуждено 390 Сталинских премий различных степеней. Среди награжденных работники и АН СССР.

В этой главе нами названо только около 30 наиболее крупных научно-исследовательских учреждений и организаций АН СССР и промышленных министерств, привлеченных к созданию атомной промышленности. На самом деле их было значительно больше. Между тем в овладении основами ядерно-физической науки, а затем и техники, в создании в стране ядерной отрасли промышленности, в создании ядерной бомбы практически участвовали многие сотни ученых и специалистов, вложивших свой труд и ум в решение грандиозной задачи по ликвидации монополии владения ядерным оружием.

Имена еще многих ученых и специалистов из многих организаций не названы в этой главе, описывающей историю создания ядерного оружия, поскольку задачи этой главы — дать общее представление об этой проблеме.

Пусть не обижаются все эти замечательные люди на то, что мы как бы забыли их, это далеко не так, мы хотим еще и еще раз подчеркнуть, что история нашего государства хранит в своей памяти их трудовой и гражданский подвиг в укреплении авторитета нашего государства, в создании его ядерного щита.

Читателю ясно, что страна привлекла огромные материальные ресурсы, привлекла сотни тысяч людей, и в том числе строителей, монтажников, наладчиков (а также сотни тысяч заключенных из лагерей НКВД), с тем чтобы овладеть в полном объеме новым источником энергии в военных целях. К решению этой задачи были привлечены не отдельные узкие группы людей, специалисты, увлеченных решением ядерной проблемы, — этим занимались, полностью отдавая все свои силы, ум

и способности (а нередко и жизнь), огромные количества людей различных научных направлений, самых разных специальностей и профессий.

В решение этой задачи было вовлечено руководство нашей страны, ее самые видные деятели и самые активные слои науки и промышленности. Во главе этого дела стояли И. В. Сталин и все основные руководители государства. Достаточно вспомнить состав Специального комитета по атомной проблеме: председатель Л. П. Берия, члены Г. М. Маленков, Н. А. Вознесенский, М. Г. Первухин, Б. Л. Ванников и другие. И этот Специальный комитет непосредственно и регулярно отчитывался о своей деятельности, о ходе проводимых работ перед председателем ГКО И. В. Сталиным.

Весь уклад работы Спецкомитета и его ответственность перед И. В. Сталиным внушали людям уважение и страх (да, и страх, мы не боимся это подчеркнуть) за невыполнение или некачественное выполнение поручений.

Поэтому все министры, руководители отдельных ведомств и организаций делали все возможное, а порой и невозможное, чтобы не поставить себя под угрозу тяжелого наказания при плохом исполнении задания.

Этим объясняется, почему всем участникам этой сложной в научном и производственном отношении эпопеи удалось в невиданно короткие сроки в тяжелейших экономических условиях освоить ядерную энергию и обеспечить промышленное изготовление ядерных бомб для арсеналов армии.

Следует еще раз подчеркнуть, что освоение основ ядерной физики и

ядерной энергии для советских ученых не явилось неожиданным научным поиском.

С начала 30-х годов ученые России принимали участие в разработках основополагающих данных, раскрывающих тайны атомов и их ядер.

Великий русский ученый, академик Российской Академии наук В. И. Вернадский пророчествовал в 1922 г., еще до открытия нейтрона, что близится эра освоения ядерной энергии и овладения ею. Именно тогда был создан под руководством В. И. Вернадского РИАН.

РИАН стоял у истоков изучения в нашей стране явлений радиоактивности, ядерной физики, геохимии радиоактивных элементов и радиохимии. Немного позднее был организован ЛФТИ под руководством академика А. Ф. Иоффе. В стенах этого института были собраны талантливые молодые ученые, которые и образовали цвет нашей ядерно-физической науки и совершили ряд научных открытий еще до войны 1941 г. Среди них были такие ученые, как И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, Г. Н. Флеров, А. П. Александров, И. К. Кикоин, Л. А. Арцимович, Ю. И. Харитон, Я. Б. Зельдович и др.

Эти ученые вместе с основателями советской радиохимии, геохимии радиоактивных элементов, создателями первого в России циклотрона, ускорителя заряженных частиц, учеными РИАН В. Г. Хлопным, Л. И. Русиновым, Л. В. Мысовским, Г. А. Гамовым, К. А. Петржаком, М. Г. Мещеряковым и другими основывали то ядро, которое вместе со многими учеными, привлеченными из других центров страны, сумело решить задачу освоения ядерной энергии и создания ядерной бомбы.

Об этом много и достаточно полно рассказано в этой и других главах нашей книги. Однако победа пришла нескоро, и она непросто далась ученым и организаторам ядерной науки и промышленности.

В ходе освоения было допущено много ошибок, трагических аварий, технических провалов, как это обычно происходит во всяком большом деле.

Вся эта книга показывает, что победа была достигнута усилиями огромного количества людей, их трудом и умом. И этого никогда нельзя забывать, и всегда воздавать должное нашим творцам и первопроходцам, сумевшим проникнуть в дебри физических наук, в центр атома, в его ядро.

КРАТКИЕ БИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЯДА ОСНОВНЫХ УЧАСТНИКОВ СОВЕТСКОГО УРАНОВОГО ПРОЕКТА В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

А. К. Крутлов, А. М. Петросьянц

Приведенные краткие биографические данные основных участников создания ядерной индустрии отнюдь не исчерпывают списка всех участников. Но даже и этот сокращенный список убедительно показывает, как много ученых разных научных направлений и специалистов было привлечено к освоению ядерного оружия.

Почти все участники реализации Уранового проекта, включенные в приведенный список, были награждены Сталинскими и Государственными премиями, орденами СССР. Из-за отсутствия у ряда награжденных даты вручения премии названия Сталинской и Государственной премий часто отождествляют. Как отмечается в официальных материалах, Государственные премии учреждены в 1966 г. В период же с 1940 по 1952 г. за выдающиеся успехи в труде присуждались Сталинские премии I, II и III степеней. Премии, присужденные в 1952 г., были вручены лауреатам в 1953 г.

«Дипломы и знаки лауреатов Сталинских премий были заменены на дипломы и почетные знаки лауреатов Государственных премий соответствующих степеней»*.

АЛЕКСАНДРОВ Анатолий Петрович (1903–1993) – президент АН СССР с 1975 по 1986 г., академик с 1953 г., трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий.

Научная деятельность началась в Киевском рентгеновском институте, после 1930 г. в ЛФТИ под руководством А. Ф. Иоффе изучал механизм электрического пробоя в твердых диэлектриках. Изучал электрические и механические свойства полимеров.

С 1935 г. занимался защитой кораблей ВМФ от магнитных мин и торпед. После организации ПГУ и Спецкомитета активно участвовал в решении различных проблем Уранового проекта. С 1948 г. принимал активное участие в решении вопросов, связанных с выпуском конечной продукции на заводе «В» Комбината № 817 и анализом причин загрязнения радиоактивными отходами окружающей среды. В 1946–1955 гг. работал (после П. Л. Капицы) директором Института физических проблем, руководил работами по получению тяжелой воды. С 1948 г. являлся заместителем руководителя Лаборатории № 2. С 1960 г. в течение длительного времени состоял в должности директора ИАЭ им. И. В. Курчатова.

Под его научным руководством создавались различные ядерные реакторы для АЭС и энергетических установок ВМФ, а также ледокольного флота.

За большой вклад в науку и технику ему в 1942, 1949, 1951 и 1953 гг. были присуждены

*Большой энциклопедический словарь. Т. 1. М.: Советская энциклопедия, 1991.

Сталинские премии, а в 1959 г. — Ленинская премия.

АЛЕКСАНДРОВ Анатолий Сергеевич (1899–1984) — заместитель начальника ПГУ, генерал-лейтенант.

Родился в 1899 г. С 1918 по 1924 г. служил в армии. 1928–1932 гг. — слушатель Военно-политической академии им. Ф. Э. Дзержинского. 1932–1938 гг. — преподаватель Академии моторизации и механизации им. И. В. Сталина. 1938–1939 гг. — инженер-инспектор Военно-промышленного комитета. 1939–1945 гг. — служба в Комитете обороны на разных должностях. 1945–1947 гг. — помощник заместителя председателя СНК и СМ СССР. 1947–1951 гг. — член коллегии и зам. начальника ПГУ. 1951–1955 гг. — начальник КБ-11. С 1955 г. — директор предприятия п/я 285 ПГУ.

Эта сухая анкетная справка человека, прошедшего большой жизненный и боевой путь, никак не может в достаточной степени охарактеризовать его как личность.

А. С. Александров был высокообразованным военным человеком, очень большой эрудиции. Его лекции всегда привлекали много слушателей, и их ждали с нетерпением. Военную технику (своего профиля) он знал отлично. Его далеко не случайно привлекли к работам, связанным с освоением и созданием ядерного оружия, и включили в состав ПГУ в качестве заместителя Б. Л. Ванникова. Работая в 1942–1947 гг. в ГКО СССР, он следил за ростом военной техники, в том числе и за рубежом, наблюдал, как развивались события по освоению ядерной энергии в военных целях в Англии и США. Знание английского языка во многом этому способствовало.

АЛИХАНОВ Абрам Исаакович (1904–1970) — физик-экспериментатор, член-корреспондент АН СССР с 1939 г., академик с 1943 г., Герой Социалистического Труда, трижды лауреат Государственной премии.

Научная деятельность А. И. Алиханова началась в 1927 г. в ЛФТИ в отделе рентгенов-

ских лучей. В 1941 г. за изучение закономерностей зависимости бета-спектра от атомного номера элемента (вместе с А. И. Алиханяном) была присуждена Сталинская премия II степени. В 1943 г. был переведен в Лабораторию № 2.

С 20 августа 1945 г. — ученый секретарь Технического совета Спецкомитета при ГКО СССР. С декабря 1945 г. — руководитель Лаборатории № 3, ответственной за создание ядерных реакторов с тяжеловодным замедлителем нейтронов. В Лаборатории № 3, будущем Институте теоретической и экспериментальной физики, под его руководством велись все основные работы по ядерной физике, ускорительной и реакторной физике и технике, а также физике элементарных частиц.

С 1943 по 1947 г. работал в области космических лучей. Под научным руководством А. И. Алиханова в 1949 г. в ИТЭФ был пущен первый опытный тяжеловодный реактор, а в 1951 г. в Челябинске-40 — первый промышленный тяжеловодный реактор для наработки плутония и трития. По теоретическим обоснованиям А. И. Алиханова был сконструирован ускоритель протонов на энергию 7 ГэВ (позднее доведен до 10 ГэВ), который явился прообразом крупнейшего в нашей стране ускорителя протонов в Серпухове (Протвино).

АЛФЕРОВ Владимир Иванович (1904–1995) — контр-адмирал, Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской премии I степени.

Основная деятельность связана с военно-морским флотом и созданием ядерного оружия. Прошел путь от командира торпедного катера до заместителя начальника научно-технического комитета ВМФ. Участвовал в разработке минно-торпедной техники, работал в судостроительной промышленности. Во время войны был директором Махачкалинского торпедного завода.

С 1948 г. капитан 1-го ранга В. И. Алферов — активный разработчик ядерного оружия, работал в филиале Лаборатории № 2 в Арзамасе-16. Возглавлял в КБ-11 (ВНИИЭФ) разработку

схем и приборов систем подрыва зарядов, а также систем управления подрывом авиабомб.

Впоследствии в системе Минсредмаша работал начальником главного управления, обеспечивающего серийный выпуск ядерного оружия. В течение нескольких лет состоял в должности заместителя министра. С 1968 по 1986 г. контр-адмирал В. И. Алферов работал на различных должностях в Генеральном штабе Вооруженных Сил СССР.

Награжден многими орденами и медалями.

АМБАРЦУМЯН Рубен Сергеевич (1911–1971) – физико-химик и металлург, член-корреспондент АН СССР с 1966 г., заслуженный деятель науки и техники, лауреат Ленинской и двух Государственных премий.

Создал новые коррозионные конструкции сплавов, методы защиты металлов от коррозии. Принимал активное участие в разработке технологии герметизации изделий из металлического урана, загружаемых в реактор, в котором нарабатывали плутоний для первой ядерной бомбы. С его участием создавались изделия из обогащенного урана, загружаемые в ядерный реактор «АИ» (Комбинат № 817), в котором нарабатывался тритий. Под руководством Р. С. Амбарцумяна были созданы коррозионно-стойкие конструкционные сплавы, разработан ряд методов защиты металла от коррозии. Разработка ряда технологических процессов на заводе № 12 (г. Электросталь) по изготовлению металлических урановых блоков для загрузки в первые промышленные уран-графитовые и тяжеловодные реакторы осуществлялась при активном участии Р. С. Амбарцумяна. За эти работы в 1949 г. (наработка плутония) и в 1953 г. (наработка трития) он был удостоен Сталинских премий. В 1960 г. ему было присвоено звание лауреата Ленинской премии.

АНТРОПОВ Петр Яковлевич (1905–1979) – министр геологии и охраны недр СССР в 1953–1962 гг., Герой Социалистического Труда.

В 1932 г. окончил Московский геологический институт. С 1933 по 1939 г. работал в тяжелой промышленности, сначала управляющим Восточно-Сибирским геологическим трестом (г. Иркутск), а затем начальником Главцинковиниша в НКТП. С 1939 по 1941 г. – первый заместитель наркома цветной металлургии. В 1941–1945 гг. работал в Государственном комитете обороны. После организации Спецкомитета в 1945–1949 гг. П. Я. Антропов является заместителем начальника Первого главного управления. После создания при Совете Министров СССР Второго главного управления в 1949–1953 гг. был его руководителем. Обеспечивал развитие уранодобывающих предприятий в СССР и странах Восточной Европы, за что ему в 1951 г. была присуждена Сталинская премия. По его инициативе при ВГУ был организован НИИ-10 (ВНИИХТ), Государственный специальный проектный институт (ГСПИ-14).

После организации в 1953 г. Минсредмаша, созданного на базе ПГУ, ВГУ и других организаций, был назначен министром геологии и охраны недр СССР.

С 1962 г. П. Я. Антропов состоял в должности заместителя министра среднего машиностроения. За разработку и обеспечение организации работ по подземному выщелачиванию урана в 1978 г. была присуждена Ленинская премия. Автор известной монографии по энергетическому потенциалу Земли. Награжден многими орденами.

АРЦИМОВИЧ Лев Андреевич (1909–1973) – научный руководитель производства высокообогащенного урана-235 электромагнитным методом, академик с 1953 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

Окончил в 1928 г. Белорусский государственный университет, с 1930 по 1944 г. работал в Ленинградском физико-техническом институте АН СССР, с 1944 г. – в Лаборатории № 2 под руководством И. В. Курчатова.

Основные работы посвящены ядерной физике. Вместе с И. В. Курчатовым впервые четко

доказал захват нейтрона протоном, а в 1936 г. вместе с А. И. Алихановым и А. И. Алиханьяном — сохранение импульса при аннигиляции позитрона и электрона. Вместе с сотрудниками Лаборатории № 2 разработал метод электромагнитного разделения изотопов урана. На строящемся заводе в Свердловске-45 был назначен научным руководителем производства высокообогащенного урана-235 электромагнитным методом. С 1950 г. возглавил экспериментальные работы по управляемому термоядерному синтезу. В 1952 г. с сотрудниками открыл нейтронное излучение высокотемпературной плазмы. Под его руководством проводились работы на установках токамак. В 1968 г. на установке «Токамак-4» были зарегистрированы первые термоядерные нейтроны. С 1957 г. — академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии АН СССР.

Выдающиеся заслуги Л. А. Арцимовича были высоко оценены. За получение урана-235 ему в 1953 г. была вручена Сталинская премия, за работы по высокотемпературной плазме в 1958 г. — Ленинская премия, а в 1968 г. за работы на установке «Токамак-4» — Государственная премия.

БЕРИЯ Лаврентий Павлович (1899—1953) — нарком внутренних дел, председатель Спецкомитета по созданию ядерного оружия при ГКО СССР.

Родился в Абхазии, учился в г. Сухуми и Баку. В 1929 г. работал в Азербайджане, а затем в Тбилиси. Был руководителем ОГПУ Закавказья. С 1931 по 1938 г. руководил партийной организацией Грузии. С ноября 1938 по июнь 1945 г. — нарком внутренних дел (СССР). В годы войны был членом Государственного комитета обороны. В 1945 г. ему за обеспечение работы предприятий по выпуску оборонной продукции и вооружений для армии было присвоено звание Героя Социалистического Труда. С 1941 по 1953 г. Л. П. Берия одновременно является и заместителем Председателя СНК СССР и СМ СССР.

После взрыва трех американских ядерных бомб постановлением ГКО от 20 августа

1945 г. Л. П. Берия назначается председателем Спецкомитета, который отвечал за организацию всех работ в стране по созданию первых промышленных предприятий, институтов и КБ для получения делящихся материалов и изготовления из них ядерного оружия.

Был председателем Государственной комиссии при испытании и взрыве первой plutониевой бомбы, осуществленном 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне.

При его активном участии был получен и второй вид ядерной взрывчатки — высокообогащенный уран-235.

После смерти И. В. Сталина занимал должность министра внутренних дел. В конце 1953 г. на основании решения Верховного Суда СССР Л. П. Берия был расстрелян.

БОРИСОВ Николай Андреевич (1903—1955) — заместитель председателя Госплана, заместитель начальника ПГУ при СНК СССР.

В 1944 г. с должности главного инженера Краснопресненского машиностроительного завода был переведен в Госплан руководителем отдела боеприпасов. После принятия решения о возобновлении работ по ядерной проблеме постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. в Госплане создается управление, на которое возлагается планирование и финансирование всех работ в стране по развитию атомной науки и промышленности. Начальником Управления № 1 и заместителем председателя Госплана назначается Н. А. Борисов. После создания Спецкомитета ГКО указанное управление Госплана включало все потребные материально-технические ресурсы и денежные ассигнования в баланс распределения бюджета страны для обеспечения работ Спецкомитета и ПГУ. Постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. Н. А. Борисов одновременно назначается и заместителем начальника ПГУ. По его предложению в июле 1949 г. постановлением правительства расширяются функции Ученого совета при президенте АН СССР, осуществлявшего научное руководство по изучению

атомного ядра и использованию атомной энергии в технике, химии и биологии.

Награжден многими орденами и медалями.

БОЧВАР Андрей Анятольевич (1902–1984) – научный руководитель завода «В» на Комбинате № 817, академик с 1946 г., дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырехжды Государственной премий.

С 1924 по 1930 г. работал в МВТУ преподавателем, а затем в Московском институте цветных металлов и золота. В 1946 г. был привлечен к работам по Урановому проекту и работал на заводе № 12 в г. Электросталь, а затем был переведен в НИИ-9.

В 1948 г. назначается начальником отдела и научным руководителем завода «В» на Комбинате № 817 по получению металлического плутония. Еще в 1935 г. А. А. Бочвар создал теорию эвтектической кристаллизации, а затем разработал технологию и внедрил в практику метод кристаллизации фасонных отливок под давлением. Им установлены закономерности деформации изделий из металлов с разными типами кристаллической решетки при циклических изменениях температуры. Изучая свойства сплавов при повышенных температурах, он открыл новое явление, названное сверх-пластичностью. В 1941–1945 гг. А. А. Бочвар создал легкий сплав – цинковистый силумин, а в 1948–1949 гг. под его научным руководством на заводе «В» Комбината № 817 был получен сплав плутония с заданными техническими требованиями. Из него были получены детали первой ядерной бомбы.

В 1953 г. А. А. Бочвар был назначен директором ВНИИНМ и работал в этой должности до конца жизни. В 1984 г. институту было присвоено его имя.

БРОХОВИЧ Борис Васильевич – главный энергетик радиохимического завода, директор завода № 156 и Комбината № 817, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии.

Родился в 1918 г. С конца 1946 г. начал работу на строящемся в Челябинске-40 плутониевом комбинате. На радиохимическом заводе «В» работает главным энергетиком. После окончания строительства второго уран-графитового реактора (АВ-1) он переводится начальником смены и активно участвует в его эксплуатации. На следующем уран-графитовом реакторе (АВ-3) Б. В. Брохович работает главным инженером, а после организации реакторного завода № 156 назначается главным инженером завода.

В 1956 г. на реакторе АИ был осуществлен первый в мире эксперимент по частичной разборке разрушенной графитовой кладки реактора по причине неудовлетворительной стойкости урановых блоков с магниевой керамикой. В условиях высоких радиационных полей из реактора было извлечено порядка 400 графитовых кирпичей, были установлены новые графитовые колонны, закончен ремонт и монтажные работы различных систем реактора, что впоследствии обеспечило работу реактора вплоть до 1987 г. Был директором завода № 156, а затем назначается директором Комбината № 817 и успешно руководит им с 1971 по 1989 г. В настоящее время находится на пенсии.

БУРНАЗЯН Аветик Игнатьевич (1903–1981) – первый руководитель медико-санитарной службы ПГУ и Государственной службы радиационной безопасности.

В 1928 г. окончил Ереванский государственный университет, с 1928 по 1930 г. был слушателем Военно-медицинской академии в Ленинграде. С 1930 по 1934 г. работал военным врачом сначала в Белоруссии, а затем в Москве. До 1939 г. работает в госпитале, возглавляет санитарную службу артиллерийской дивизии. С 1939 г. служит в 10-й армии (г. Белосток), в 15-й армии на Финском фронте, руководит курсами усовершенствования врачей в Москве; с 1941 по 1946 г. возглавляет медико-санитарные службы на Южном, Калининском и Втором дальневосточном фронтах. С 13 августа 1946 г. по запросу Б. Л. Ванникова направляется начальником отдела медико-санитарной

службы ПГУ. Под руководством А. И. Бурназяна на всех промышленных предприятиях, в НИИ и КБ создаются медико-санитарные части, подготавливаются врачи-радиологи, обслуживающие работников развивающейся атомной промышленности. По инициативе А. И. Бурназяна строятся поликлиники и больницы, санатории и дома отдыха.

С самого начала функционирования отрасли А. И. Бурназян возглавляет Государственную службу радиационной безопасности. Он активный участник испытания первой ядерной бомбы на Семипалатинском полигоне. Последние годы работал заместителем министра здравоохранения, возглавляя созданное им 3-е Главное управление при Минздраве СССР.

Генерал-лейтенант медицинской службы А. И. Бурназян награжден многими орденами и медалями.

ВАВИЛОВ Сергей Иванович (1891–1951) – академик с 1932 г. С 1932 г. – научный руководитель Государственного оптического института в Ленинграде и директор Физического института АН СССР в Москве.

С. И. Вавилов и его ученик П. А. Черенков с 1934 г. обнаружили особое свечение чистых жидкостей под действием гамма-лучей (эффект Вавилова – Черенкова). За объяснение этого эффекта и его открытие П. А. Черенкову, И. М. Франку и И. Е. Тамму в 1958 г. была присуждена Нобелевская премия.

В 1940 г. С. И. Вавилов был включен в состав Урановой комиссии (руководители В. Г. Хлопин и В. И. Вернадский). По инициативе С. И. Вавилова в начале работ над созданием ядерного оружия в 1946 г. при Президиуме Академии наук (решением И. В. Сталина) создается под его руководство Ученый совет, на который возлагается руководство работами институтов Академии наук и министерств по изучению атомного ядра и использованию ядерной энергии в технике, химии, биологии и медицине.

С. И. Вавилов создал школу физиков, внесших большой вклад в развитие ядерной физики. Среди этих ученых И. М. Франк,

П. А. Черенков, В. С. Фурсов, М. Д. Галанин, Л. В. Грошев, Н. А. Добротин и др. Он трижды лауреат Государственной премии.

Имя С. И. Вавилова присвоено Институту физических проблем и Государственному оптическому институту. В 1951 г. была учреждена золотая медаль им. С. И. Вавилова.

ВАННИКОВ Борис Львович (1897–1962) – заместитель руководителя Спецкомитета, председатель Технического совета Спецкомитета и начальник ПГУ, генерал-полковник, трижды Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Государственной премии.

Трудовую деятельность начал в Баку. Учился в Томском университете, Тбилисском политехническом институте и МВТУ. С 1927 по 1930 г. работал на Люберецком заводе в Московской обл. С 1933 по 1936 г. – директор Тульского оружейно-пулеметного, а затем и Пермского оружейного завода. С 1936 по 1945 г. работал в оборонной промышленности.

Был заместителем наркома и наркомом вооружения, а с 1942 по 1945 г. – наркомом боеприпасов. В 1942 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда. За обеспечение руководства Урановым проектом в 1949 г. Б. Л. Ванникову была вручена вторая звезда Героя Социалистического Труда.

После организации Минсредмаша был первым заместителем министра. Создание промышленных объектов и институтов нарождающейся атомной промышленности осуществлялось под руководством Б. Л. Ванникова. Особенно значителен его вклад в осуществление строительства, монтажа оборудования и пуска первого промышленного ядерного реактора и двух других заводов в Челябинске-40, а также в создание филиала Лаборатории № 2 в Арзамасе-16.

За создание наиболее совершенного ядерного оружия в январе 1954 г. ему в третий раз было присуждено звание Героя Социалистического Труда. Личный вклад Б. Л. Ванникова в разработку новейшей техники был высоко оценен присуждением ему двух Сталинских премий I степени (1951 и 1953 гг.).

С 1958 г. до 1962 г. Б. Л. Ванников находился на пенсии.

ВЕКШИНСКИЙ Сергей Аркадьевич (1896–1974) – генеральный разработчик вакуумной техники, академик с 1953 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий.

Родился в Пскове, учился в Петроградском политехническом институте. В 1916 г. студент Векшинский был направлен по командировке Главного артиллерийского управления в Северную Америку и работал браковщиком. После возвращения поступил на химический факультет Донского политехнического института. С 1921 г. начал заниматься электровакуумной техникой и с 1922 г. перешел на работу инженером Ленинградского электровакуумного завода. С этим заводом (слившимся с заводом «Светлана») и была связана деятельность С. А. Векшинского. За работы в области физико-химии фотокатодов и восстановление ряда производств завода «Светлана» в 1945 г. он был удостоен Сталинской премии I степени. В 1946 г. с учетом задач, решаемых ПГУ, была организована под его руководством Центральная вакуумная лаборатория Министерства электропромышленности, преобразованная в 1947 г. в Научно-исследовательский вакуумный институт, которым он и руководил. В 1946 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1953 г. – академиком.

С. А. Векшинский – активный участник создания специальных приборов и установок по контролю вакуума в диффузионном и электромагнитном производствах получения высокообогащенного урана-235.

ВЕРНАДСКИЙ Владимир Иванович (1863–1945) – выдающийся русский ученый-химик, минералог и кристаллограф, академик с 1912 г., первый директор Радиевого института.

В 1885 г. окончил Петербургский университет. Совершенствовал образование в Италии, Германии и Франции. В 1890–1911 гг. преподавал в Московском университете. С 1914 г. –

директор Геологического и минералогического музея Академии наук. В 1919–1921 гг. первый президент Академии наук Украины. В 1922–1939 гг. – директор организованного им Радиевого института и одновременно с 1928 по 1945 г. – директор Лаборатории геохимических проблем Академии наук, преобразованной в 1947 г. в Институт геохимии и аналитической химии, который носит имя В. И. Вернадского.

В 1911 г. предсказал значение радиоактивных веществ как источника энергии. Проводил поиски месторождений радиоактивных минералов и их химические исследования в целях определения наличия урана и радия. Автор известных монографий: «Опыт описательной минералогии», «История описания земной коры», «Очерки геохимии». В. И. Вернадского считают основоположником биогеохимии – науки, которая занимается изучением геохимических процессов с участием живых организмов.

В 1937 г. под его руководством в Радиевом институте был пущен ускоритель заряженных частиц, первый в СССР, а также в Европе и Азии. В 1940 г. по его инициативе была создана Урановая комиссия Академии наук СССР, заложившая основы координации работ по использованию внутриатомной энергии.

В. И. Вернадский указывал, что «ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия их научной работы... должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий». В 1963 г. в честь В. И. Вернадского Академия наук учредила золотую медаль.

ВИНОГРАДОВ Александр Павлович (1895–1975) – руководитель Аналитического совета ПГУ. Академик с 1953 г., дважды Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Государственной премии.

В 1924 г. окончил Военно-медицинскую академию, а в 1925 г. – химический факультет Ленинградского университета. Вначале работал в академии преподавателем. С 1928 по 1947 г. работал в Лаборатории геохимических проблем Академии наук СССР, где с 1945 г. был ее

директором. После реорганизации лаборатории в институт Геохимии и аналитической химии АН СССР с 1945 г. работал директором института. В 1967–1975 гг. А. П. Виноградов – вице-президент АН СССР.

Научные работы относятся к целому ряду направлений науки и в частности к биогеохимии, минералогии и химии редкоземельных элементов, аналитической химии и др. Он был одним из ближайших учеников и сотрудников В. И. Вернадского.

А. П. Виноградов – один из активнейших создателей атомной промышленности. С 1946 г. участвует в аналитическом обеспечении контроля технологических процессов на целом ряде производств заводов ПГУ. На заводе № 12 в г. Электросталь, радиохимическом и химико-металлургическом заводах плутониевого комбината в Челябинске-40 и других объектах аналитический контроль осуществлялся под руководством А. П. Виноградова. Длительное время он возглавлял Аналитический совет ПГУ (Минсредмаша), был участником испытания первой плутониевой бомбы 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне.

ВЛАДИМИРСКИЙ Василий Васильевич – заместитель директора Института теоретической и экспериментальной физики, член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской и Государственных премий.

Родился в 1915 г., в 1938 г. окончил Московский университет. После создания Лаборатории № 3 вместе с А. И. Алихановым был активным разработчиком первых в стране ядерных реакторов с использованием в качестве замедлителей нейтронов тяжелой воды. Под их научным руководством в 1949 г. в Лаборатории № 3 (ИТЭФ) был пущен первый экспериментальный реактор, а в 1951 г. на Южном Урале на Комбинате № 817 – промышленный реактор для наработки плутония-239 и других искусственных изотопов.

Основные работы В. В. Владимирского посвящены ускорительной технике, физике ядерных реакторов, ядерной физике и физике элементарных частиц. Он исследовал нейтрон-

ные резонансы различных делящихся ядер, выполнял работы по оптической модели ядра, поляризации частиц. В. В. Владимирский – участник разработки циклических ускорителей с жесткой фокусировкой, в том числе протонных синхротронов с энергией 7 и 70 ГэВ. В 1961 г. вместе с В. Н. Андреевым предсказал нарушение четности при делении ядер.

Крупные научные достижения В. В. Владимирского получили высокую оценку. В 1953 г. ему была вручена Сталинская, а в 1970 г. – Ленинская премии. Он главный редактор журнала Академии наук «Ядерная физика». До настоящего времени работает в ИТЭФ.

ВОЗНЕСЕНСКИЙ Иван Никольевич (1887–1947) – главный конструктор КБ гидромашин Ленинградского металлургического завода, член-корреспондент АН СССР с 1939 г., лауреат Государственной премии.

Крупнейший инженер-машиностроитель, заключивший контракт с гидромашин Ленинградского политехнического института И. Н. Вознесенский был первым разработчиком компрессорного агрегата газодиффузионной машины для получения высокообогащенного урана-235. Вместе с И. К. Кикоиным и С. Л. Соболевым обеспечивал научное руководство разделением изотопов диффузионным методом. Решением правительства на И. Н. Вознесенского была возложена разработка инженерных решений по созданию всего комплекса оборудования для строящегося в Свердловске-44 Комбината № 813. Постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. был введен в состав Технического совета Спецкомитета. Он участник создания двух специальных конструкторских организаций (ОКБ Кировского завода в Ленинграде и ОКБ завода № 92 в г. Горьком), которые под его руководством и начинали разрабатывать первые конструкции диффузионных машин.

В целях интенсивной разработки одного из вариантов диффузионной машины лаборатория, возглавляемая И. Н. Вознесенским в Ленинграде, в начале 1946 г. была реорганизована в филиал Лаборатории № 2. Он назнача-

ется главным конструктором подготовки на заводе № 92 серийного выпуска машины НВК-ЗИС-30 (его заместителем был назначен А. И. Савин, главный конструктор завода № 92).

В 1947 г. И. Н. Вознесенскому посмертно была присуждена Сталинская премия.

ВОЛЬСКИЙ Антон Николаевич (1897–1966) – академик с 1960 г., лауреат Ленинской и дважды Государственных премий.

В 1924 г. окончил Институт народного хозяйства. С 1928 по 1933 г. работал в Государственном институте цветных металлов. С 1939 по 1947 г. – заведующий кафедрой, профессор Московского института цветных металлов и золота. В 1946 г. по инициативе директора НИИ-9 В. Б. Шевченко был приглашен работать сначала научным консультантом металлургической лаборатории, а затем и ее руководителем. А. Н. Вольский – автор многих трудов и учебников по металлургии и является одним из главных разработчиков получения металлических сплавов из урана и плутония. За работы, связанные с металлургией плутония, используемого в первой ядерной бомбе, известным постановлением правительства (от 20/X-49 г.) А. Н. Вольский был награжден орденом Ленина и Сталинской премией I степени. В 1953 г. повторно была вручена Сталинская премия. В апреле 1945 г. А. Н. Вольскому была присуждена Ленинская премия.

До 1966 г. он работал в НИИ-9, с 29 декабря 1952 г. – начальником отдела, а с 13 июня 1960 г. – зам. директора института. Деятельность А. Н. Вольского в НИИ-9 и в Московском институте цветных металлов и золота подробно освещена его учеником, членом-корреспондентом АН СССР, академиком РАН Ф. Г. Решетниковым в изданной в 1994 г. книге «Страницы истории ВНИИНМ».

ГЕЛЬМАН Анна Дмитриевна (1902–1991) – автор технологии получения особо чистого плутония, лауреат Государственной премии.

После окончания Крымского университета работала в Москве в Институте общей и неорганической химии АН СССР имени Н. С. Курнакова (ИОНХ). С самого начала организации на Комбинате № 817 химико-металлургического производства профессор А. Д. Гельман была переведена на завод «В», где в составе лаборатории академика И. И. Черняева отработывала технологию получения плутония. Под ее руководством на заводе была организована специальная исследовательская группа, которая разрабатывала рекомендации по увеличению выхода плутония на отдельных технологических операциях. Основные научные исследования посвящены изучению процессов комплексобразования ряда металлов в водных растворах. С 1947 г. активно исследовала химию тория, урана и трансурановых элементов. После пуска завода «В» и отработки на нем более совершенной технологии получения плутония несколько лет работала руководителем отдела в центральной заводской лаборатории комбината. Впоследствии была переведена в Москву в Институт физической химии АН СССР. Является автором открытия «Семивалентное состояние плутония и нептуния» и трех монографий по химии трансурановых элементов. Под ее руководством и при активном участии на заводе «В» велась нужная, но наиболее «грязная» и вредная работа по выделению плутония.

А. Д. Гельман была наставницей молодых химиков. Ее ученики защитили диссертации и работают в ИОНХ, ИФХ, на Комбинате № 817.

ГЛАДЫШЕВ Михаил Васильевич – участник получения первых количеств плутония, лауреат Ленинской премии.

Родился в 1914 г. По окончании в 1941 г. Горьковского индустриального института и службы в армии инженер-технолог подполковник М. В. Гладышев в феврале 1946 г. прямо из госпиталя был направлен в НИИ-9 (ВНИИНМ).

После пуска в Лаборатории № 2 первого в стране опытного реактора Ф-1 и облучения в нем урана в НИИ-9 на специальной установке (У-5) в 1947–1948 гг. отработывалась радио-

химическая технология выделения плутония. М. В. Гладышев был участником создания этой установки и изучал фторидную технологию доочистки плутониевого концентрата от осколочных элементов. Им было предложено и экспериментально обосновано использование в этой технологии вместо лантана более дешевого кальция. Он был инициатором привлечения И. В. Петрянова (автора разработанной ткани, носящей его имя)* к работам по совершенствованию технологии очистки от радиоактивности различных продуктов радиохимического производства.

В конце 1948 г. М. В. Гладышев переводится на пуск радиохимического завода Комбината № 817 в Челябинске-40, затем он в течение нескольких лет работает сначала главным инженером этого завода, а с 1957 г. в течение 30 лет – директором вновь построенного с более совершенной технологией завода «ДГ» (дублер Б). М. В. Гладышев был первым (вместе с Н. С. Чугреевым), кто после пуска завода «Б» передавал первую порцию конечной продукции радиохимического завода на химико-металлургическое производство. Основные научные исследования М. В. Гладышева посвящены технологии химической переработки растворов плутония.

За большие заслуги в получении плутония и совершенствовании радиохимической технологии в 1961 г. он был удостоен звания лауреата Ленинской премии, а в 1986 г. – премии Совета Министров СССР.

Автор вышедшей в 1992 г. на Южном Урале книги «Плутоний для атомной бомбы», в которой делится воспоминаниями о трудном, вредном для здоровья людей радиохимическом производстве.

ГОЛОВАНОВ Юрий Николаевич (1911–1972) – инженер-металлург, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

*И. В. Петрянов-Соколов, 1907 г. рождения, работает в ФХИ имени Л. Я. Карпова. В 1936–1938 гг. создал технологию производства сверхэффективных тонковолокнистых фильтрующих материалов. Академик с 1966 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

тического Труда, лауреат Государственной премии.

Родился в Ленинграде, учился в Москве, в 1936 г. окончил Московский институт цветных металлов и золота, работал до конца 1937 г. на заводе № 171 НКЦМ в Москве, а в 1938–1940 гг. – аспирант Московского института цветных металлов и золота. В 1940–1945 гг. работал старшим, а затем главным инженером завода № 169 в Москве и Красноярске. С 1945 по 1956 г. Ю. Н. Голованов работал на переданном из Наркомата боеприпасов в систему ПГУ заводе № 12 в г. Электросталь Московской области: до 1951 г. – главным инженером и главным металлургом, с 1951 по 1956 г. – директором завода. Обеспечил организацию серийного производства урановых изделий для загрузки в первые ядерные реакторы.

В 1949 г. после испытания первой плутониевой бомбы ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда и лауреата Сталинской премии II степени.

В последние годы жизни доктор технических наук Ю. Н. Голованов работал заместителем директора Института физической химии АН СССР.

Активнейший создатель атомной промышленности, Ю. Н. Голованов был награжден орденами и медалями.

ГОНЧАРОВ Владимир Владимирович (1912–1994) – инженер-технолог, разработчик реакторного графита, заслуженный деятель науки и техники, лауреат Государственной премии.

В. В. Гончаров начал трудовую деятельность в Закавказье. С 1942 г. работал директором опытного завода Наркомата химической промышленности в Азербайджане. С самого начала создания Лаборатории № 2 в 1943 г. по предложению М. Г. Первухина был назначен помощником И. В. Курчатова.

Доктор технических наук В. В. Гончаров является одним из авторов создания технологии производства графита высокой чистоты для ядерных реакторов. Он был первым руководителем организованной при его активном участии комплексной материаловедческой

базы создаваемой атомной промышленности СССР. На указанной испытательной базе проводились исследования по радиационной стойкости большинства тепловыделяющих элементов в ядерных реакторах различного назначения. Испытания в ЛИПАН подтверждали правильность технологий по изготовлению на заводах ТВЭЛов и были необходимым требованием для принятия решения о серийном производстве изделий из ядерного топлива для АЭС, реакторов ВМФ и других. В. В. Гончаров – один из участников использования в реакторах ТВЭЛов диспергированного типа. Он активный участник изучения и совершенствования режимов эксплуатации исследовательских реакторов во всех ядерных центрах страны.

В 1949 г. за обеспечение создания первой в СССР ядерной бомбы был удостоен Сталинской премии III степени. Награжден орденами и медалями.

ГОРОБЕЦ Борис Валентинович – начальник Главного управления производства ядерных боеприпасов, лауреат Государственной премии.

Родился 24 апреля 1928 г. в г. Самарканде. В 1950 г. окончил Среднеазиатский политехнический институт. С 1950 по 1954 г. работал сначала инженером-механиком на первом уран-графитовом реакторе и на тяжеловодном реакторе в Челябинске-40, а затем на приборостроительном заводе в Златоусте-36. С 1978 г. работает в Минсредмаше, член коллегии министерства. Работая начальником главка, руководил системой производства отечественных ядерных боеприпасов, а также отвечал за обеспечение процесса крупномасштабных сокращений ядерных вооружений в соответствии с достигнутыми международными договоренностями. Руководил и конверсией серийных предприятий оружейного комплекса.

Кандидат технических наук, имеет три патента. Лауреат Государственной премии, награжден шестью орденами. В сферу профессиональных интересов входят специфические технологии, обеспечивающие качество и безопас-

ность, а также проблемы конверсии предприятий Минатома РФ. В настоящее время советник министра.

ГРОМОВ Борис Вениаминович (1909–1984) – первый главный инженер радиохимического завода на Комбинате № 817 в Челябинске-40, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

После окончания в 1933 г. Уральского института цветных металлов работал в Московском государственном институте цветных металлов, где в 1940 г. защитил диссертацию кандидата химических наук. С 1942 по 1947 г. – начальник центральной лаборатории электролитического цинкового завода в г. Челябинске. С 1947 по 1952 г. – главный инженер и директор первого в стране радиохимического завода «Б» по выделению плутония из облученных в промышленном уран-графитовом реакторе урановых блоков. В 1952 г. был переведен в Томск-7, где работал главным инженером завода по получению гексафторида урана, используемого на заводах разделения изотопов урана.

За большой творческий вклад в работы по выделению плутония, используемого в первой ядерной бомбе, Б. В. Громову – крупнейшему специалисту в области химии редких металлов – постановлением правительства от 29 октября 1949 г. было присуждено звание Героя Социалистического Труда и одновременно вручена Сталинская премия I степени.

После работы в Томске-7 Б. В. Громов – профессор Московского химико-технологического института им. Д. И. Менделеева, где руководил кафедрой.

ГУСЬКОВА Ангелина Константиновна – крупнейший специалист в области радиационной медицины, член-корреспондент Академии медицинских наук, лауреат Ленинской премии.

Родилась в 1924 г., в 1946 г. окончила Свердловский медицинский институт, а в 1949 г. – ординатуру. После ее окончания

направляется на работу в Челябинск-40. В период с 1949 по 1957 г. работала в медицинских учреждениях города, обслуживающих эксплуатационный персонал плутониевого Комбината № 817, работников строительно-монтажных организаций и жителей Челябинска-40.

До 1953 г. работала заведующей неврологическим отделением больницы, а с 1953 по 1957 г. — научным сотрудником организованного на базе биологического отдела ЦЗЛ Комбината № 817 филиала Института биофизики Минздрава СССР.

В 1956 г. А. К. Гуськова защитила докторскую диссертацию. В 1957 г. переводится в Москву в Институт биофизики Минздрава СССР. Кроме работы в клинике института с 1957 по 1986 г. состояла в должности главного радиолога гражданской обороны страны. А. К. Гуськовой вместе с Н. А. Куршаковым и Г. Д. Байсоголовым принадлежит приоритет в создании отечественной школы клиницистов в области радиационной медицины.

За выдающиеся работы в области радиационной медицины в 1963 г. ей присуждается Ленинская премия. Она избирается членом-корреспондентом Академии медицинских наук.

В настоящее время А. К. Гуськова работает заведующей клиникой Института биофизики Минздрава России.

ГУТОВ Александр Иванович (1907–1982) — директор Первого проектного института атомной промышленности, Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Государственной премии.

После окончания в 1932 г. Института инженеров коммунального хозяйства работал в Государственном проектно-институте, который вначале назывался ГСПИ-11, затем Ленгипрострой и ВНИИПИЭТ. В должности директора этого проектного института А. И. Гутув состоял более 30 лет, с 1941 по 1972 г.

С 1945 г. ГСПИ-11 под руководством А. И. Гутова проектирует основные предприятия атомной промышленности и все города закрытого типа, обслуживающие эти заводы и

институты. Кроме Комбинатов № 817 и № 813 на Урале, которые обеспечили получение дефицитных материалов — плутония и урана-235, по проектам ГСПИ-11 были построены Комбинат № 816 (Томск-7), Комбинат № 815 (Красноярск-26) и многие другие объекты. Представляя А. И. Гутова к высшей правительственной награде в ноябре 1961 г., министр среднего машиностроения Е. П. Славский писал: «За исключительные заслуги перед государством при выполнении специальных заданий правительства по проектированию предприятий новой отрасли промышленности т. А. И. Гутув представляется к званию Героя Социалистического Труда». После взрыва первой ядерной бомбы А. И. Гутув был награжден орденом Ленина и ему одновременно была присуждена Сталинская премия II степени. В 1953 г. за проектирование и реконструкцию объектов, необходимых для создания ядерного оружия, ему была вручена Сталинская премия III степени. Награжден орденами и медалями.

ДОЛЛЕЖАЛЬ Николай Антонович — главный конструктор первого промышленного уран-графитового реактора, академик с 1962 г., дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий.

Родился в 1899 г., закончил в 1923 г. Московское высшее техническое училище. Был приглашен в теплотехнический отдел «Москва-уголь».

Был командирован в Германию, Чехословакию и Австрию, где знакомился с разработкой паровых котлов. В конце 1934 г. его назначают в Харьков главным инженером управляющего Химмаштрестом, а в конце 1935 г. — главным инженером киевского завода «Большевик», в 1937 г. его переводят в Москву в Главхиммаш. С начала войны работал в Свердловске главным инженером завода Уралхиммаш и по совместительству главным инженером Свердловского научно-исследовательского института химического машиностроения. Московский филиал НИИхиммаш становится головным институтом, и Н. А. Доллежалъ на

значается главным инженером, а затем директором.

В начале 1946 г. привлекается к работам по Урановому проекту и назначается главным конструктором строящегося на Южном Урале первого промышленного уран-графитового реактора – наработчика плутония для первой ядерной бомбы. После выполнения громадного объема строительно-монтажных работ в Челябинске-40 был осуществлен вывод реактора на проектную мощность 100 МВт.

В дальнейшем Н. А. Доллежалъ – главный конструктор всех промышленных уран-графитовых реакторов и Первой в мире АЭС, реактора для подводной лодки, различного типа энергетических, изотопных и других ядерных реакторов.

В 1953 г. в системе ПГУ – Минсредмаша был создан Научно-исследовательский конструкторский институт энергетики, директором и главным конструктором которого до 1985 г. работал Н. А. Доллежалъ.

ДУБОВСКИЙ Борис Григорьевич – участник осуществления первой в СССР управляемой цепной ядерной реакции, дважды лауреат Государственной премии.

Родился в 1918 г. В 1940 г. окончил физический факультет Харьковского университета. После окончания университета и службы в армии с сентября 1944 г. работал в Лаборатории № 2, создавая под руководством И. В. Курчатова систему дозиметрического контроля на первом экспериментальном ядерном реакторе. Был активным участником создания системы управления реактором и радиационной защиты, осуществления первой в СССР цепной ядерной реакции 25 декабря 1946 г., проведенной И. В. Курчатовым на реакторе Ф-1. Участник пуска в 1948 г. первого промышленного уран-графитового реактора, построенного на Южном Урале в Челябинске-40. За работу, связанную с получением плутония для первой ядерной бомбы, в октябре 1949 г. был удостоен Сталинской премии II степени. Впоследствии в течение нескольких лет работал в Челябинске-40 научным руководителем первого про-

мышленного реактора. Физические пуски реакторов первой в мире АЭС, двух реакторов Белоярской АЭС осуществлялись под его научным руководством. Б. Г. Дубовский – организатор и научный руководитель (1958–1973 гг.) Общесоюзной службы по обеспечению ядерной безопасности. В течение длительного периода, работая в Физико-энергетическом институте (г. Обнинск) руководителем центральной отраслевой лаборатории ядерной безопасности, обеспечивал создание системы норм безопасных загрузок делящихся материалов в оборудование различных производств.

Б. Г. Дубовский – активный участник разработки проектов законов Российской Федерации по обеспечению ядерной безопасности, радиационной безопасности населения и обеспечению безопасности при хранении и захоронении радиоактивных отходов. В настоящее время работает экспертом Комитета по экологии Государственной Думы Российской Федерации.

ДУХОВ Николай Леонидович (1904–1964) – трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырежды Государственной премий.

В 1932 г. окончил Ленинградский политехнический институт, работал конструктором на Кировском заводе в Ленинграде, а с 1941 г. – в Челябинске.

Конструктор тяжелых танков, Герой Социалистического Труда (1945 г.), Н. Л. Духов после окончания войны был привлечен к созданию первой плутониевой бомбы. К середине 1948 г. в КБ-11 в Арзамасе-16 генерал-майор Н. Л. Духов объединил специалистов, разрабатывающих конструкцию как самой ядерной бомбы, так и авиабомбы. Позднее он возглавил специальный конструкторский сектор. К началу августа 1949 г., когда с Комбината № 817 поступили изделия из плутония, под руководством Н. Л. Духова были закончены все конструкторские разработки бомбы. Он активный участник ее испытания, проведенного 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне. Под

его руководством на полигоне осуществлялись монтаж и окончательная сборка заряда.

После успешного испытания в октябре 1949 г. Н. Л. Духов был удостоен звания Героя Социалистического Труда и Сталинской премии I степени. Позднее за новые образцы ядерного оружия ему была вручена Сталинская премия и в третий раз присвоено звание Героя Социалистического Труда. Последние годы жизни Н. Л. Духов работал главным конструктором Института авиационной автоматики.

ЕЛАН Амо Сергеевич (1903–1965) – директор и руководитель ОКБ Горьковского машиностроительного завода, Герой Социалистического Труда, четырежды лауреат Государственной премии.

В 1926 г. закончил Азербайджанский политехнический институт. Работая на различных предприятиях машиностроения, внес большой вклад в повышение обороноспособности нашей страны. В годы войны был директором машиностроительного завода № 92 в Горьком, который выпускал артиллерийское вооружение. К июлю 1945 г. с конвейера завода с начала войны сошла 100-тысячная пушка. За успехи в выпуске различного вида вооружения в 1943 г. получил звание Героя Социалистического Труда. В 1944 г. ему было присвоено воинское звание генерал-майора.

После начала работ над Урановым проектом завод № 92 оказался у истоков атомной промышленности. Под руководством директора завода А. С. Еяна создается конструкторское бюро, которое было участником разработки целого ряда оборудования для строящихся на Южном и Среднем Урале предприятий по наработке делящихся материалов для ядерного оружия. Значительная часть оборудования для первых промышленных уран-графитового и уран-тяжеловодного реакторов была разработана и изготовлена под руководством А. С. Еяна. За обеспечение получения плутония в 1949 г. ему вместе с работниками ОКБ Ю. Н. Кошкиным и А. И. Савиным была присуждена Сталинская премия II степени.

Высоко была оценена работа А. С. Еяна вместе с ведущими специалистами завода и ОКБ по созданию оборудования для получения высокообогащенного урана-235. В 1951 г. ему была повторно присуждена Сталинская премия.

За самоотверженный труд А. С. Еяна был удостоен еще двух Государственных премий. Награжден многими орденами и медалями.

ЕМЕЛЬЯНОВ Иван Яковлевич (1913–1992) – участник пуска первого промышленного реактора, член-корреспондент АН СССР с 1974 г., лауреат Ленинской и трижды Государственной премий.

Учился в Московском институте инженеров связи, после окончания которого до июля 1941 г. работал старшим инженером НИИ-1 Министерства авиационной промышленности (МАП). В период с 1941 по 1946 г. служил на Черноморском военно-морском флоте. После демобилизации работал в ОКБ-12 МАП, активно участвуя в разработке систем контроля создаваемого на Южном Урале в Челябинске-40 первого в стране промышленного ядерного уран-графитового реактора – наработчика плутония. В начальный период освоения его мощности работал сменным инженером управления.

За цикл работ, связанных с созданием первой плутониевой бомбы, в октябре 1949 г. И. Я. Емельянов был награжден Сталинской премией II степени. С 1954 г. И. Я. Емельянов работает в НИИ-8 ПГУ – будущем Научно-исследовательском конструкторском институте энергетики, сначала заместителем, а с 1965 г. – первым заместителем директора НИКИЭТ. Он участник создания Первой АЭС в Обнинске, Сибирской и Белоярской АЭС, а также один из соавторов создания реакторов РБМК. В ноябре 1974 г. он избирается членом-корреспондентом АН СССР.

И. Я. Емельянов вел большую преподавательскую работу, был профессором МВТУ им. Н. Э. Баумана.

С участием И. Я. Емельянова вышли в свет книги «Управление и безопасность ядерных

энергетических реакторов» (1975 г.), «Основы проектирования механизмов управления ядерных реакторов» (1978 г.), а также ряд монографий по конструированию ядерных реакторов различного назначения.

ЕРШОВА Зинаида Васильевна (1904–1995) – инициатор и активный участник создания НИИ-9, лауреат Государственной премии.

Начала работать в радиологической лаборатории МГУ, будучи студенткой университета, который закончила в 1929 г. Была у истоков организации в Москве на заводе редких металлов цеха по производству радия, который создавался под научным руководством В. Г. Хлопина и И. Я. Башилова. В 1937 г. З. В. Ершова работала в Париже в лаборатории Марин Кюри, а после возвращения работала в Гиредмете НКЦМ. Возглавляемая З. В. Ершовой лаборатория с 1943 г. под руководством дирекции института работала над получением металлического урана по заказам Лаборатории № 2 (И. В. Курчатов). По инициативе З. В. Ершовой (докладная записка из Гиредмета А. П. Заваенягину) в конце 1944 г. было принято решение об организации в системе НКВД института, который впоследствии стал ведущим технологическим институтом ПГУ.

Вклад З. В. Ершовой и руководимых ею коллективов в создание первой плутониевой бомбы и термоядерного оружия исключителен. За разработку технологии получения урана, используемого в ядерных реакторе Ф-1 (в Лаборатории № 2) и реакторе «А» (Комбинат № 817), а также получение полония-210, используемого в качестве нейтронного запала для первой плутониевой бомбы, в октябре 1949 г. З. В. Ершова была удостоена Сталинской премии II степени.

Технология выделения трития из облучаемого в реакторе «АИ» (Комбинат № 817) лития-6 также осуществлялась при активном участии З. В. Ершовой и ее сотрудников.

ЕФРЕМОВ Дмитрий Васильевич (1900–1960) – крупный деятель советской промыш-

ленности, первый директор НИИЭФА, дважды лауреат Государственной премии.

После окончания в 1924 г. Ленинградского политехнического института до 1947 г. работал в Ленинграде на заводе «Электросила», где в последние годы был главным инженером, а также руководил кафедрой электротехники в Политехническом институте. Под его руководством при заводе «Электросила» в конце 1945 г. было создано специальное конструкторское бюро для разработки оборудования и систем контроля получения электромагнитным методом урана-235 высокого обогащения. Под его руководством с участием Лаборатории № 2 (Л. А. Арцимович) и Института вакуумной техники (С. А. Векшинский) было изготовлено все необходимое оборудование и на Северном Урале в Свердловске-45 была построена крупнейшая установка СУ-20 для электромагнитного разделения изотопов урана.

Установка имела 20 камер, размещенных в многоэтажном здании, масса магнитов составляла несколько тысяч тонн. СУ-20 стала основой крупнейшего завода. На базе КБ завода «Электросила» под руководством Д. В. Ефремова создается НИИ электрофизической аппаратуры, который в настоящее время носит его имя.

С 1947 г. Д. В. Ефремов работает на руководящих должностях в аппарате Министерства электротехнической промышленности, а с апреля 1951 г. возглавляет его. Он внес большой вклад в создание отечественных ускорителей заряженных частиц и оснащение ими ведущих ядерно-физических центров страны.

За работы в области электромашиностроения Д. В. Ефремов был дважды удостоен Сталинской премии.

ЗАБАБАХИН Евгений Иванович (1917–1984) – академик, генерал-лейтенант, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и трижды Государственной премий.

В 1938–1941 гг. учился в Московском государственном университете, а с 1941 по 1948 г. его деятельность была связана с Военно-воздушной академией им. Жуковского.

В период с 1948 по 1955 г. он работал в филиале Лаборатории № 2 (КБ-11, а затем ВНИИЭФ), участвуя в разработке первых образцов ядерного оружия. Его основные научные труды были по гидродинамике, теории взрыва и ударных волн. За активное участие в создании первой плутониевой бомбы и подготовке ее успешного испытания в октябре 1949 г. ему была присуждена Сталинская премия II степени. За участие в создании других ядерных бомб в 1951 и 1953 гг. ему также присуждались Сталинские премии. В 1953 г. он был удостоен звания Героя Социалистического Труда.

В 1955 г. Е. И. Забабахин при организации второго ядерного центра (дублер Арзамаса-16) назначается заместителем научного руководителя Всесоюзного научно-исследовательского института технической физики (Челябинск-70). Впоследствии он после К. И. Щелкина работал научным руководителем этого института. В 1958 г. ему была присуждена Ленинская премия.

ЗАВЕНЯГИН Авраамий Павлович (1901–1956) – заместитель наркома внутренних дел, член Специального комитета ГКО, первый заместитель начальника ПГУ при Совете Министров СССР, дважды Герой Социалистического Труда.

А. П. Завенягин – один из наиболее активных организаторов атомной промышленности. В 1919 г. – начальник политотдела дивизии. С 1921 по 1924 г. – член ЦИК Украинской ССР, участник Всеукраинского съезда Советов (1922 г.).

Учился в Московской горной академии. После окончания академии работал в металлургической промышленности. В 1930–1931 гг. – руководитель Гипромеца, затем до конца 1937 г. А. П. Завенягин работает директором Металлургического завода в Днепродзержинске и Магнитогорского комбината. С 14 марта 1937 г. А. П. Завенягин назначается первым заместителем В. И. Межлаука – наркома тяжелой промышленности. С 1938 по 1941 г. он работает начальником строительст-

ва Норильского горно-металлургического комбината НКВД.

С 1941 г. А. П. Завенягин – заместитель наркома внутренних дел, и с 1943 г. он был вместе с И. В. Курчатовым подключен к первым работам по созданию атомной промышленности. По инициативе А. П. Завенягина в системе НКВД создаются институты НИИ-9 в Москве, институты «А» и «Г» в Сухуми, лаборатории «Б» (будущий Челябинск-70) и «В» (Обнинск Калужской области, будущий Физико-энергетический институт). В системе НКВД с начала 1945 г. начались работы по добыче урана на первом комбинате в Средней Азии (Комбинат № 6), в создании которого большую роль сыграл А. П. Завенягин. Строительство и пуск комбинатов в Челябинске-40 и Свердловске-44, реконструкция завода № 12 в г. Электросталь Московской области осуществлялись Промстроем НКВД СССР под руководством А. П. Завенягина. С 20 августа 1945 г. он был членом Спецкомитета и параллельно с работой в НКВД – первым заместителем начальника ПГУ при СНК и СМ СССР.

Исключительна роль А. П. Завенягина в пуске первого промышленного реактора, радиохимического завода и завода «В», на котором были получены изделия из плутония для первой отечественной бомбы. Он один из активных организаторов ее испытания 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне. В начале 1953 г. А. П. Завенягин назначается начальником ПГУ, а после организации Министерства среднего машиностроения работает сначала заместителем министра, а с 1955 до 31 декабря 1956 г. он возглавлял Минсредмаш.

ЗАДИКЯН Аршак Аветисович (1900–1977) – главный инженер 4-го Управления, ученый секретарь Научно-технического совета Минсредмаша.

С 1920 по 1923 г. был в армии, а с 1923 по 1929 г. учился в Ленинградском технологическом институте. После окончания института работал в Ленгипроцветмете инженером-конструктором, главным инженером проекта, глав-

ным инженером института. С 1932 по 1936 г. А. А. Задикян – начальник строительства и главный инженер Алавердского медеплавильного комбината в Армении. В 1936 г. был переведен начальником металлургического сектора Союзникельоловопроект, а затем до 1939 г. был главным инженером Главникельолово в Наркомтяжмаше СССР. С 1939 по 1947 г. работал в Наркомцветмете на различных руководящих должностях. С 1947 г. его деятельность связана с атомной промышленностью. А. А. Задикян работал в ПГУ главным инженером и заместителем начальника Второго Управления, ответственного за металлургию урана. Он возглавлял комиссию ПГУ по выяснению причин невозможности получения высокообогащенного урана на газодиффузионном заводе в Свердловске-44 во время пускового периода. После организации Минсредмаша А. А. Задикян переводится главным инженером 4-го Главного управления, ответственного за предприятия по получению обогащенного урана и плутония, где он и работает до 1956 г. В период с 1956 по 1960 г. А. А. Задикян – главный советник одного из министерств машиностроения в Китае. После возвращения из Китая его назначают ученым секретарем Научно-технического совета Министерства среднего машиностроения СССР, где он и работает до 1979 г.

За большой личный вклад в развитие атомной промышленности А. А. Задикян награжден орденами и медалями.

ЗАЙМОВСКИЙ Александр Семенович (1905–1990) – член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской и трижды Государственной премий.

После окончания в 1928 г. металлургического факультета Московской горной академии работал в МГУ и во Всесоюзном электротехническом институте (Москва), где организовал магнитную лабораторию, которая затем была преобразована в институт. После 1943 г. работает заведующим лабораторией и главным металлургом НИИ-627, а затем начальником специального КБ № 627 Министерства электро-

технической промышленности. С 1946 г., работая в НИИ-627, профессор А. С. Займовский был подключен к работам завода № 12 ПГУ, на котором должны были получать особо чистый уран для изготовления специальных изделий – урановых блочков для загрузки в первый промышленный уран-графитовый реактор, который строился на плутониевом комбинате в Челябинске-40.

По предложению А. С. Займовского на заводе № 12 были установлены высококачественные печи АЯКС для промышленной рафинировки металла. С декабря 1947 г. А. С. Займовский переводится начальником лаборатории № 13 в НИИ-9 (ВНИИНМ).

Вместе с академиками А. А. Бочваром, И. И. Черняевым и профессором А. Н. Вольским А. С. Займовский стоял у истоков получения на Южном Урале (заводе «В» Комбината № 817) первого металлического плутония и изделий из его сплава для отечественной ядерной бомбы.

До конца жизни А. С. Займовский работал в ВНИИНМ. С конца 1952 г. он возглавлял отдел металловедения и металлообработки, длительное время работал заместителем директора института.

Автор ряда монографий по использованию различных материалов из урана и плутония в атомной промышленности, в качестве топлива для ядерной энергетики.

ЗАРАПЕТЯН Зураб Петросович – руководитель первого уранодобывающего предприятия в СССР.

Родился в 1914 г. После окончания Закавказского индустриального техникума работал сначала электромонтером завода «Динамо» в Москве, а затем секретарем комитета комсомола канала Москва–Волга в г. Дмитрове. В 1937 г. был направлен на предприятие НКВД в г. Норильск, где и работал на различных должностях на комбинате цветных металлов. Окончил четыре курса Всесоюзного заочного политехнического института (горный факультет). С января 1945 г. был назначен начальником предприятия (Пудоуправление № 11), на

базе которого был создан уранодобывающий Комбинат № 6 НКВД в Таджикистане. После организации Спецкомитета комбинат был единственным горным предприятием ПГУ при СМ СССР. После организации Минсредмаша с 1953 по 1957 г. работал заместителем начальника главка и секретарем парткома Министерства геологии и охраны недр СССР. С августа 1958 г. З. П. Зарапетян – директор Комбината № 3 в г. Навои Бухарской области. При его активном участии была организована добыча урана и золота и были построены прекрасные города Навои, Учкулдук и Зарафшан.

Крупнейшим горнодобывающим комбинатом в г. Навои З. П. Зарапетян руководил до 10 июня 1971 г., а затем был переведен заместителем директора строящегося в г. Пахра Московской области Центрального института ядерных исследований.

ЗАХАРЕНКОВ Александр Дмитриевич (1921–1990) – заместитель министра среднего машиностроения, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1942 г. окончил Московский институт химического машиностроения. В 1942–1946 гг. работал научным сотрудником НИИ-6 Наркомата боеприпасов. Основная научная и конструкторская деятельность связана с работой филиала лаборатории № 2 (КБ-11), будущего научного центра в Арзамасе-16 (ВНИИЭФ), и созданного позднее на Южном Урале другого института – разработчика ядерного оружия – ВНИИП. В этих центрах он прошел путь от научного сотрудника до заместителя главного конструктора КБ-11. В апреле 1947 г. группа А. Д. Захаренкова первой в КБ-11 начала изучать ударную сжимаемость конструктивных материалов под действием взрыва химических веществ, технологичность их изготовления и использование как элементов сферического заряда. С этой группы и начиналось формирование коллектива ВНИИЭФ. Составление смесей взрывчатых химических веществ, изготовление из них деталей, проведение

взрывных работ с регистрацией параметров взрыва были главными направлениями работ, без отработки которых нельзя было создать ядерную бомбу. В 1966 г. он назначается главным конструктором ВНИИП, а с октября 1967 г. А. Д. Захаренков – заместитель министра среднего машиностроения.

ЗВЕРЕВ Александр Дмитриевич (1911–1986) – заместитель начальника 9-го Управления НКВД, Герой Социалистического Труда (1962 г.), лауреат Ленинской и Государственных премий.

В 1936 г. окончил Ленинградский военномеханический институт и до 1938 г. работал в Ленинграде на заводе № 174. В 1938 г. был направлен слушателем Центральной школы НКВД, и до 1943 г. работал в Москве оперуполномоченным и начальником отдела НКВД. С 1943 по 1946 г. работал начальником управления НКВД Горьковской области. С 1946 г. подключен к работам, связанным с созданием атомной промышленности. В период с 1946 по 1949 г. работает заместителем начальника 9-го управления НКВД (начальник А. П. Завенягин), обеспечивая работу немецких специалистов во вновь созданных институтах «А» и «Г» в Сухуми, а также лабораториях «Б» и «В», на базе которых впоследствии были построены крупнейшие институты Министерства среднего машиностроения. В 1949 г. был переведен в ПГУ при Совете Министров СССР. С 1949 по 1953 г. работал заместителем и начальником управления ПГУ, а после организации Минсредмаша с 1953 по 1986 г. работал главным инженером, заместителем начальника и начальником главка Минсредмаша.

Был также основным координатором работ в НИИ и КБ по созданию новых и более совершенных методов разделения изотопов. Вместе с И. К. Кикоиным был заместителем руководителя секции № 2 Научно-технического совета, а после В. А. Малышева бессменно возглавлял секцию НТС по разделению различных изотопов. А. Д. Зверев в течение многих лет возглавлял главк, который также отвечал за работы по плутониевой проблеме.

ЗЕЛЬДОВИЧ **Яков Борисович** (1914–1987) – физик-теоретик, академик с 1958 г., трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий.

В 1931 г. начал работать в Институте химической физики АН СССР (ИХФАН). Научные исследования посвящены химической физике, теории горения, детонации ударных волн, физической химии. Будучи руководителем лаборатории физики горения ИХФАН, в 1938 г. Я. Б. Зельдович совместно с Д. А. Франк-Каменецким разработал теорию равномерного распространения пламени, в основу которой были положены законы химического превращения и процессы массопереноса. Это позволяло получать информацию о протекании химических реакций при высоких температурах и давлениях.

В 1939 г. совместно с Ю. Б. Харитоном им были проведены расчеты, показывающие возможность осуществления цепной ядерной реакции деления слабообогащенного урана-235 в смеси с графитом или тяжелым водородом. Позднее развил теорию гомогенного реактора на тепловых нейтронах и теорию резонансного поглощения нейтронов ядрами урана-238.

После перехода в филиал лаборатории № 2 (в КБ-11) в Арзамасе-16 руководил теоретическим отделом по созданию ядерного оружия из полученных на предприятиях Урала делящихся материалов – плутония-239 и урана-235. В последние годы жизни основные работы посвящены ядерной физике, астрофизике и космологии.

Вклад Я. Б. Зельдовича в науку и создание ядерного оружия получил высокую оценку правительства.

ЗЕРНОВ **Павел Михайлович** (1905–1964) – директор КБ-11 с 1946 по 1950 г., генерал-лейтенант, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1933 г. окончил МВТУ и был оставлен в аспирантуре. В 1937 г. защитил диссертацию кандидата технических наук. В 1938 г. был переведен главным инженером главка дизе-

лестроения, а затем назначен начальником главка тракторной промышленности. В период с 1940 по 1942 г. работал председателем Госстандарта СССР. В годы войны П. М. Зернов – заместитель наркома танковой промышленности.

В 1946 г. был переведен в систему ПГУ и назначен директором филиала Лаборатории № 2 (поселок Саров Мордовской АССР), ставшего впоследствии КБ-11 (Арзамас-16).

Под руководством А. П. Зернова формировался коллектив КБ, осуществлялось строительство лабораторных зданий, создавалась экспериментальная база, на которой велись все необходимые научно-исследовательские и конструкторские работы по подготовке конструкции первой отечественной ядерной бомбы.

После ее успешного испытания постановлением правительства от 29/10 49 г. П. М. Зернов был удостоен звания Героя Социалистического Труда. В 1951 г. был переведен в аппарат ПГУ, где возглавлял подразделения, координирующие работы по созданию новых образцов ядерного оружия. В 1956 г. (25 октября) ему было вторично присвоено звание Героя Социалистического Труда, а 8 марта 1963 г. он был удостоен Ленинской премии.

Последние годы жизни П. М. Зернов работал заместителем министра среднего машиностроения.

ЗЕФИРОВ **Алексей Петрович** (1907–1979) – химик-неорганик и металлург, член-корреспондент Академии наук СССР с 1968 г., лауреат Ленинской премии.

В 1932 г. окончил Московский институт цветных металлов и золота. С 1932 по 1935 г. работал на разных должностях в тресте «Алтай-золото», затем в Московском институте цветных металлов и золота. В 1943–1946 гг., после работы в центральном аппарате Наркомцветмета, работал директором Государственного института редких металлов. В это время в Гиредмете были начаты работы по Урановому проекту и была разработана технология получения первых образцов металлического урана. Основные научные исследования связаны с

химией и металлургией редких и благородных металлов. С 1946 г. работы А. П. Зефирова были посвящены реализации Уранового проекта. В 1946–1951 гг. он работал главным инженером главка в Минцветмете, отвечая за обеспечение материалами для предприятий атомной промышленности. С 1951 г. А. П. Зефиров работает в ПГУ (Минсредмаш), где до 1956 г. возглавляет научно-техническое управление, а затем был назначен директором Всесоюзного института химической технологии.

ЗОЛОТУХА Савва Иванович (1913–1990) – директор машиностроительного завода № 12 в г. Электросталь (1951–1959 гг.), лауреат Ленинской и Государственной премий.

Родился в Луганской области, учился в Химико-технологическом институте сначала на Украине, а в 1939 г. закончил Московский химико-технологический институт.

Производственная деятельность с 1939 г. была связана с предприятиями Наркомата боеприпасов, где он работал мастером цеха и начальником мастерских, начальником цеха, а в 1944–1945 гг. – главным инженером завода № 12. После передачи завода в систему ПГУ с 1951 по 1959 г. – главный технолог, а с 1959 по 1966 г. – главный инженер. В период с 1966 по 1979 г. С. И. Золотуха работал директором машиностроительного завода № 12 в г. Электросталь. Он активный участник создания на заводе целого ряда производств, обеспечивших, в частности, работу Комбината № 817 в Челябинске-40 и комбината № 813 в Свердловске-44 исходной продукцией.

За участие в создании производства по выпуску тепловыделяющих элементов из обогащенного урана для ядерных реакторов атомных станций в числе первых был удостоен звания лауреата Ленинской премии, награжден рядом других правительственных наград.

ИОФФЕ Абрам Федорович (1880–1960) – вице-президент Академии наук, академик с 1920 г., Герой Социалистического Труда с 1955 г., лауреат Ленинской, Государственных премий.

В 1902 г. окончил Петербургский технологический институт. В 1903–1906 гг. работал в Мюнхенском университете в лаборатории Рентгена. С 1906 по 1948 г. творческая деятельность связана с Петербургским политехническим институтом. По инициативе А. Ф. Иоффе в 1918 г. в Рентгенологическом и радиологическом институте создается физико-технический отдел, который в 1923 г. был реорганизован в Ленинградский физико-технический институт. До 1951 г. А. Ф. Иоффе – директор ЛФТИ, а с 1952 по 1955 г. возглавлял Лабораторию полупроводников АН СССР, преобразованную позднее в Институт полупроводников. Одновременно до 1960 г. работал директором агрофизического института. В годы войны, с 1942 по 1945 г., А. Ф. Иоффе являлся вице-президентом Академии наук.

Основные научные работы посвящены физике твердого тела и общим вопросам физики. Большой вклад внес в изучение свойств полупроводников, определил влияние незначительных примесей на электропроводность диэлектриков и разработал методы очистки кристаллов. Он работал над применением термо- и фотоэлектрических свойств полупроводников для преобразования тепловой и световой энергии в электрическую. Крупнейший организатор науки, А. Ф. Иоффе создал большую школу физиков. В ЛФТИ начинали работу такие выдающиеся ученые, как П. Л. Капица, Н. Н. Семенов – будущие лауреаты Нобелевской премии, а также известные ученые в области ядерной физики и организаторы атомной науки и техники, под руководством которых было создано ядерное оружие (И. В. Курчаев, А. И. Алиханов, А. П. Александров, А. И. Лейпунский, Ю. Б. Харитон, К. Д. Синельников и другие).

В 1942 г. присуждена Сталинская премия и посмертно в 1961 г. – Ленинская премия. Ленинградскому физико-техническому институту присвоено имя А. Ф. Иоффе.

КАЛИСТОВ Анатолий Назарович, инженер-металлург, директор завода № 12 в

г. Электросталь, Герой Социалистического Труда.

Родился 20 ноября 1910 г. В 1935 г. в Свердловске окончил Уральский индустриальный институт и до 1940 г. работал инженером, начальником цеха и директором медэлектrolитного завода в Свердловске. С августа 1941 г. по апрель 1942 г. находился в Вятлаге Кировской области. С 1942 по 1946 г. работал в Свердловске и Первоуральске. После организации ПГУ с 1946 по 1951 г. работал директором завода № 12 в г. Электросталь Московской области. На этом заводе было организовано первое в стране производство чистого металлического урана и изготовление из него изделий (урановых блоков) для их загрузки в промышленный ядерный реактор для наработки плутония.

За комплекс работ, связанных с реконструкцией завода и организацией производства урановых блоков, после взрыва плутониевой бомбы ему в октябре 1949 г. было присуждено высокое звание Героя Социалистического Труда. В дальнейшем А. Н. Каллистов с 1951 г. работал в Новосибирске директором завода № 250, обеспечивая атомную промышленность изделиями из урана и организовывая производство других материалов. После работы на заводе № 250 был вновь переведен директором завода № 12, где и работал по 1954 г. Впоследствии А. Н. Каллистов длительное время работал председателем Центрального комитета профсоюза работников атомной промышленности. С 1986 г. на пенсии.

КАПИЦА Петр Леонидович (1894–1984) – крупнейший ученый-физик, академик с 1939 г., лауреат Нобелевской премии.

Родился в Кронштадте в семье военного инженера, одного из строителей Кронштадтской крепости. В 1918 г. окончил Петроградский политехнический институт. Работал у академика А. Ф. Иоффе. В 1921 г. с академиками А. Ф. Иоффе и А. Н. Крыловым отправился в научную командировку в Англию. Там был приглашен на работу в Кембридж в Кавендишскую лабораторию к Резерфорду, где работал до 1934 г.

Во время пребывания в Англии выполнил работы по альфа- и бета-излучению, разработал метод получения сильных магнитных полей и в последние годы, занявшись низкими температурами, разработал метод получения жидкого гелия.

В 1923 г. получил в Кембриджском университете премию им. Дж. Максвелла и защитил диссертацию доктора философии Кембриджского университета. В 1929 г. избран членом Лондонского королевского общества и членом-корреспондентом АН СССР. С 1930 г. – профессор Лондонского королевского общества и директор Мондовской лаборатории,

В 1934 г. вернулся в СССР, где началось строительство Института физических проблем с использованием уникального оборудования Мондовской лаборатории. С 1935 до 1946 г. – директор Института физических проблем. В этот период (в 1938 г.) П. Л. Капица открыл явление сверхтекучести жидкого гелия. В 1943 г. он организовал и до 1946 г. возглавлял Главное управление кислородной промышленности при СНК СССР.

20 августа 1945 г. был введен в состав Специального комитета Государственного комитета обороны, призванного организовать атомную промышленность и создать ядерное оружие.

С 1946 г. был отстранен от руководства ИФП АН СССР и восстановлен в должности директора в 1955 г.

П. Л. Капица – член 30 академий мира и научных обществ, почетный доктор 11 университетов. Награжден медалями имени Фарадея, Франклина, М. В. Ломоносова, Бора, Резерфорда, Гельмгольца и имени других ученых.

За фундаментальные открытия и изобретения в области низких температур ему в 1978 г. была присуждена Нобелевская премия. Он дважды Герой Социалистического Труда (1945 и 1974 гг.), лауреат Сталинских премий I степени (1941 и 1943 гг.), награжден орденами и медалями.

КАРПОВ Николай Борисович, первый заместитель начальника Второго главного управления при Совете Министров СССР, Герой Со-

циалистического Труда, лауреат Государственной премии I степени.

После окончания в 1931 г. Горного института в Донбассе работал начальником угольных шахт в тресте Донецкутоль. В 1939–1940 гг. – управляющий треста Донецкутоль. С 1942 по 1947 г. работал в Кузбассе управляющим треста в г. Ленинск-Кузнецкий, а затем был переведен на Южный Урал. В 1947–1949 гг. – начальник комбината Челябинскутоль. За работу в угольной промышленности Н. Б. Карпову было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда.

В связи с быстрым развитием уранодобывающей промышленности в 1949 г. из системы ПГУ было выделено и организовано при Совете Министров СССР новое Второе главное управление. Первым заместителем руководителя ВГУ был назначен Н. Б. Карпов и работал им до 1953 г. С участием Н. Б. Карпова строились новые уранодобывающие предприятия на Украине, в Средней Азии, Казахстане, на Урале и в Сибири.

После организации на базе ПГУ и ВГУ Министерства среднего машиностроения в течение длительного времени работал в Минсредмаше начальником 1-го Главного управления ответственного за добычу урана, тория, золота и других металлов для атомной промышленности. Награжден многими орденами и медалями.

КАСАТКИН Андрей Георгиевич (1903–1963) – заместитель министра химической промышленности, заместитель начальника ПГУ, лауреат Государственной премии.

Окончил в 1929 г. Московский химико-технологический институт. С 1933 по 1937 г. работал в тресте Анилпроект Наркомхимпрома. С 1937 по 1945 г. работал в Наркомате химической промышленности. С 1939 г. – профессор Химико-технологического института. С 1942 по 1947 г. – заместитель наркома химической промышленности и одновременно постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. назначен заместителем начальника Первого главного управления (начальник Б. Л. Ванин-

ков). С 1949 г. был переведен в Государственный комитет по новой технике, а с 1951 г. работал заместителем председателя Комитета стандартов при Совете Министров СССР.

Работая в ПГУ, А. Г. Касаткин возглавлял секцию Научно-технического совета и внес один из решающих вкладов в разработку и обеспечение атомной промышленности необходимыми химическими материалами, включая различные кислоты, гексафторид урана, тяжелую воду и целый ряд реагентов. Основные научные работы посвящены изучению массообменных процессов и аппаратов. Им разработаны методы расчета абсорбционных, ректификационных и экстракционных колонн, широко используемых в инженерной практике. А. Г. Касаткин создал первый в СССР вузовский курс процессов и аппаратов химической технологии. Девятое издание этой книги было опубликовано в 1973 г. Она переведена на многие иностранные языки. В 1951 г. он был удостоен Сталинской премии, награжден рядом орденов и медалей.

КВАСКОВ Николай Федорович (1904–1985) – начальник главка Минсредмаша, лауреат Ленинской и трижды Государственной премий.

В 1929 г. окончил рабфак в г. Тамбове, в 1932 г. учился в Московском институте цветных металлов и золота, был направлен на работу начальником цеха на комбинат «Сихали» (Наркомцветмета) в Приморском крае. После окончания аспирантуры Московского института цветных металлов и золота работал при заводе № 171 НКВД контролером Наркомата финансов СССР в Москве. С 1938 по 1945 г. – главный инженер и начальник Главного управления свинцово-цинковой промышленности Наркомата цветной металлургии.

В 1945 г. был направлен на работу в ПГУ для организации атомной промышленности, где принимал участие в получении изделий из металлического урана, загружаемых в первый промышленный ядерный реактор для наработки плутония. В постановлении правительства от 29/X 49 г. среди награжденных лауреатов

Сталинской премии II степени за создание плутониевой бомбы был и Н. Ф. Квасков.

С 1953 по 1974 г. работал начальником производственного 3-го Главного управления Минсредмаша. Под руководством Н. Ф. Кваскова сначала в ПГУ, а затем в Минсредмаше была проведена реконструкция завода № 12 в г. Электросталь, а также созданы подобные предприятия в России, на Украине, в Казахстане и Эстонии, в городах Новосибирске, Красноярске, Днепродзержинске, Глазове.

Н. Ф. Квасков за большой вклад в развитие отрасли награжден многими правительственными наградами.

КИКОИН Исаак Кушелович (1908–1984) – академик с 1953 г., дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и шести Государственных премий.

В 1930 г. окончил Ленинградский политехнический институт и до 1937 г. работал лаборантом, научным сотрудником, заведующим лабораторией в ЛФТИ. В 1937 г. переводится в Уральский филиал Академии наук СССР, где и работает до 1944 г. заведующим лабораторией в Институте физики металлов (г. Свердловск). В 1944 г. по инициативе И. В. Курчатова переводится в Лабораторию № 2, где и работает там до конца своей жизни (ИАЭ им. И. В. Курчатова).

Основные работы посвящены физике твердого тела, магнетизму и ядерной технике. Стоял у истоков разработки газодиффузионного метода разделения изотопов урана. Усилиями больших коллективов ученых, конструкторов, работников промышленных предприятий с участием немецких специалистов, работающих тогда в СССР, под научным руководством И. К. Кикоина к 1950 г. была освоена технология получения высокообогащенного урана, который использовался для ядерного оружия и ядерной энергетики. И. К. Кикоин с 20/VIII 1945 г. входил в состав Технического совета Спецкомитета, а с 1946 г. – в состав НТС ПГУ. После организации секции НТС № 2 (разделение изотопов урана) был заместителем руководителя секции.

Успешно совмещал научную и преподавательскую деятельность. С 1944 г. возглавлял кафедру в Свердловском политехническом институте, был профессором МИФИ и с 1955 г. работал в МГУ им. М. В. Ломоносова. Автор целого ряда монографий и учебников.

В 1971 г. награжден золотой медалью им. И. В. Курчатова, а в 1979 г. ему была присуждена премия им. П. Н. Лебедева. Награжден многими орденами и медалями.

КОМАРОВСКИЙ Александр Николаевич (1906–1973) – начальник Главпромстроя НКВД СССР, генерал армии, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

После окончания в 1928 г. Московского института инженеров транспорта до 1938 г. работал в области проектирования и строительства гидротехнических сооружений, в том числе канала Москва – Волга и Куйбышевского гидроузла. С 1938 по 1941 г. А. Н. Комаровский работал сначала заместителем наркома морского флота, а затем заместителем наркома Наркомстроя. В 1941–1942 гг. его назначают командующим 5-й саперной армией Южного и Юго-Западного фронтов, а с 1942 по 1944 г. он работает начальником Челябинметаллургстроя НКВД СССР (г. Челябинск) и начальником управления Закавказьметаллургстроя (г. Рустави). С 1944 г. его назначают руководителем Главпромстроя НКВД, и до 1955 г. он обеспечивает строительство основных объектов атомной промышленности на предприятиях ПГУ и Минсредмаша. С 1955 по 1963 г. – заместитель министра среднего машиностроения, а с 1963 г. – заместитель министра обороны по строительству.

Один из основных руководителей строительства предприятий атомной промышленности. За обеспечение создания первой плутониевой бомбы в октябре 1949 г. ему было присуждено звание Героя Социалистического Труда. Награжден многими орденами и медалями. Доктор технических наук, профессор, автор ряда монографий, в том числе по строительству объектов атомной промышленности.

КОНОБЕЕВСКИЙ Сергей Тихонович (1890–1970) – крупнейший специалист в области радиационного материаловедения, член-корреспондент АН СССР.

Родился в семье петербургского фабриканта И. П. Варгунина. Учился в Московском университете (1908–1913 гг.) на физико-математическом факультете. Научная работа в основном проходила в Научно-исследовательском институте физики МГУ.

С 1931 г. – руководитель кафедры рентгеноструктурного анализа МГУ. Основные работы относятся к физике металлов, рентгенографии металлов, радиационному материаловедению. Одним из первых начал изучение диаграмм состояния сплавов урана и плутония. Под научным руководством С. Т. Конобеевского в НИИ-9 (ВНИИНМ), Лаборатории № 2 (ЛИПАН), на других предприятиях и в институтах изучались закономерности радиационного формоизменения различных материалов, используемых в активных зонах ядерных реакторов. Его по праву считают отцом отечественного радиационного материаловедения. Ученики С. Т. Конобеевского работают в различных научных центрах страны. Награжден орденами и медалями.

КРОТКОВ Вячеслав Владимирович – президент концерна «Атомредметзолото».

Родился в 1932 г. в Уфе. В 1954 г. окончил Магнитогорский горно-металлургический институт. С 1954 по 1958 г. работал в акционерном обществе «Висмут» в ГДР, затем на различных должностях в горнорудных и промышленных предприятиях министерства. С 1968 г. – начальник главного управления Министерства среднего машиностроения, ныне преобразованного в концерн «Атомредметзолото». Вице-президент Академии горных наук Российской Федерации, председатель совета директоров АО «Севералмаз» (г. Архангельск).

Имеет 35 изобретений и ряд публикаций по проблемам подземного выщелачивания, использованию отходов производства и комплексной переработке руд. К сфере научных интересов относятся также нетрадицион-

ные способы переработки полезных ископаемых.

Награжден орденами и медалями.

КРУТЛОВ Аркадий Константинович – руководитель Научно-технического управления Министерства среднего машиностроения СССР, лауреат Государственной премии.

Родился в 1926 г. в Сычевском районе Смоленской области. С 1940 г. начал работать на Кировском заводе в Ленинграде. В 1946 г. поступил в Ленинградский электротехнический институт им. Ульянова (Ленина). После окончания в 1951 г. специального электрофизического факультета был направлен на Комбинат № 817 (Челябинск-40), где и работал на различных объектах до 1968 г. Сначала работал на первом в стране промышленном уран-графитовом ядерном реакторе, а с 1955 г. был начальником физической лаборатории № 5 ЦЛ комбината. Основная работа лаборатории была связана с совершенствованием различных режимов работы уран-графитовых и тяжеловодных реакторов, исследованием надежности активных зон реакторов, уточнением наработки в ядерных реакторах различных изотопов и анализом их извлечения.

Был участником проведения многочисленных исследований по определению критических масс различных растворов с плутонием и ураном и обеспечению ядерной безопасности на объектах, работающих с делящимися материалами. За участие в разработке комплекса мероприятий по защите воздушного бассейна от радиационных выбросов предприятий комбината в 1980 г. ему была присуждена Государственная премия. В 1968 г. был переведен на работу в Научно-техническое управление Минсредмаша. Вначале работал начальником физико-технического отдела и заместителем начальника управления, а затем, до 1991 г., был руководителем Научно-технического управления Минсредмаша. В 1972 г. окончил Институт управления народным хозяйством. В июне-июле 1986 г. принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, был членом Правительственной комиссии. В

настоящее время работает в ЦНИИАтоминформ. Автор вышедшей в 1994 г. книги «Как создавалась атомная промышленность в СССР».

КУРЧАТОВ Игорь Васильевич (1903–1960) – научный руководитель Уранового проекта по созданию в СССР ядерного оружия, академик с 1943 г., трижды Герой Социалистического Труда.

В 1923 г. окончил Крымский университет. С 1925 по 1942 г. работал в Ленинградском физико-техническом институте, где вначале занимался физикой диэлектриков. После открытия в Англии в 1932 г. нейтрона переключается на изучение ядерной физики. Вместе с Л. И. Русиновым, Л. В. Мысовским и Б. В. Курчаковым в 1935 г. открывает явление ядерной изомерии у искусственно радиоактивного брома. Активно участвует в разработке высоковольтных установок в Харьковском физико-техническом институте и создании первого в СССР и Европе циклотрона в Радиовом институте, который был пущен в 1937 г. После открытия в Германии деления ядер урана сотрудниками ЛФТИ (Г. Н. Флеров) и ИАН (К. А. Петржак) под руководством И. В. Курчатова было открыто спонтанное – самопроизвольное деление ядер урана.

И. В. Курчакову принадлежит приоритет в предсказании того, что ядерную цепную реакцию взрывного типа можно осуществить не только на обогащенном, а существенно быстрее на искусственном, нарабатываемом в ядерных реакторах, плутонии.

После создания под его руководством Лаборатории № 2 (будущий ЛИПАН) и принятия 20 августа 1945 г. решения об организации руководства Урановым проектом вновь созданными организациями (Спецкомитетом и ПГУ при Совнаркоме СССР) И. В. Курчатов возглавляет работы по практическому осуществлению управляемой цепной ядерной реакции и вводу в декабре 1946 г. первого в СССР экспериментального уран-графитового реактора Ф-1. С 1946 г. возглавляет создание филиала Лаборатории № 2 (Арзамас-16), где должны разрабатываться первые образцы ядерных бомб.

Осуществляет научное руководство созданием на Южном Урале (в Челябинске-40) плутониевого комбината для наработки и получения изделий из плутония. Плутоний был наработан в I квартале 1949 г., из него на комбинате был сделан плутониевый заряд, а 29 августа 1949 г. по разработкам филиала Лаборатории № 2 (КБ-11) на Семипалатинском полигоне был осуществлен ядерный взрыв.

Под руководством И. В. Курчатова в 1954 г. в г. Обнинске был осуществлен пуск Первой атомной электростанции.

И. В. Курчатов трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и четырежды лауреат Государственной премии. Президиум Академии наук учредил золотую медаль им. И. В. Курчатова, его имя носит Институт атомной энергии.

ЛЕЙПУНСКИЙ Александр Ильич (1903–1972) – заместитель по научной работе начальника 9-го Управления НКВД, позднее – научный руководитель физико-энергетического института в г. Обнинске, Герой Социалистического Труда (1963 г.), лауреат Ленинской премии.

В 1926 г. окончил физико-механический факультет Ленинградского политехнического института. Начал работать в отделе электронной химии Ленинградского физико-технического института у Н. Н. Семенова. С 1929 по 1941 г. работал в Харьковском физико-техническом институте, а с 1934 по 1937 г. был его директором. С 1932 г. совместно с А. К. Вальтером, К. Д. Синельниковым и Г. Д. Латышевым впервые в СССР осуществил расщепление ядра лития искусственно ускоренными протонами. В 1936 г. дал первое косвенное подтверждение гипотезы нейтрино на основе измерений энергии ядер отдачи при бета-распаде. В 1939 г. А. И. Лейпунский предсказал ядерную цепную реакцию. В 1934 г. его избирают академиком Академии наук Украинской ССР.

С 1944 по 1949 г. работает в Киеве директором Института физики АН СССР.

В 1946–1948 гг. А. И. Лейпунский пришел к идее создания ядерных реакторов на быстрых

нейтронах при использовании в таких реакторах в качестве теплоносителей жидких металлов. Тогда же показал возможность получения в таких реакторах расширенного воспроизводства ядерного топлива. Под его научным руководством в Физико-энергетическом институте в г. Обнинске Калужской области были построены исследовательские реакторы БР-1 и БР-5, а в Научно-исследовательском институте атомных реакторов (Ульяновская обл.) экспериментальный реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем БР-50.

МАЛЫШЕВ Вячеслав Александрович (1902–1957) – крупнейший инженер-машиностроитель, заместитель Председателя Совнаркома, а также СМ СССР, генерал-лейтенант инженерно-танковой службы, министр среднего машиностроения, Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Государственной премии.

Родился в Усть-Сысольске Вологодской области. После учебы сначала в высшем железнодорожном училище, а затем в МВТУ работал на Коломенском паровозостроительном заводе. Работая в системе транспорта, прошел путь от машиниста до директора завода, а в 1939 г. был назначен наркомом тяжелого машиностроения. После разделения НКТП в 1940 г. был назначен наркомом среднего машиностроения и заместителем Председателя Совнаркома СССР. В годы войны – нарком танковой промышленности. В 1944 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда и генерал-лейтенанта инженерно-танковой службы. В октябре 1945 г. назначается наркомом транспортного машиностроения.

После начала работ по Урановому проекту В. А. Малышев был подключен к руководству созданием новой отрасли промышленности. С декабря 1945 г. он входит в состав Инженерно-технического совета Спецкомитета ГКО, а с апреля 1946 г. – в НТС ПГУ. Возглавляя в указанном совете секцию по обогащению урана-235 диффузионным методом, обеспечивал координацию и контроль работы НИИ, КБ, машиностроительных и других предприятий страны, участвовавших в создании промыш-

ленного производства получения урана-235 высоких обогащений.

Кроме организации по получению урана-235 В. А. Малышев (в 1950–1953 гг. министр судостроительной промышленности) был одним из организаторов создания атомного подводного флота.

За развитие машиностроения в стране, пуск в Свердловске-44 (г. Верх-Нейвинск) завода (Комбината № 813) и получение на нем урана-235 75%-ного обогащения, а затем за серийный выпуск урана 90%-ного обогащения награжден Сталинскими премиями.

В 1953 г. после ликвидации Спецкомитета на базе объединенных Первого, Второго, Третьего Главных управлений при Совете Министров СССР создается Министерство среднего машиностроения СССР. Его первым министром назначается В. А. Малышев. 12 августа 1953 г. министр В. А. Малышев возглавлял Государственную комиссию по проведению первого в СССР испытания термоядерного оружия.

Умер В. А. Малышев в 1957 г. от острого лейкоза.

МЕРКИН Владимир Иосифович – руководитель сектора № 6 Лаборатории № 2, четырежды лауреат Государственной премии.

Родился в 1914 г. После окончания Московского института химического машиностроения и службы в армии был направлен в Лабораторию № 2, стоял у истоков ее организации. В Лаборатории № 2, руководя сектором, обеспечивающим технологические разработки «новых агрегатов», участвовал в различных работах, связанных с созданием ядерного оружия. Был активнейшим создателем промышленного уран-графитового реактора, построенного в 1948 г. в Челябинске-40.

Вначале В. И. Меркин был главным технологом разработки проекта реактора, выполняемого НИИхиммашем и Лабораторией № 2, а затем на плутониевом комбинате был назначен главным инженером указанного ядерного реактора.

В тяжелейших условиях пускового периода в 1948–1949 гг. в аварийных режимах эксплу-

атации на реакторе были наработаны количества плутония, необходимые для первой ядерной бомбы.

После вывода промышленного реактора на стационарный режим В. И. Меркин непрерывно работает в ИАЭ им. И. В. Курчатова. Он участник создания целого ряда установок и реакторов, используемых в атомной промышленности. С 1964 г. – доктор технических наук. Имеет правительственные награды. Среди них три Сталинские премии (1942, 1951 и 1953), одна Государственная (1982).

МЕШИК Павел Яковлевич (1910–1953) – заместитель руководителя ПГУ при Совнаркомех СССР, генерал-лейтенант.

После окончания Центральной школы НКВД работал с 1932 по 1941 г. в аппарате НКВД. В 1941 г. был назначен наркомом НКВД Украины, а затем по 1943 г. работал в Москве руководителем Экономического управления под руководством Л. П. Берия. С 1943 по 1945 г. работал заместителем начальника Главного управления контрразведки («Смерш»). В 1945 г. постановлением ГКО от 20 августа назначается в ПГУ заместителем Б. Л. Ванникова и отвечает за формирование кадров аппарата ПГУ и всех предприятий и строек.

В системе ПГУ отвечал главным образом за обеспечение охраны и режима секретности всех промышленных объектов, НИИ и КБ, работающих над созданием ядерного оружия. Организатор создания в 1946–1953 гг. закрытых зон, городов и поселков и режима проживающих в них работников атомной промышленности и привлеченных из других ведомств. Под его руководством строились и укомплектовывались оборудованием и эксплуатационным персоналом все объекты и службы противопожарной безопасности. Был участником испытания первой ядерной бомбы в августе 1949 г. Постановлением правительства от 8 декабря 1951 г. ему была присуждена Сталинская премия. В конце 1953 г. на основании решения Верховного Суда СССР вместе с Л. П. Берия был расстрелян.

МЕШКОВ Александр Григорьевич (1927–1994) – участник работ по получению плутония и трития на промышленных реакторах, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий.

Трудовую деятельность начал в 1948 г., работая сменным инженером КИПиА на первом промышленном уран-графитовом реакторе в Челябинске-40. После ввода в 1951 г. в эксплуатацию на комбинате нового реактора «АИ», предназначенного для наработки основного термоядерного топлива, тяжелого изотопа водорода – трития, переводится на этот реактор, где прошел путь до заместителя главного инженера. За освоение производства наработки и выделения из облученных литиевых блоков трития после испытания термоядерного оружия вместе с большой группой ученых и инженеров различных организаций был удостоен Сталинской премии. Как опытный специалист, участник пуска реакторов и ликвидации последствий аварийных ситуаций на реакторах «А» и «АИ», А. Г. Мешков впоследствии переводится сначала в Томск-7 (Комбинат № 816), а затем в Красноярск-26 (Комбинат № 815), где были построены новые – большей мощности – уран-графитовые реакторы, ставшие основой Сибирской атомной станции.

В течение длительного времени в Красноярске-26 А. Г. Мешков сначала работал главным инженером, а затем директором комбината и лично внес большой творческий вклад в обеспечение работы ядерных реакторов и в освоение технологии радиохимического завода этого комбината. С начала 80-х годов переводится в центральный аппарат Минсредмаша на должность начальника главка.

В последние годы жизни А. Г. Мешков работал первым заместителем министра среднего машиностроения, директором завода № 12 в г. Электросталь, а после реорганизации Минсредмаша был назначен заместителем министра Минатома России. С первого дня после аварии 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС А. Г. Мешков был членом Правительственной комиссии по выяснению причин аварии и разработке мероприятий по ликвидации ее последствий.

МЕШЕРЯКОВ Михаил Григорьевич (1910–1994) – участник испытания первой советской ядерной бомбы и в 1946 г. двух ядерных бомб в США, член-корреспондент АН СССР с 1953 г., дважды лауреат Государственной премии.

В 1936 г. окончил Ленинградский университет. С 1936 по 1941 г. работал в Радиовом институте Академии наук, где с 1940 г. возглавлял циклотронную лабораторию. В качестве советского представителя, научного эксперта Министерства иностранных дел СССР, присутствовал в 1946 г. на испытаниях на атолле Бикини двух американских ядерных бомб.

С 1947 г. – заместитель начальника Лаборатории № 2 (ЛИПАН), возглавлял отдел разработки специального ускорителя заряженных частиц. С 1953 г. – профессор МГУ, а до 1956 г. работал директором Института ядерных проблем АН СССР. С 1956 г. работал в Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна), где с 1966 г. был директором Лаборатории вычислительной техники и автоматизации.

Основные работы М. Г. Мешерякова посвящены ядерной физике, ускорительной технике и физике элементарных частиц. Он дважды лауреат Сталинской премии (1951 и 1953 гг.).

МИШЕНКОВ Григорий Васильевич (1907–1965) – главный инженер, директор Комбината № 817, Герой Социалистического Труда, трижды лауреат Государственной премии.

После окончания в 1930 г. Одесского химического института работал на химическом заводе в г. Донецке, где прошел путь от сменного мастера до заместителя главного инженера, а в 1937 г. был переведен в г. Горловка заместителем главного инженера азотно-тукового завода. В 1939 г. назначается главным инженером Кемеровского азотно-тукового завода. С 1941 по 1948 г. Г. В. Мишенков работает главным инженером Березниковского химического комбината.

В атомную промышленность Г. В. Мишенков переводится в 1948 г. на должность заместителя

главного инженера Комбината № 817 в Челябинске-40. С конца 1949 по 1957 г. – главный инженер, а с 1957 по 1960 г. – директор комбината, а затем (с 1960 по 1965 гг.) – главный инженер 4-го ГУ Минсредмаша. Г. В. Мишенков внес большой вклад в подготовку пуска заводов «Б» и «В» Комбината № 817 и совершенствование радиохимического и химико-металлургических производств, обеспечивших получение плутония. Под его руководством совершенствовались технологические процессы получения гексафторида урана и многих радиоактивных изотопов, выпускаемых в отрасли.

За участие в создании первой ядерной бомбы постановлением правительства от 29/X-49 г. Г. В. Мишенкову была присуждена Сталинская премия I степени.

МИХАЙЛОВ Виктор Никитович – министр Российской Федерации по атомной энергии.

Родился 12 февраля 1934 г. в селе Сопроново Московской области. В 1958 г. окончил с отличием Московский инженерно-физический институт (МИФИ) по специальности «теоретическая ядерная физика» и был приглашен во Всесоюзный (ныне Всероссийский) научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ) – старейший и крупнейший отечественный ядерный центр. Во ВНИИЭФ занимался исследованием развития ядерных взрывных процессов, разработкой методов и средств измерения быстротекущих импульсных реакций деления и синтеза в этих процессах.

С 1969 г. работал в НИИ импульсной техники в Москве, а в 1988 г. возглавил его. Под руководством В. Н. Михайлова была сформирована научная школа по физике взрывного деления ядер и диагностике однократных импульсных процессов по проникающим излучениям.

В 1988 г. возглавлял с советской стороны советско-американский эксперимент по контролю мощности ядерных испытаний на Невадском и Семипалатинском полигонах. В

том же году назначен заместителем министра атомной энергетики и промышленности, возглавив ядерный оружейный комплекс страны.

Со 2 марта 1992 г. — министр Российской Федерации по атомной энергии.

Автор более 260 научных трудов, имеет звание профессора. Доктор технических наук, заведующий кафедрой МИФИ. Вице-президент Международной академии информатизации, научный руководитель Российского федерального ядерного центра — ВНИИЭФ в г. Кремлеве (Арзамас-16). Лауреат Ленинской (1967 г.) и Государственной (1982 г.) премий.

Область научных и профессиональных интересов — ядерная физика, перспективы развития атомной энергетики, международное научно-техническое и экономическое сотрудничество в области атомной энергетики.

МОРОХОВ Игорь Дмитриевич — заместитель министра среднего машиностроения, лауреат Ленинской и Государственной премий.

Родился 19 августа 1919 г. В 1942 г. окончил Московский авиационный институт. До 1948 г. работал в Москве на заводе № 41 Министерства авиационной промышленности. В 1948 г. был направлен для работы в атомной промышленности и до 1954 г. работал в Свердловске-44 на Средне-Уральском машиностроительном заводе, предназначенном для получения высокообогащенного урана-235, где прошел путь от диспетчера цеха до начальника производства завода. В 1954–1955 гг. — главный инженер Ангарского электролизного химического комбината, затем был назначен главным инженером завода в Свердловск-44, а до 1960 г. работал директором Средне-Уральского машиностроительного завода.

В 1960–1965 гг. — первый заместитель председателя Государственного комитета по использованию атомной энергии. Впоследствии работал начальником управления по международным связям и выставкам, был членом коллегии Министерства среднего машинострое-

ния. В 1971–1980 гг. — заместитель министра среднего машиностроения. И. Д. Морохов — активный участник получения высокообогащенного урана-235, используемого в ядерном оружии и ядерной энергетике. Им много сделано для развития экспериментальной базы НИИ и КБ отрасли. С его участием были изданы книги «Хиросима», «А-бомба», «Ультрадисперсные металлические среды». Награжден орденами и медалями.

МУЗРУКОВ Борис Глебович (1904–1979) — директор Уральского завода тяжелого машиностроения, директор Комбината № 817, дважды Герой Социалистического Труда.

После окончания Ленинградского технологического института с 1929 по 1939 г. работал на Кировском заводе Наркомата тяжелого машиностроения в Ленинграде, пройдя путь от инженера до главного металлурга завода. С 1939 по 1947 г. работал в Свердловске директором крупнейшего в стране Уральского машиностроительного завода Министерства тяжелого машиностроения. После начала строительства плутониевого комбината в Челябинске-40 для организации обеспечения надежной работы промышленных реакторов, радиохимического, металлургического и металлообрабатывающего производства изделий из плутония и урана-235 Б. Г. Музруков назначается директором Комбината № 817, где и работает с 1947 по 1953 г.

После организации в 1953 г. Министерства среднего машиностроения Б. Г. Музруков переводится на должность начальника ведущего главка (4-го ГУ), обеспечивающего производство плутония и урана-235.

В 1955 г. его переводят директором ВНИИ экспериментальной физики в Арзамас-16.

За выдающиеся заслуги генерал-майору Б. Г. Музрукову дважды присвоено звание Героя Социалистического Труда (1943 и 1949 гг.), ему дважды присуждалось звание лауреата Сталинской премии (1951 и 1953 гг.). В 1962 г. ему было присвоено звание лауреата Ленинской премии. Награжден многими орденами и медалями.

МЫСОВСКИЙ Лев Владимирович (1888–1939) – заведующий физическим отделом РИАН, руководитель создания первого в Европе и Азии циклотрона.

В 1914 г. окончил Петербургский университет и был оставлен на кафедре. С 1918 по 1922 г. работал в Рентгенологическом и радиологическом институте. С 1922 по 1939 г. возглавляет физический отдел Радиевого института. Под его руководством в РИАН была создана первая в СССР установка для получения радона, и в течение ряда лет эманационная лаборатория института с этой установкой передавала радон для различных научно-исследовательских и медицинских организаций. После открытия в 1932 г. нейтрона радон использовался для получения источников нейтронов (Rn–Be). В 1932–1937 гг. под его руководством в физическом отделе института создается первый в СССР и Европе ускоритель ионов – циклотрон, на котором в марте – июне 1937 г. был получен первый пучок ускоренных протонов с энергией 3,2 МэВ.

Источники нейтронов, изготавливаемые РИАН, и исследования, проводимые на ускоренных частицах циклотрона, привлекали к этим работам многих физиков из различных институтов Ленинграда.

В декабре 1932 г. при организации в ЛФТИ под руководством А. Ф. Иоффе группы по ядерной физике (зам. начальника группы И. В. Курчатов) научным консультантом группы был Л. В. Мысовский. В физическом отделе РИАН получали первый опыт работы на ускорителе И. В. Курчатов, А. И. Алиханов, М. Г. Мешеряков, В. П. Желепов, С. Н. Вернов, Н. А. Добротин, И. И. Гуревич и др.

К крупнейшим работам Л. В. Мысовского также следует отнести обнаружение в 1934 г. в составе космических лучей нейтронов. Разработанные под руководством Л. В. Мысовского методики измерения различного вида излучений были широко использованы при организации отдельных производств атомной промышленности

НЕГИН Евгений Аркадьевич – главный конструктор ВНИИЭФ, генерал-лейтенант, академик, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий.

Родился 16 января 1921 г. После окончания института до 1948 г. работал в Военно-воздушной академии им. Жуковского. Капитан Е. А. Негин в филиале Лаборатории № 2 (КБ-11) начал работать с 19 апреля 1949 г.

В КБ-11 он прошел путь от капитана до генерал-лейтенанта, от рядового конструктора до академика (1979 г.), главного конструктора, директора крупнейшего научного федерального центра России, называемого теперь ВНИИЭФ. Основная научная деятельность Е. А. Негина связана с газовой динамикой. Активный участник создания атомного и термоядерного оружия, он много сделал для развития в стране вычислительной техники, современных приборных комплексов и оснащения ими «своего» крупнейшего в стране вычислительного центра и испытательных стендов.

Внес один из решающих вкладов в создание современного ядерного оружия. Участник многочисленных испытаний различных видов ядерных и термоядерных бомб на полигонах. Его творческая деятельность конструктора была высоко оценена. В 1956 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, в 1951 и 1953 гг. он был награжден Сталинскими премиями, а в 1959 г. стал лауреатом Ленинской премии. В настоящее время возглавляет лабораторию исторических исследований Российского федерального центра – Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики.

НИКИТИН Борис Александрович (1906–1952) – руководитель пуска первого радиохимического завода, член-корреспондент АН СССР с 1943 г., лауреат Государственной премии.

После окончания Ленинградского университета в 1927 г. работал в Радиевом институте. Научные исследования относятся к радиохимии, химии благородных газов и геохимии.

Установил, что закон распределения растворенного вещества может быть применен к системам газ – твердое вещество (закон Никитина). Получил целый ряд молекулярных соединений инертных газов и разработал химический метод разделения их молекулярных соединений. Активно участвовал в работах по распределению радия в пластовых водах и гелия в природных газах различных месторождений СССР, что способствовало поискам месторождений урана.

Под руководством Б. А. Никитина на Комбинате № 817 в Челябинске-40 работала бригада ученых разных институтов, с помощью которой был осуществлен в конце 1948 г. пуск первого в стране радиохимического завода. Из облученных нейтронами в промышленном реакторе урановых блоков на этом заводе было выделено в начале 1949 г. необходимое для ядерной бомбы количество плутония и обеспечена технология очистки плутония от продуктов деления урана-235 и плутония-239. Участник испытания первой плутониевой бомбы, осуществленного 29 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне.

В постановлении Совета Министров от 29 октября 1949 г. за участие в создании плутониевой бомбы в числе 39 лауреатов Сталинской премии I степени был и заместитель директора Радиевого института Б. А. Никитин. С 1950 по 1952 г. Б. А. Никитин работал директором РИАН.

НИКИФОРОВ Александр Сергеевич (1926–1991) – главный инженер Комбината № 817, директор ВНИИНМ, академик, Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Государственных премий.

В 1948 г. окончил Московский институт стали и сплавов и был направлен в Челябинск-40 на подготовленный к пуску химико-металлургический завод «В». На этом заводе участвовал в течение двух лет в работах по получению металлического плутония. В 1951 г. был переведен начальником цеха, где отрабатывалась технология получения трития. Впоследствии, с 1955 по 1960 г., работал директором изотопно-

го завода № 45, а затем сначала заместителем главного инженера комбината, а с 1958 г. главным инженером. За большой вклад в получение исходных материалов для ядерного и термоядерного оружия в 1953 г. ему присуждается Сталинская премия, в 1971 г. – звание Героя Социалистического Труда, а в 1975 г. – Государственная премия.

После перевода в Москву и непродолжительной работы в аппарате Минсредмаша работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте неорганических материалов – сначала заместителем, а с 1984 по 1991 г. – директором института.

Основные научные работы относятся к технологии получения искусственных элементов, технологии регенерации отработанного ядерного топлива, обезвреживанию радиоактивных отходов, разработке источников радиоактивных излучений. В 1981 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1987 г. – академиком.

НИКОЛЬСКИЙ Борис Петрович (1900–1990) – крупнейший радиохимик, академик АН СССР с 1968 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

В 1925 г. окончил Ленинградский университет, где и работал (с 1939 г. – профессор) все последующие годы. Одновременно с 1946 г. в Радиевом институте активно участвует в разработке радиохимической технологии для выделения плутония из облученных в ядерных реакторах урановых изделий. Основные научные работы связаны с исследованием процессов обмена ионов между водными растворами и различными твердыми системами. В 1932 г. разработал потенциометрический метод титрования, в 1932–1937 гг. предложил ионообменную теорию стеклянного электрода, которую позднее подтвердил экспериментально.

После пуска радиохимического завода, на котором был выделен плутоний для первой ядерной бомбы, в октябре 1949 г. был удостоен звания лауреата Сталинской премии II степени. Все последующие годы Б. П. Никольский

совершенствовал технологию радиохимического производства на Комбинате № 817 и других предприятиях. В 1970 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1973 г. ему повторно была присуждена Государственная премия. С 1980 г. Б. П. Никольский был главным редактором журнала «Радиохимия».

ОВЧИННИКОВ Федор Яковлевич (1925 – 1994) – участник пуска первого промышленного реактора, главный инженер, а затем директор завода № 156 Комбината № 817.

После окончания Московского энергетического института с 1948 г. работал сменным инженером-энергетиком на первом промышленном ядерном уран-графитовом реакторе, строящемся для наработки плутония в Челябинске-40. На этом объекте Ф. Я. Овчинников прошел путь до главного инженера, а затем был директором завода, объединившего три ядерных реактора различного назначения и объект для выделения специальных изотопов. С его участием выполнялись работы по ликвидации аварийных ситуаций на первом ядерном реакторе и в 1956 г. осуществлялась, впервые в мире, разборка и восстановление части графитовой кладки реактора «АИ», на котором с конца 1951 г. нарабатывался для термоядерного оружия сверхтяжелый изотоп водорода – тритий.

В 1963 г. Ф. Я. Овчинников был переведен на должность директора Ново-Воронежской АЭС, где и работал до конца 1980 г. За успешную эксплуатацию НВАЭС ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда. В 1980 г. Ф. Я. Овчинникова был назначен заместителем министра энергетики, а с 1983 г. был переведен на должность генерального директора международного хозяйственного объединения «Интератомэнерго», которое координировало деятельность стран – членов СЭВ по развитию атомного машиностроения, освоению энергоблоков с реакторами ВВЭР, создание единой нормативно-технической базы в целях повышения качества оборудования.

ПЕРВУХИН Михаил Георгиевич (1904 – 1978) – заместитель Председателя СНК СССР, руководитель ряда отраслей промышленности, один из первых организаторов атомной индустрии, Герой Социалистического Труда.

После окончания Института народного хозяйства им. Г. В. Плеханова работал в системе энергетики, а с 1937 г. – главным инженером Мосэнерго. С 1938 г. – заместитель наркома тяжелой промышленности, а после разделения НКТП, с начала 1939 г., назначается наркомом электростанций и электропромышленности. С апреля 1940 г. – заместитель Председателя Совнаркома.

Стоял у истоков организации атомной промышленности, и в течение 1942 – 1945 гг. был высшим административным руководителем при создании Лаборатории № 2, НИИ-9, Лаборатории № 3, а также организации первых работ по Урановому проекту в Гиредмете, РИАН, в других академических и отраслевых институтах, первых промышленных предприятиях. Постановлением Государственного комитета обороны от 20 августа 1945 г. заместитель Председателя Совнаркома М. Г. Первухин вводится в состав Специального комитета для быстрого обеспечения работ по созданию отечественного ядерного оружия.

С 27 декабря 1945 г. возглавляет Инженерно-технический совет Спецкомитета, а затем после организации ПГУ активно участвует в обеспечении работ и необходимых материалов при строительстве первых уран-графитовых и уран-тяжеловодных ядерных реакторов и создании первого диффузионного завода, обеспечившего получение урана-235. Участник испытаний первой ядерной бомбы. С 1946 г. М. Г. Первухин – министр химической промышленности. Был ответственным за обеспечение работы первых предприятий атомной промышленности тяжелой водой, гексафторидом урана и многими химическими реагентами.

За организацию работ по созданию первой в СССР плутониевой бомбы и успешному ее испытанию в 1949 г. М. Г. Первухину присвоено звание Героя Социалистического Труда.

В 1955 г. назначается первым заместителем Председателя Совета Министров. Одновременно в течение 1957 г. является министром среднего машиностроения. После 1958 г. работал в Госплане СССР и в других организациях.

ПЕТРЖАК Константин Антонович – крупнейший физик-радиолог, автор открытия спонтанного деления ядер урана, дважды лауреат Государственной премии.

Родился в 1907 г. Научная и преподавательская деятельность связана с Радиевым и Ленинградским технологическим институтами.

В 1940 г. он и Г. Н. Флеров открыли явление спонтанного деления урана и определили период полураспада этого деления. Работая под руководством В. Г. Хлопина, проводил исследования, связанные с определением сечения деления в зависимости от кинетической энергии нейтронов, что и привело к спонтанному делению ядер. С его участием выполнялись работы по изучению взаимодействия продуктов деления с веществом, по определению пробега, удельных потерь энергии на ионизацию. Изучалось массовое распределение осколков деления.

Принимал участие в разработке различных методов контроля технологических процессов в радиохимии, в изучении процесса деления ядер. Под руководством К. А. Петржака сотрудники ИАН, используя ионизационные методы, провели точные измерения периодов спонтанного деления плутония, америция и юрия. По мере получения и радиохимической очистки изотопов тяжелых элементов были измерены сечения деления плутония, америция, а также изотопов юрия и др.

До настоящего времени работает в Радиевом институте. Награжден орденами и медалями.

ПЕТРОСЬЯНЦ Андраник Мелконович – заместитель начальника ПГУ, директор Комбината № 813, председатель Государственного комитета по использованию атомной энергии.

В 1933 г. после окончания Уральского политехнического института начал инженерную деятельность на Уральском заводе тяжелого машиностроения им. С. Орджоникидзе, где прошел все стадии вплоть до главного инженера завода. В 1935 г. был в трехмесячной научно-технической командировке в Германии. В 1939 г. был назначен членом коллегии и заместителем наркома тяжелого машиностроения. В 1940 г. – первый заместитель наркома станкостроительной промышленности. В октябре 1941 г. – заместитель наркома танковой промышленности. С 1943 г. работал в Государственном комитете обороны СССР (по танковой промышленности). С конца 1946 г. – заместитель начальника Первого главного управления при СНК СССР. В ПГУ обеспечил сооружение и ввод заводов № 813 и № 418 по диффузионному и электромагнитному разделению изотопов урана-235. В 1962 г. был назначен председателем Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР. Работу в ГКАЭ СССР он сочетал с большой педагогической, научной и литературной деятельностью, член Союза журналистов.

А. М. Петросьянц – Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии, академик, действительный член трех академий наук. Доктор наук Университета г. Гренобля (Франция), генерал-майор инженерно-танковой службы. Награжден многими высшими орденами и медалями, включая орден Кутузова I степени. Лауреат Чехословацкой Академии наук, награжден большой золотой медалью «За заслуги в развитии физических наук», лауреат Академии наук Болгарии, Академии наук республики Куба.

Андраник Мелконович – автор многих статей, книг и монографий по проблемам атомной энергии и энергетики.

Академик А. М. Петросьянц неоднократно был руководителем делегаций ученых-ядерщиков, представляя нашу страну за рубежом. В течение многих лет являлся руководителем делегаций СССР по прекращению испытаний ядерного оружия в переговорах с США и Англией, был сопредседателем ряда международных комиссий по ядерной энергии.

Известность в нашей стране и за рубежом приобрели его книги, переведенные и изданные в одиннадцати странах мира.

В 1993 г. вышла его новая книга, описывающая историю освоения новой техники в нашей стране.

ПОЗДНЯКОВ Борис Сергеевич (1903 – 1980) – инженер-машинист, ученый секретарь НТС ПГУ, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

Инженер-механик, в 1928 г. окончил Ленинградский политехнический институт. С 1929 по 1933 г. работал на Коломенском паровозостроительном заводе, где прошел путь от инженера-конструктора до главного конструктора, заместителя главного инженера. В 1939–1945 гг. работает членом коллегии и председателем Технического совета НКТМ.

После создания в августе 1945 г. Специального комитета и ПГУ работает сначала ученым секретарем Инженерно-технического совета спецкомитета, а затем ученым секретарем НТС ПГУ.

После организации Минсредмаша в период с 1953 по 1960 г. – начальник Управления энергетического оборудования, руководитель Научно-технического управления. В 1960 г. его назначают членом коллегии Минсредмаша и руководителем НТУ. Впоследствии работал ученым секретарем НТС.

За обеспечение координации работ институтов и предприятий ПГУ и привлеченных научных организаций других ведомств, связанных с созданием первой плутониевой бомбы, в октябре 1949 г. ему была присуждена Сталинская премия II степени. В 1954 г. за дальнейшее развитие атомной науки и промышленности ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Последние годы жизни Б. С. Поздняков был главным редактором коллектива специалистов, подготовивших закрытую монографию (многотомную) по истории развития от-

ПОМЕРАНЧУК Исаак Яковлевич (1913 – 1966) – крупнейший физик-теоретик, академик, лауреат Государственных премий.

Родился в Варшаве, в 1936 г. окончил Ленинградский политехнический институт. Работал в Харьковском физико-техническом институте, в 1940–1943 гг. – в Физическом институте АН СССР, а с 1946–1949 г. – в Лаборатории № 2 (ЛИПАН). После создания Лаборатории № 3 (ИТЭФ) работает в ней руководителем теоретического отдела. Его основные работы связаны с ядерной физикой, физикой элементарных частиц, теорией ядерных реакторов, физикой твердого тела.

Работая в ЛИПАН и ИТЭФ, внес значительный вклад в создание советских ядерных реакторов. Вместе с В. С. Фурсовым, И. И. Гуревичем, А. Д. Галаниным и другими разработал теорию резонансного поглощения нейтронов в гетерогенных системах, теорию экспоненциальных экспериментов по определению критических масс, исследовал процессы размножения нейтронов при их замедлении. Он вывел формулу для критического размера реактора.

В 1953 г. его избирают членом-корреспондентом АН СССР. Совместно с Л. Д. Ландау в 1937 г. разработал теорию электропроводности металлов при низких температурах, а вместе с А. И. Ахиезером построил теорию неупругого рассеяния нейтронов в кристаллах.

За достижения в области ядерной физики и развитие атомной техники в 1950 и 1953 гг. награждался Сталинскими премиями. В 1964 г. И. Я. Померанчук избирается академиком АН СССР. Последние годы работал профессором Московского инженерно-физического института.

РАДИОНОВ Михаил Петрович (1904 – 1976) – главный инженер Комбината № 813, директор Физико-энергетического института, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1930 г. окончил Уральский политехнический институт. До 1932 г. работал инженером

Уралмашстроя. С 1932 по 1946 г. работал начальником цеха и главным энергетиком Уральского машиностроительного завода. В октябре 1946 г. был переведен в Верх-Нейвинск на предприятие, которое строилось для получения газодиффузионным методом урана-235 высокого обогащения для создания ядерного оружия. На этом предприятии (Комбинат № 813, Свердловск-44) работал сначала главным инженером, а с 14 марта 1955 г. – директором. За получение урана-235 90%-ного обогащения постановлением правительства от 6 декабря 1951 г. ему была присуждена Сталинская премия I степени.

В период с 1957 по 1960 г. М. П. Радионов работает в Томске-7 директором Комбината № 816. С 1960 по 1968 г. – директор Физико-энергетического института в г. Обнинске.

За большой личный вклад в развитие атомной промышленности награжден орденами и медалями. Он лауреат Ленинской премии, а в 1954 г. удостоен Сталинской премии II степени.

РАТНЕР Александр Петрович (1906 – 1956) – крупнейший радиохимик, участник пуска и научный руководитель начального периода работы первого радиохимического завода, лауреат Государственной премии.

Ученик академика В. Г. Хлопина. После окончания Ленинградского университета был профессором кафедры и одновременно работал в Радиовом институте. С участием А. П. Ратнера в результате изучения многих систем, образующих истинные смешанные кристаллы, были установлены основные закономерности распределения микроколичеств изоморфного вещества между твердой кристаллической и жидкой фазами. Закон распределения изоморфного вещества между кристаллами и насыщенным раствором получил название закона Хлопина. Теоретически обработал огромный экспериментальный материал в подтверждение установленного закона.

Большое участие принимал в изучении химии плутония и нептуния, в адсорбции радио-

элементов. Был активнейшим участником в разработке технологии выделения плутония и очистки его от примесей урана и продуктов деления. Участник пуска и освоения технологии радиохимического завода, где был выделен плутоний для первой ядерной бомбы. А. П. Ратнер в течение нескольких лет (1949–1951 гг.) был научным руководителем радиохимического завода.

За обеспечение первой ядерной бомбы плутонием А. П. Ратнеру в октябре 1949 г. была присуждена Сталинская премия I степени.

РЕШЕТНИКОВ Федор Григорьевич – заместитель директора ВНИИИМ, член-корреспондент АН СССР, академик РАН, лауреат Государственных премий.

Родился в 1919 г. В 1941 г. окончил Московский институт цветных металлов и золота, а в 1944 г. – Артиллерийскую академию. В конце войны работал на заводе, а с 1946 г. непрерывно работает в НИИ-9 (Всесоюзном институте неорганических материалов). Принимал под руководством А. Н. Вольского активное участие в получении первых микрограммовых количеств плутония в институте, а с 1949 г. был участником разработки технологии химико-металлургического завода «В» на Комбинате № 817. Работал также над совершенствованием оборудования по металлургии урана на серийном заводе № 12 в г. Электросталь.

Основные научные исследования Ф. Г. Решетникова посвящены разработке технологии и физико-химических основ процессов получения редких и радиоактивных элементов и сплавов, а также ядерного топлива, используемого в ядерных реакторах различного назначения.

Научные заслуги Ф. Г. Решетникова оценены присуждением ему в 1951 г. Сталинской, а в 1975 г. – Государственной премий. В 1974 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.

Длительное время Ф. Г. Решетников работал заместителем директора ВНИИИМ. В настоящее время – руководитель секции Научно-технического совета Минатома России.

САВИН Анатолий Иванович – генеральный директор ЦНПО «Камета», академик, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырежды Государственной премий.

Родился в 1920 г. В годы войны работал на Горьковском машиностроительном заводе (завод № 92, директор А. С. Елян). В 1946 г. – главный конструктор артиллерийского производства этого завода. За серийный выпуск продукции в 1946 г. ему была присуждена Сталинская премия. Вместе с членом-корреспондентом АН СССР И. Н. Вознесенским в 1946 г. приступил к подготовке на заводе № 92 серийного выпуска машин для завода в Свердловске-44, строящегося для получения высокообогащенного урана-235 диффузионным методом. Впоследствии (в 1951 г.) – главный конструктор ОКБ завода № 92. А. И. Савин вместе с руководителями завода и ОКБ за создание диффузионных машин в 1949 г. второй раз награждается Сталинской премией.

ОКБ завода № 92, руководимое А. С. Еляном и А. И. Савиным, вело большие работы по созданию различных видов оборудования для строящихся на Южном Урале в Челябинске-40 предприятий и первых промышленных уран-графитового и тяжеловодных реакторов – наработчиков плутония. Для уран-графитового реактора («А») была создана система разгрузки урановых блоков, а для тяжеловодного реактора (ОК-180) было разработано и изготовлено много видов оборудования первого контура реактора.

За комплекс этих работ вместе с другими работниками ОКБ и завода № 92 в 1946 и 1949 гг. работникам ОКБ, руководимого А. И. Савиным, присуждаются Государственные премии.

Впоследствии А. И. Савин работал в других отраслях промышленности, занимаясь разработкой комплексных радиотехнических, автоматизированных систем управления движущимися объектами. Его назначают главным конструктором НПО Министерства радиотехнической промышленности. Под его руководством создавалась база для высокоточного определения параметров движения и координат космических источников радионизлучения. В

1972 г. ему была присуждена Ленинская премия, в 1976 г. было присвоено звание Героя Социалистического Труда, а в 1981 г. он получает четвертую Государственную премию. В 1984 г. избран академиком АН СССР.

САДОВСКИЙ Михаил Александрович (1904–1994) – первый научный руководитель Семипалатинского полигона, академик АН СССР с 1966 г., Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырежды Государственной премий.

Учился в Ленинградском политехническом институте, проходил стажировку в Институте прикладной геофизики. В 1930 г. после окончания Политехнического института начал работу в Сейсмологическом институте. С 1943 г. работает в ИХФАН начальником отдела физики взрыва. В 1946 г. после переезда института в Москву назначается заместителем директора и руководителем специального сектора по определению всех измерений действия атомного взрыва при испытании первой ядерной бомбы. ИХФАН были поручены работы по подготовке методики, аппаратуры и кадров, необходимых для изучения ядерного взрыва. По предложению Н. Н. Семенова научным руководителем Семипалатинского полигона был назначен М. А. Садовский, начальником полигона – генерал С. Г. Колесников. С участием привлеченных институтов (ГОИ, ВЭИ, военных академий и др.) под руководством дирекции ИХФ был подготовлен необходимый парк измерительных приборов и усилиями ГСПИ-11 создан проект Семипалатинского полигона для испытания ядерного взрыва. После успешного испытания первой плутониевой бомбы М. А. Садовскому была присуждена Сталинская премия I степени и одновременно ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

В 1968 г. М. А. Садовский со своим сектором перешел из ИХФ в Институт физики Земли и был назначен директором этого института. В 1962 г. ему была присуждена Ленинская премия. В 1986 г. ему была присуждена золотая медаль им. М. В. Ломоносова.

САМОЙЛОВ Андрей Григорьевич – участник получения первых деталей из плутония, член-корреспондент АН СССР с 1976 г., лауреат Ленинской и четырежды Государственной премий.

Родился в 1907 г., в 1935 г. окончил Московский институт цветных металлов и золота. До 1946 г. работал в Москве на Комбинате твердых сплавов, а затем был переведен в НИИ-9 – головной технологический институт атомной промышленности. В НИИ-9 он работал руководителем группы, начальником лаборатории, отдела.

Основные научные работы связаны с технологией обработки металлов давлением, разработкой твердых сплавов, созданием специальных материалов и изделий из них для использования в ядерном оружии и ядерных реакторах. По технологии, предложенной А. Г. Самойловым, были получены на заводе «В» Комбината № 817 первые изделия из металлического плутония, которые были взорваны при испытании ядерной бомбы 29 августа 1949 г. За развитие работ по созданию изделий из делящихся материалов, используемых как в оружии, так и в ядерных реакторах различного назначения, ему четыре раза присвоено звание лауреата Сталинских (Государственных) премий (1949, 1951, 1953, 1970 гг.). В 1964 г. ему была присуждена Ленинская премия.

А. Г. Самойлов – один из авторов монографии по разработке технологии и применению дисперсных твэлов в ядерных реакторах различного назначения.

САПРЫКИН Василий Андреевич (1890–1954) – главный инженер строительства плутониевого комбината, академик архитектуры, Герой Социалистического Труда.

Окончил в 1915 г. Петроградский институт инженеров путей сообщения. Работал техником, прорабом, начальником отряда по строительству дорог, различных разработок. Впоследствии был переведен в трест Теплобетон (г. Москва), работал главным инженером стройки на металлургическом заводе им. Дзержинского в Днепропетровской области.

Затем он переводится главным инженером строительства Магнитогорского металлургического комбината. Возглавлял и другие крупнейшие стройки страны.

После принятия решения о развитии атомной промышленности в 1946 г. назначается главным инженером строительства комбината в Челябинске-40, где должен был нарабатываться плутоний для первой ядерной бомбы. С его участием выбиралась площадка для строительства комбината и размещения Нового города. В кратчайшие сроки под руководством Специального комитета и ПГУ был сформирован крупнейший 45-тысячный коллектив проектировщиков, строителей и монтажников, обеспечивших к концу 1948 г. ввод на комбинате первого промышленного реактора, а также радиохимического завода по выделению плутония и химико-металлургического завода, на котором были изготовлены первые детали из металлического плутония для ядерной бомбы. На исключительную важность этой стройки и необходимость пуска трех атомных предприятий указывает тот факт, что научным руководителем комбината был назначен И. В. Курчатov, а двух других заводов – академики В. Г. Хлопин и А. А. Бочвар. Десятки институтов, КБ и промышленных предприятий участвовали в создании плутониевого комбината на Южном Урале.

В. А. Сапрыкин награжден многими орденами и медалями, был избран академиком архитектуры.

Под его руководством на Южном Урале был построен прекрасный город Челябинск-40, который сейчас называется г. Озерск.

СЕМЕНОВ Николай Анатольевич (1918–1982) – участник пуска первого промышленного ядерного реактора, первый заместитель министра среднего машиностроения с 1971 по 1982 гг., Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1940 г. закончил Уральский индустриальный институт. В 1941–1945 гг. находился в

действующей армии, а в 1946–1948 гг. работал на различных энергетических предприятиях Свердловской области. В атомной промышленности начал работать с 1 августа 1948 г. дежурным инженером-электриком в Челябинске-40 на первом урано-графитовом промышленном реакторе – наработчиком плутония для ядерной бомбы. На Комбинате № 817 он последовательно работает начальником смены и главным инженером реактора «А», а затем главным инженером и директором реактора «АВ-1».

В 1958 г. его назначают главным инженером комбината, а с 1960 по 1971 г. он директор комбината. Работая в течение 23 лет на комбинате, Н. А. Семенов был активным исполнителем и организатором работ не только по совершенствованию промышленных реакторов, но и по ликвидации аварийных ситуаций, происходивших в разное время на заводах комбината. В сентябре 1957 г. во время аварии на радиохимическом заводе, связанной с взрывом хранилища с радиоактивными отходами и загрязнением окружающей среды, руководил аварийными работами по снижению распространения загрязненности различных территорий на комбинате и в различных населенных пунктах.

Под его руководством осуществлялись аварийные работы по переселению людей из загрязненных районов и целый ряд других мероприятий.

СЕМЕНОВ Николай Николаевич (1896–1986) – крупнейший химик, академик с 1932 г., дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Нобелевской премии, лауреат Ленинской и Государственных премий.

После окончания в 1917 г. физико-математического факультета Петроградского университета с 1918 по 1920 г. работал в Томском университете преподавателем. С 1920 по 1931 г. работал в Ленинградском физико-техническом институте на различных руководящих должностях. С 1931 г. – директор организованного им Института химической физики Академии наук СССР. В 1957–1971 гг. – академик-секре-

тарь Отделения химических наук АН СССР, с 1963 по 1971 г. – вице-президент АН СССР.

В первых научных работах изучал явления прохождения электрического тока через газы. Разработанные им основы тепловой теории пробоя диэлектриков были использованы при создании в 1940 г. теории теплового взрыва и горения газовых смесей. Вместе со своими учениками развил учение о распространении пламени, детонации, горении взрывчатых веществ и порохов. Доказал экспериментально и обосновал теоретически все наиболее важные представления теории цепных реакций и реакционной способности свободных атомов и радикалов. За цикл работ по цепным реакциям позднее (в 1956 г.) ему была присуждена Нобелевская премия по химии.

Н. Н. Семенов является создателем большой научной школы. Среди его учеников – Я. Б. Зельдович, Ю. Б. Харитон, В. Н. Кондратьев, К. И. Щелкин, Н. М. Эмануэль, Д. А. Франк-Каменешский и другие. За выдающиеся заслуги в развитии науки Н. Н. Семенову в 1976 г. была присуждена Ленинская премия, а в 1941 и 1949 гг. – Сталинские премии. В 1970 г. награжден Золотой медалью им. М. В. Ломоносова. Н. Н. Семенов – член многих зарубежных академий и научных обществ.

СИНЕВ Николай Михайлович (1906–1990) – главный конструктор ОКБ, участник получения урана-235 90%-ного обогащения, лауреат Ленинской и четырежды Государственной премий.

В 1932 г. окончил Московское высшее техническое училище, а затем почти 30 лет работал на Кировском заводе, где прошел путь от инженера-конструктора до главного конструктора ОКБ завода. В довоенный период участвовал в разработке воздушно-реактивных газотурбинных двигателей для авиации. В годы войны работал заместителем главного конструктора завода по тяжелым танкам. С 1947 г. был подключен к работам по созданию оборудования для строящегося на Среднем Урале (Свердловск-44) завода по разделению изотопов ура-

на газодиффузионным методом. Активный участник освоения технологии получения высокообогащенного урана-235 для ядерного оружия.

Работая руководителем ОКБ Кировского завода, Н. М. Синев одним из первых организовал разработки оборудования для более эффективного – центробежного – метода разделения изотопов урана. Под его руководством были разработаны герметичные циркулярные насосы для первого контура ядерных судовых установок. Он был руководителем проекта комплексной турбинной установки атомногохода «Ленин», а также главным конструктором передвижной атомной электростанции ТЭС-3.

С 1961 г. работал на различных руководящих должностях, был заместителем председателя ГКАЭ СССР. Доктор технических наук. Совмещал работу с преподавательской деятельностью в Московском энергетическом институте. Вклад Н. М. Синева в развитие отрасли высоко оценен.

СИНЕЛЬНИКОВ Кирилл Дмитриевич (1901–1966) – директор Украинского физико-технического института и Лаборатории № 1 при ХФТИ АН УССР.

Родился в г. Павлограде (ныне Днепропетровской области), в 1924 г. окончил Крымский университет в Симферополе. С 1924 по 1928 г. работал в Ленинградском физико-техническом институте, с 1928 по 1930 г. находился в научной командировке в Англии, где работал в лаборатории Резерфорда. В 1930 г. из ЛФТИ переведен в ХФТИ руководителем физического отдела.

В 1932 г. совместно с А. К. Вальтером, А. И. Лейпунским и Г. Д. Латышевым расщепил ядро атома лития протонами, ускоренными до 300–400 кэВ. В 1937 г. с А. К. Вальтером построил крупнейший тогда в Европе электростатический ускоритель на энергию 3,5 МэВ. В 1938–1941 гг. разработал первые в нашей стране диффузионные масляные насосы. С 1945 по 1951 г. – директор ХФТИ. После создания ПГУ постановлением СНК от 2 мар-

та 1946 г. при ФТИ АН УССР создается на базе отдела физики ядра Лаборатория № 1, и К. Д. Синельников назначается ее директором. В этой должности он работал до 1957 г., а институт возглавлял до 1951 г. Под его руководством в 50–60-х гг. в ХФТИ была создана целая серия линейных ускорителей протонов и электронов. Он положил в институте начало термоядерным исследованиям.

За выдающиеся работы в области физики учреждена премия им. К. Д. Синельникова. В 1948 г. был избран академиком АН УССР.

СКОБЕЛЬЦИН Дмитрий Владимирович (1892–1990) – член НТС ПГУ, директор ФИАН, академик, Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской и Ленинской премий.

Основатель советской школы по физике атомного ядра и космических лучей. В 1915 г. окончил Петербургский университет, работал в институтах Ленинграда и Москвы. Обнаружил в космических лучах заряженные частицы и их ливни, заложив этим основы физики высоких энергий. Открыл электронно-ядерные ливни и ядерный каскадный процесс. С 1937 г. работал в Москве в Физическом институте АН СССР. С 1951 по 1972 г. – директор ФИАН, а с 1946 по 1960 г. – одновременно и директор организованного им Научно-исследовательского института ядерной физики Московского университета (НИИЯФ). С 1939 г. – член-корреспондент АН СССР, а с 1946 г. – академик.

Среди отечественных ученых он одним из первых был привлечен к решению проблемы использования энергии деления ядра в военных целях. С апреля 1946 г. он – член Научно-технического совета ПГУ, а в конце года был в составе Ученого совета при президенте АН СССР, ответственного за координацию работ и своевременное привлечение академических и отраслевых институтов, решающих смежные проблемы для атомной промышленности (медицина, экология и т. д.).

Постановлением правительства от 14 июля 1949 г. Д. В. Скобелыцин вместе с академиком Н. Н. Семеновым назначаются заместителями С. И. Вавилова по этому совету.

С 1950 по 1974 г. возглавлял Комитет по международным Ленинским премиям.

За выдающиеся достижения в науке в 1951 г. ему была присвоена Сталинская, а в 1982 г. — Ленинская премии. В 1969 г. он был удостоен звания Героя Социалистического Труда. Крупнейший советский ученый.

СЛАВСКИЙ Ефим Павлович (1898–1991) — министр среднего машиностроения с 1957 по 1986 г., трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

Участник гражданской войны. После учебы (1929–1933 гг.) в Московском институте цветных металлов и золота до 1940 г. работал начальником цеха, главным инженером и директором электроцинкового завода в г. Орджоникидзе НКЦМ. Впоследствии (1940–1945 гг.) — директор алюминиевых заводов в г. Днепрпетровске, а затем в г. Каменск-Уральске. В течение 1945–1946 гг. работал заместителем наркома цветной металлургии, а затем с 1946 г. — заместитель начальника ПГУ при Совете Министров СССР. С этого периода вся деятельность Е. П. Славского была связана с созданием атомной промышленности. С апреля 1947 г. работал директором строящегося Комбината № 817, а затем главным инженером.

С 1949 г. по 1957 г. работал в ПГУ и Минсредмаше, с 1953 г. — заместитель министра среднего машиностроения. В течение 1955–1957 гг. был первым заместителем министра и одновременно с марта 1956 г. — начальником Главного управления по использованию атомной энергии.

Под руководством Е. П. Славского была развита уранодобывающая промышленность как в СССР, так и в ряде государств Восточной Европы, построен целый ряд новых институтов и КБ с хорошей экспериментальной базой. При его активном участии не только развивались предприятия атомной промышленности и создавался надежный ядерный щит нашего государства. Было много сделано в области социальной сферы, создана целая серия закры-

тых городов и поселков, санаториев и домов отдыха, а также медицинских учреждений предприятий атомной промышленности.

СОБОЛЕВ Сергей Львович (1908–1989) — крупнейший математик, академик с 1939 г., Герой Социалистического Труда (1951 г.), четырежды лауреат Государственной премии.

В 1929 г. окончил Ленинградский университет. Работал сначала в Сейсмологическом институте, а затем в Математическом институте АН СССР. С 1935 г. — профессор МГУ. Основные работы посвящены динамике упругого тела. Им впервые была построена общая теория плоских волн в упругом полупространстве со свободной от напряжений границей и было выяснено общее понятие поверхностной волны. Целый ряд и других математических работ был высоко оценен правительством, и ему в 1941 г. было присвоено звание лауреата Сталинской премии. В 1946 г. переводится в Лабораторию № 2. Вместе с И. К. Кикоинным и И. Н. Вознесенским назначается научным руководителем разработки диффузионного метода получения высокообогащенного урана-235 для использования в ядерном оружии. Он отвечает за теоретические расчеты по обеспечению устойчивой работы каскадов диффузионных машин.

После получения на заводе в Свердловске-44 урана-235 90%-ного обогащения С. Л. Соболеву в 1951 г. присуждается звание Героя Социалистического Труда и одновременно лауреата Сталинской премии II степени. В дальнейшем вклад С. Л. Соболева в развитие атомной промышленности и математической науки был высоко оценен присуждением ему в 1953 и 1986 гг. еще двух Государственных премий. Награжден Золотой медалью им. М. В. Ломоносова, а также орденами и медалями.

СОХИНА Лия Павловна — участник получения на заводе «В» черного плутония, руководитель центральной заводской лаборатории Комбината № 817.

Родилась в 1925 г. в г. Шитры Курской области. В 1948 г. окончила Воронежский государственный университет и была направлена для работы на Комбинат № 817 в Челябинск-40. После стажировки в НИИ-9 (ВНИИНМ) начала, с периода пуска завода «В» Комбината, работать в опытно-промышленном цехе химико-металлургического завода, на котором из растворов плутония, поступающего с радиохимического завода, получали металлический плутоний.

Участник разработки под руководством академика И. И. Черняева научных основ аффинажных процессов получения металлического плутония. Она участвовала и в разработке технологии переработки металлических шлаков, в получении первой партии плутония. После защиты в ИОНХ под руководством проф. А. Д. Гельман диссертации была переведена в центральную заводскую лабораторию комбината. С 1954 г. руководила работами по очистке от радиоактивности жидких технологических сбросов, а с 1959 по 1976 г. работала заместителем начальника ЦЗЛ. С 1976 по 1988 г. она возглавляла центральную заводскую лабораторию. Л. П. Сохина — активный участник поисков неучтенных потерь плутония в технологических процессах заводов «Б» и «В» комбината. Ею были экспериментально установлены причины этих потерь и внедрены в производство методы их сокращения.

Лауреат премии Совета Министров, награждена орденами и медалями.

СТАРИК Иосиф Евсеевич (1902–1964) — крупнейший радиохимик, член-корреспондент АН СССР с 1946 г., дважды лауреат Государственной премии.

Ученик В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина, он в 1924 г. окончил Московский университет и был направлен для работы в Радиевый институт, совмещая научную работу с преподавательской в Ленинградском университете. Основные научные исследования связаны с изучением состояния радиоактивных изотопов в ультраразбавленных растворах, а также с проблемами химического и радиохимического ана-

лиза. В 1936 г. разработал метод определения возраста Земли по концентрации изотопов свинца-207 и -208 в земном свинце. Исследовал содержание урана и его изотопов в метеоритах. При его активном участии была разработана технология выделения плутония из облученного нейтронами урана, а в 1948 — начале 1949 г. осуществлен пуск первого в стране радиохимического завода на Комбинате № 817.

И. Е. Старик — активный участник анализа всех возникающих на этом заводе аварийных ситуаций и выяснения причин загрязнения окружающей среды. В августе 1949 г. был участником испытания на Семипалатинском полигоне первой плутониевой бомбы. За обеспечение ее создания в октябре 1949 г. был награжден Сталинской премией I степени, второй Сталинской премией был награжден в 1951 г.

ФЕЙНБЕРГ Савелий Моисеевич (1910–1973) — физик-реакторщик Лаборатории № 2, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1933 г. окончил Азербайджанский политехнический институт по специальности инженер-строитель. Работал в промышленности, а во время Великой Отечественной войны служил в действующей армии. До 1946 г. работал старшим научным сотрудником в Институте химической физики Академии наук СССР, а затем был переведен в Лабораторию № 2.

При активном участии С. М. Фейнберга и под его руководством в Лаборатории № 2 проводились физические расчеты активных зон уран-графитовых реакторов, строящихся для наработки плутония и трития. Доктор физико-математических наук С. М. Фейнберг также стоял у истоков развития ядерной энергетики. Под его руководством в Лаборатории № 2 были проведены расчеты физики активной зоны реактора для первой атомной электростанции, построенной в г. Обнинске. Он активный участник создания канальных уран-графитовых ядерных реакторов большой мощности, охлажда-

даемых обычной водой в кипящем режиме (реакторы РБМК). С. М. Фейнбергу принадлежит инициатива использования циркония в качестве конструкционного материала для каналов активных зон реакторов. Им впервые детально анализировались проблемы ядерной безопасности, возникающие при эксплуатации уран-графитовых реакторов, работающих как на природном, так и на обогащенном уране.

За успехи, связанные с созданием ядерного оружия и развитием атомной промышленности, в 1949 и 1953 гг. С. М. Фейнбергу были вручены Сталинские премии, а в 1960 г. ему было присуждено звание лауреата Ленинской премии.

ФЕРСМАН Александр Евгеньевич (1883–1945) – крупнейший геохимик и минералог, руководитель работ по поиску урановых месторождений, академик с 1919 г., лауреат премии В. И. Ленина (1929 г.) и Государственной премии СССР.

В 1907 г. окончил Московский университет. В 1907–1909 гг. работал в Минералогическом музее в Париже и Гейдельбургском университете. С 1912 по 1930 г. – старший хранитель Геологического и минералогического музея АН СССР. После организации В. И. Вернадским РИАН и работы за границей с 1922 по 1926 г. – директор Радиевого института. Начиная с 1920 г. проводил работы по изучению полезных ископаемых, включая поиски радиевых руд в Фергане. В 1926 г. открыл первое в СССР крупнейшее месторождение апатитов, а в 1930 г. – медно-никелевое месторождение. Один из инициаторов применения аэрофотосъемки для изучения природных ресурсов. В 1933 г. докладывал о запасах урана в Киргизии.

После создания Урановой комиссии при АН СССР А. Е. Ферсман вместе с В. И. Вернадским и В. Г. Хлопиным предлагали 12.07.40 г. правительству создать государственный фонд урана и поручить Академии наук срочно приступить к разработке методов разделения изотопов урана и соответствующих

установок. Во главе с А. Е. Ферсманом создавалась специальная бригада ученых по урановой сырьевой базе.

В 1930–1939 гг. возглавлял Институт кристаллографии, минералогии и геохимии АН СССР, а в 1944–1945 гг. – Институт геологических наук Академии наук. В 1924–1927 гг. – академик-секретарь Отделения математических и естественных наук, а в 1927–1929 гг. – вице-президент АН СССР. В честь А. Е. Ферсмана названы минералы ферсманит (1929 г.) и ферсмит (1946 г.).

ФЛЕРОВ Георгий Николаевич (1913–1990) – крупнейший физик-экспериментатор, академик с 1968 г., Герой Социалистического Труда.

В 1938 г. окончил Ленинградский политехнический институт и начал работать в ЛФТИ в лаборатории у И. В. Курчатова. В 1940 г. вместе с К. А. Петржаком (РИАН) открыл новый тип радиоактивных превращений – спонтанное деление ядер урана. Вместе с И. В. Курчатовым с 14 августа 1943 г. переводится в Лабораторию № 2 АН СССР, где занимается проблемой физики деления ядер тяжелых элементов. После организации филиала Лаборатории № 2 в КБ-11 занимается проблемами, связанными с разработками ядерного оружия. Изучал сечение взаимодействия медленных нейтронов с различными материалами, определял критические массы плутония и урана-235.

Активный участник испытания первой плутониевой бомбы, осуществленного 29 августа 1949 г. С 1953 г. занимался проблемами получения новых трансплутониевых элементов. Разрабатывает методы получения и ускорения многозарядных тяжелых ионов, создает источники таких ионов. Создает физико-химические методы экспрессного выделения неизвестных продуктов ядерных реакций и их идентификации, особенно по спонтанному делению. Работая в Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна), Г. Н. Флеров с сотрудниками синтезировал ряд новых изотопов элементов с порядковыми номерами от 102 до 107. За синтез и исследование свойств новых эле-

ментов ему в 1967 г. была присуждена Ленинская премия. В его лаборатории в ОИЯИ был открыт новый вид ядерной изомерии — спонтанно-делящиеся изомеры (запаздывающее после бета-распада деление), а также явление испускания запаздывающих изотопов.

Практическими работами Г. Н. Флерова были разработка методов изучения полезных ископаемых с помощью нейтронного каротажа скважин и другие работы по применению ядерной физики в народном хозяйстве и при ликвидации последствий ядерной аварии на Чернобыльской АЭС. Заслуги Г. Н. Флерова высоко оценены правительством. В 1946 и 1949 гг. ему были присуждены Сталинские премии, а в 1975 г. — Государственная премия.

ФРАНК Глеб Михайлович (1904–1976) — крупнейший биофизик, руководитель Радиационной лаборатории АМН СССР, первый директор Института биофизики Минздрава СССР, академик АМН.

С 1945 г. руководит Радиационной лабораторией, преобразованной позднее в Институт биофизики. Еще до пуска в 1946 г. в Лаборатории № 2 АН СССР опытного ядерного реактора сотрудниками Радиационной лаборатории были разработаны интегрирующие дозиметры с применением наперстковых ионизационных камер и фотопленки.

Вместе с А. И. Бурназяном и академиком В. В. Паршиным был организатором Государственной службы радиационной безопасности. В созданной при НТС ПГУ Совнаркома СССР секции медико-санитарного контроля (№ 5) был ученым секретарем, и на первом заседании 24 апреля 1946 г. секция одобрила предложение по организации индивидуального фотоконтроля «лучистой вредности». Одновременно было решено медико-санитарное обслуживание сотрудников РИАН и Лаборатории № 2 проводить силами Института профзаболеваний Минздрава СССР, а в системе предприятий ПГУ организовать медсанчасти. В состав образованного при президенте АН СССР совета для руководства научно-исследовательскими работами по использованию энергии ядра в техни-

ке, биологии и медицине постановлением правительства от 16/XII-46 г. был также включен профессор Г. М. Франк. Изучение действия на организм ионизирующего излучения привело к созданию новой науки нашего времени — радиобиологии, и Г. М. Франк по праву считается одним из ее создателей.

С организацией в Подмоскowie (г. Пушкино) Института биофизики АН СССР академик Г. М. Франк до конца жизни работал директором этого ведущего научного центра страны.

ФУРСОВ Василий Степанович — заместитель научного руководителя создания уран-графитовых реакторов на Комбинате № 817, лауреат Государственной премии.

Родился в 1910 г. В 1931 г. окончил физико-математический факультет Московского университета. До 1941 г. работал в университете (аспирант, ассистент, доцент, и.о. зав. кафедрой). С 1941 по 1944 г. находился на службе в армии. В 1944 г. был отозван из армии для работы научным сотрудником сначала в ФИАНе, а затем в Лаборатории № 2.

Автор первых теоретических работ по относительной разбавке графита и урана для создаваемого реактора Ф-1 и строящегося на Южном Урале первого промышленного ядерного реактора. На этом реакторе впервые в СССР было сделано открытие радиационного роста урана и формоизменения графита под действием больших интегральных потоков нейтронов. Вместе с И. В. Курчатовым активно участвовал в теоретическом рассмотрении этих эффектов и обосновании «накопления» энергии в графите, эксплуатируемом в реакторе при относительно низких температурах. После пуска реактора «А» он с 22/XII-48 г. по 15/III-51 г. работает его научным руководителем и по 1957 г. — заместителем И. В. Курчатова по уран-графитовым реакторам, строящимся в Челябинске-40, Томске-7 и Красноярске-26. Одновременно в Лаборатории № 2 возглавляет теоретический сектор. С 1954 г. — декан физического факультета МГУ. С октября 1956 г. В. С. Фурсов временно работал в Китае совет-

ником СССР при пекинском научном центре.

В. С. Фурсов был первым отечественным ученым, который в июле 1955 г. на пленарном заседании сессии Академии наук сделал открытый доклад «Работы Академии наук СССР о урано-графитовых реакторах».

За создание первой ядерной бомбы в октябре 1949 г. В. С. Фурсову присуждена Сталинская премия II степени, он награжден орденами и медалями.

ХАРИТОН Юлий Борисович — научный руководитель и главный конструктор разработки ядерного оружия, академик с 1953 г., трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и трижды Государственной премии.

Родился 27 февраля 1904 г. В 1925 г. окончил Ленинградский политехнический институт и работал в ЛФТИ. С 1926 по 1928 г. стажировался в Кавендишской лаборатории в Англии, где участвовал в разработке методики регистрации альфа-частиц. С 1931 г. работает в Институте химической физики АН СССР под руководством Н. Н. Семенова, а с 1946 г. — одновременно и в Лаборатории № 2 (ЛИПАН).

Основные научные исследования Ю. Б. Харитона относятся к ядерной физике, химической кинетике, физике горения и взрыва. При участии Ю. Б. Харитона была разработана методика исследования химических реакций при сверхвысоких давлениях и температурах, получаемых адиабатическим сжатием. Будучи ведущим лабораторией взрывчатых веществ ИХФ, он возглавлял работы по изучению горения взрыва и детонации взрывчатых материалов для теоретического и экспериментального обоснования физических и химико-физических свойств взрывчатых веществ. В 1939 г. вместе с Я. Б. Зельдовичем провел один из первых расчетов по возможному осуществлению цепной ядерной реакции на обогащенном уране-235. После создания КБ-11 (филиала Лаборатории № 2 в Арзамасе-16) руководил в нем научно-конструкторскими работами по

созданию ядерного и термоядерного оружия, используя накопленный опыт работы в ИХФ АН СССР.

После осуществления успешных испытаний оружия Ю. Б. Харитон в 1949, 1951 и 1954 гг. удостоивается званий Героя Социалистического Труда. Он лауреат Ленинской (1956 г.) и трех Сталинских премий (1949, 1951 и 1954 гг.), награжден золотой медалью им. М. В. Ломоносова (1982 г.) и многими другими орденами и медалями. В 1953 г. его избирают академиком АН СССР.

ХЛОПИН Виталий Григорьевич (1890—1950) — создатель отечественной радиохимии, научный руководитель первого радиохимического завода, академик с 1939 г., Герой Социалистического Труда с 1949 г., лауреат Государственных премий.

Родился в Перми. В 1911 г. окончил Геттингенский, а в 1912 г. — Петербургский университеты. С 1915 г. работал в Радиологической лаборатории Российской Академии наук, а с 1922 г. — в Радиовом институте. С 1939 по 1950 г. — директор этого института. Одновременно с 1934 г. — профессор Ленинградского университета, а с 1940 г. — руководитель Урановой комиссии Академии наук СССР.

Основная научная деятельность была посвящена радиохимии, работам с радиохимическими элементами. В 1918—1921 гг. В. Г. Хлопин вместе с И. Я. Башиловым руководил созданием первого в России радиевого завода, на котором в 1921 г. были получены первые препараты радия из отечественных урановых руд. В 1924 г. В. Г. Хлопин установил закон распределения микроэлементов между кристаллами и насыщенным раствором (закон Хлопина), изучал условия миграции радиоактивных элементов в земной коре. В честь В. Г. Хлопина в 1931 г. новый минерал, открытый в районе озера Байкал, назван «хлопинитом». В. Г. Хлопин разработал (1947 г.) метод определения абсолютного возраста пород на основе радиоактивных данных.

Возглавил в 1940 г. созданную по инициативе В. И. Вернадского Урановую комиссию

Академии наук, которая под его руководством в начале 1941 г. составила первый план научно-исследовательских работ в стране для использования внутриатомной энергии деления урана.

Под руководством В. Г. Хлопина в Радиевом институте на получаемых на циклотроне РИАН импульсных количествах непутия и плутония была разработана технологическая схема промышленного выделения плутония из облученного в ядерных реакторах урана. В 1945 г. после создания Специального комитета В. Г. Хлопин вошел в состав Технического совета этого комитета и был утвержден научным руководителем создаваемого на Южном Урале (Челябинск-40) первого в стране радиохимического завода. За исключительные заслуги, создание радиохимической технологии и обеспечение выделения плутония для первой ядерной бомбы после ее испытания в 1949 г. ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Одновременно он был награжден Сталинской премией I степени. За ранее выполненные работы такими же премиями он был награжден в 1943 и 1946 гг.

После его смерти Радиевый институт носит имя В. Г. Хлопина. Постановлением Совета Министров СССР об увековечении памяти В. Г. Хлопина учреждены премии его имени, присуждаемые президиумом Академии наук за лучшие работы в области радиохимии и химии редких элементов. Установлены мемориальные доски на здании института и в доме проживания.

В. Г. Хлопин создал школу отечественных радиохимиков.

ЦАРЕВСКИЙ Михаил Михайлович (1898–1975) – генерал-майор, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

Основная деятельность была связана с работой на крупнейших стройках страны, созданием гигантов отечественной промышленности. В 1928–1930 гг. он начальник строительства комбината в г. Балахна Горьковской области, а

затем Горьковского автозавода. В 1932–1936 гг. – начальник строительства Нижнетагильского металлургического завода. В период с 1936 по 1941 г. возглавляет строительство ЦАГИ, Кольстроя и комбината «Североникель». В 1942–1946 гг. – начальник управления исправительно-трудовых лагерей (ИТЛ) в Актобинске и Нижнем Тагиле.

В 1946 г. его переводят начальником управления ИТЛ и начальником строительства предприятий Комбината № 817 и города Челябинска-40 на Южном Урале, где он и работает до 1950 г. Его роль в создании крупнейших объектов отечественной промышленности была высоко оценена. Он является лауреатом Сталинской премии I степени, был награжден орденами и другими правительственными наградами.

ЦЫРКОВ Георгий Александрович – начальник Главного управления проектирования и испытания ядерных боеприпасов, доктор технических наук, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

Родился 28 января 1921 г. в Москве. Окончил МВТУ им. Баумана. С 1948 г. работал во ВНИИ экспериментальной физики в Арзамасе-16. Один из старейших работников атомной отрасли. Внес выдающийся вклад в дело создания отечественных ядерных вооружений, начиная с самых первых их образцов. В 1955 г. занимал должность ученого секретаря ВНИИЭФ, а позднее вошел в состав руководства нового ядерного центра на Урале, став первым заместителем научного руководителя и главного конструктора этого центра (ныне ВНИИ технической физики).

С 1965 г. по настоящее время – начальник главного управления министерства, непосредственно отвечающего за весь комплекс НИОКР в области создания ядерных вооружений, а также конверсии в системе главного управления. Член коллегии министерств.

Награжден семью орденами. Действительный член Международной академии информа-

тизации, почетный член Академии естественных наук Российской Федерации. Автор ряда научных трудов и трудов в области истории ядерного оружейного комплекса.

В сферу научных интересов входят газодинамика и взрывчатые вещества.

ЧЕРНЯЕВ Илья Ильич (1893–1966) – директор ИОНХ, академик с 1943 г., четырежды лауреат Государственной премии (1946, 1949, 1951, 1952).

В 1915 г. окончил Петроградский университет и был оставлен для работы в нем (с 1932 г. – профессор). Одновременно с 1918 г. работал в Институте по изучению платины и других благородных металлов. С 1939 г. был переведен в Институт общей и неорганической химии (ИОНХ), и с 1941 г. являлся его директором, совмещая эту должность с преподавательской работой профессора сначала в Московском нефтяном институте, а с 1945 г. в Московском университете.

Основные научные работы посвящены химии комплексных соединений платиновых металлов, разработке методов их анализа и аффинажа. Изучал комплексные нитросоединения двухвалентной платины, на примере которых открыл (1926 г.) закономерность трансвращения, носящую его имя.

С 1943 г. под руководством И. И. Черняева группы ученых его института подключаются к работам по Урановому проекту. В помещениях этих групп и начинается организация Лаборатории № 2, руководимой И. В. Курчатовым. Директор ИОНХ и ведущие специалисты института вместе с НИИ-9 (ВНИИПМ), ИАН, ИФХАН и др. стояли у истоков получения первых количеств плутония сначала на опытной установке в НИИ-9, а затем на плутониевом комбинате (Челябинск-40).

И.И. Черняев вместе с начальником отдела НИИ-9 академиком А. А. Говхаром был научным руководителем аффинажа – очистки плутония от примесей других элементов – и был создателем первого завода, на котором конечной продукцией было получение издел из плутония для первой ядерной бомбы.

В числе 39 лауреатов Сталинской премии I степени, награжденных после взрыва 29 августа 1949 г. плутониевой бомбы, был и академик И. И. Черняев.

ЧИРКОВ Борис Николаевич (1906–1978) – директор Ленинадского горно-обогатительного комбината, Герой Социалистического Труда.

Родился в Глазове. С 1920 по 1922 г. в качестве красноармейца служил в Омске – был участником гражданской войны. Позднее, до 1940 г., работал в организациях системы ОГПУ и НКВД в г. Рославль Смоленской обл., г. Алдан в Якутии, в г. Владимире Ивановской области и в г. Семипалатинске в Казахстане. С 1938 по 1940 г. был заместителем наркома внутренних дел Казахстана. В период с 1940 по 1942 г. работал начальником строительства Джезказганского медеплавильного комбината. С 1942 по 1944 г. служил в армии командиром батальона и заместителем командира дивизии. Награжден несколькими боевыми орденами. В феврале 1945 г. был отозван из армии и назначен директором строящегося в Средней Азии крупнейшего уранодобывающего Комбината № 6 НКВД, который после его передачи в систему ПГУ назывался Ленинадским горно-обогатительным комбинатом. На этом комбинате Б. Н. Чирков работал директором до 1953 г.

Постановлением правительства от 29/XI-49 г. за обеспечение урановым сырьем предприятий ПГУ, наработавших плутоний для первой ядерной бомбы, Б. Н. Чиркову было присвоено звание Героя Социалистического Труда. В период с 1953 по 1956 г. Б. Н. Чирков работал директором Восточного горно-обогатительного комбината в Кировоградском рудном районе на Украине.

ЧУГРЕЕВ Николай Самойлович (1908–1989) – руководитель радиохимического отдела главка, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

Родился на ст. Алмазная Луганской области. В 1932 г. окончил Харьковский химико-

технологический институт и работал на предприятиях химической промышленности. С марта 1946 г. был направлен в ПГУ. Ветеран атомной промышленности, стоял у истоков получения первых количеств плутония сначала (с октября 1947 г.) на экспериментальной установке (У-5) в НИИ-9 (ВНИИНМ), а затем (с февраля 1949 г.) на первом радиохимическом заводе Комбината № 817 в Челябинске-40.

По результатам работы на установке У-5 Н. С. Чутреев был участником подготовки первого текста технологического процесса и аппаратного оформления для строящегося в Челябинске-40 радиохимического завода. На этом заводе он с самого начала работал руководителем отделения конечной продукции, в котором отработывалась фторидная технология аффинажа плутония и опытным путем подбирались конструкционные материалы коррозионно-стойкого оборудования, работающего в сверхагрессивных средах. Вместе с заместителем главного инженера завода «Б» М. В. Гладышевым в начале 1949 г. обеспечивал подготовку и передачу первой порции готового продукта на завершающее производство Комбината № 817 – завод «Б».

В 1949 г. Н. С. Чутреев был удостоен Сталинской премии III степени. С 1950 г. работал в аппарате ПГУ и Минсредмаша, возглавляя ведущие отделы, и был заместителем главного инженера главка. Последние годы жизни доктор технических наук Н. С. Чутреев работал во ВНИИНМ.

ЧУРИН Александр Иванович (1907–1981) – директор Комбинатов № 813, 817 и 816, первый заместитель министра среднего машиностроения, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственной премий.

В 1932 г. закончил Ленинградский электротехнический институт и по 1944 г. работал на предприятиях Среднего Урала, с 1944 по 1946 г. был главным инженером Свердловэнерго. С 1946 г. – директор первого в стране строящегося предприятия (Комбината № 813)

по получению высокообогащенного урана-235 в Верх-Нейвинске (Свердловск-44, а сейчас Ново-Уральск).

В 1953 г. был переведен директором Комбината № 817 в Челябинске-40 (сейчас г. Озерск), где и работал в течение трех лет. После начала строительства в Томске-7 (г. Северск) нового Комбината № 816, предназначенного для выпуска плутония и высокообогащенного урана-235, он работает (1955–1957 гг.) директором этого сложнейшего предприятия. По его инициативе часть проточных реакторов была переведена в энергетический режим, что позволило увеличить мощность Сибирской АЭС. Большой заслугой А. И. Чурина, особенно при работе в Минсредмаше, является инициатива и настойчивость в улучшении обмена передовым опытом по совершенствованию технологических процессов на различных предприятиях атомной промышленности. С 1957 г. по каждому направлению деятельности отрасли с участием научных руководителей, главных конструкторов и технологов, руководителей НИИ, КБ и заводов ежегодно под руководством А. И. Чурина проводились научно-технические конференции. Вопросам эффективности производства, ядерной и радиационной безопасности уделялось первостепенное внимание.

С 1957 по 1970 г. работал первым заместителем министра среднего машиностроения.

ШЕВЧЕНКО Виктор Борисович (1902–1981) – первый директор старейшего института ПГУ (база № 1, НИИ-9, ВНИИНМ).

После окончания в 1935 г. Московского института цветных металлов и сплавов до 1938 г. работал на Карабашском медеплавильном заводе Челябинской области (мастер, главный металлург, главный инженер). С 1938 по 1940 г. – главный инженер Прибалташского медеплавильного завода, а с 1940 по 1943 г. – сначала заместитель директора по научной работе Московского института цветных металлов и золота, а затем руководитель Джезказганского медеплавильного завода (Казахстан). С 1943 по 1945 г. – главный инженер Норильско-

го медно-никелевого комбината, начальник Красноярского аффинажного завода НКВД.

В. Б. Шевченко был организатором Института специальных сплавов для использования в ядерном оружии и с 1945 по 1952 г. работал его директором.

Созданный под руководством инженер-полковника, профессора В. Б. Шевченко институт (НИИ-9) с конца 1944 по сентябрь 1945 г. входил в систему НКВД и был призван вначале организовать работы по добыче урановых руд, выделению урана, получению изделий из металлического урана для промышленных реакторов и металлического плутония для ядерных бомб. Был организатором создания первой опытной установки, на которой отрабатывалась технология выделения плутония из облученного в реакторе Ф-1 урана. Основные технологические процессы первого в ПГУ завода № 12, где было организовано серийное производство металлического урана и изделий из него, разрабатывались при активном участии специалистов НИИ-9 под личным руководством В. Б. Шевченко. Институт был главным разработчиком и обеспечил на заводе «В» Комбината № 817 в Челябинске-40 получение изделий из металлического плутония для первой плутониевой бомбы.

Награжден многими правительственными наградами.

ШОЛКОВИЧ Борис Михайлович (1900–1965) – главный конструктор КБ-10 и первого опытного тяжеловодного ядерного реактора в Лаборатории № 3.

В 1930 г. окончил Ленинградский политехнический институт. До 1935 г. работал в Ленинграде конструктором на металлическом заводе и в Центральном котлотурбинном институте (ЦКТИ). С 1935 по 1942 г. работал сначала в Таганроге на заводе «Красный котельщик», а затем в Златоусте главным конструктором звукоустроенного завода.

С 1942 г. завод «Красный котельщик» находился в Подольске, где Б. М. Шолкович работал до 1946 г. главным конструктором завода, а затем начальником ОКБ, руководителем КБ-

10, будущего особого конструкторского бюро «Гидропресс». По техническому заданию Лаборатории № 2 был участником разработки в 1946–1947 гг. американской схемы (горизонтальное размещение каналов в активной зоне реактора) промышленного уран-графитового реактора. Эта схема после проработок в НИИхиммаше (директор Н. А. Доллежал) была заменена на отечественную схему, которая предусматривала вертикальное размещение технологических каналов, загружаемых урановыми блоками.

Под руководством Б. М. Шолковича была разработана для Лаборатории № 3 (ИТЭФ) конструкция первого опытного ядерного тяжеловодного реактора, изготовлено оборудование и произведен монтаж этого реактора, пуск которого осуществлен в 1949 г.

Теплообменники для тяжеловодных промышленных ядерных реакторов и первых реакторов типа ВВЭР для атомной энергетики производились под руководством главного конструктора Б. М. Шолковича.

Награжден орденами и премиями. В настоящее время ОКБ «Гидропресс» – ведущая конструкторская организация атомной энергетики.

ЩЕЛКИН Кирилл Иванович (1911–1968) – трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и четырех Государственных премий.

В 1932 г. окончил физико-техническое отделение Симферопольского педагогического института. Работал в ИХФАН до перехода в филиал Лаборатории № 2 (КБ-11) в 1947 г. Основные работы относятся к физике горения и взрыва, в частности детонации газов. Подробно исследовал влияние давления на скорость детонации в газовых слоях. Сформулированная им фундаментальная идея о том, что горение газовых смесей и движение газа, возникающее при горении, находятся в неразрывной связи, вызвала к жизни новое научное направление, которое стали называть «гидродинамикой горения». Открытие К. И. Щелкиным влияния «шероховатости» на скорость

распространения детонации имеет важнейшее значение для всей классической детонации.

С должности заведующего лабораторией турбулентного горения, которую он возглавлял в ИХФАН с 1944 г., в 1947 г. был переведен заместителем научного руководителя и главного конструктора филиала Лаборатории № 2 в КБ-11 (Арзамас-16).

За создание отечественного ядерного оружия в 1953 г. К. И. Щелкин был избран членом-корреспондентом Академии наук. Удостоен звания Героя Социалистического Труда в 1949, 1951, 1953 гг., лауреат Сталинских премий (1949, 1951 и 1954 гг.), а в 1958 г. ему была присуждена Ленинская премия. С 1955 по 1960 г. работал в другом научном центре, расположенном в Челябинске-70, где был назначен главным конструктором и научным руководителем.

ЩЕРБАКОВ Дмитрий Иванович (1893–1966) – геолог, петрограф, минералог, геохимик, ученик В. И. Вернадского, член Урановой комиссии Академии наук СССР, академик с 1953 г.

Внес большой вклад в учение о рудных месторождениях, металлогении и геохимии.

Основная деятельность связана с Радиевым институтом и Всесоюзным институтом минерального сырья (ВИМС) и проходила под научным руководством В. И. Вернадского в сотрудничестве с академиком А. Е. Ферсманом. В 1928–1938 гг. руководил Таджикско-Памирской и Среднеазиатской экспедициями Академии наук по поиску редких металлов в СССР. По его прогнозам о закономерностях размещения рудных месторождений в земной коре были открыты многие месторождения редких металлов, и в том числе урановые месторождения, и других материалов, используемых в оборонной технике и в народном хозяйстве. Он один из первых заложил основы составления металлогенических карт, которые позволили более рационально направлять поиски полезных ископаемых. В 1940 г. при организации Урановой комиссии Академии наук СССР, призванной координировать работы по изучению использования энергии урана и изучению его месторождений, был назначен одним из секретарей указанной комиссии (председатель комиссии академик В. Г. Хлопин). С поисками месторождений урана была связана основная научная деятельность Д. И. Щербакова. Им была создана научная школа.

В 1965 г. присуждена Ленинская премия. В его честь назван минерал «щербаковит».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в августе 1949 г. на Семипалатинском полигоне состоялся испытательный взрыв первой советской ядерной бомбы. В Советском Союзе появилось ядерное оружие, а США лишились монополии на владение им. Созданная крупнейшая ядерная индустрия сразу же начала развиваться.

Вторая ядерная бомба на высокообогащенном уране в отличие от первой плутониевой была полностью советского исполнения, изготовлена на основе нашей собственной схемы и испытана в 1951 г. Она была почти в 2 раза легче первой бомбы — копии американской, но в 2 раза мощнее. Диаметр второй бомбы благодаря оригинальному инженерному решению по обеспечению имплозии оказался существенно меньшим. Здесь сказались умение и смекалка специалистов высокого класса.

Через короткое время число производимых в СССР ядерных бомб оказалось даже больше, чем в США.

Научно-техническая база ядерной промышленности непрерывно развивалась, совершенствовалась, укреплялась, создавались новые институты и организации с атомной тематикой, организовывались центры атомной науки и техники в республиках СССР, готовились национальные кадры.

Успехи в овладении ядерной энергией открыли мировой цивилизации дверь в новую эпоху.

В 1954 г. в Обнинске, под Москвой, была введена в эксплуатацию первая в мире промышленная атомная электростанция.

В 1960 г. на воду был спущен первый в мире ледокол с атомной паропроизводительной установкой, открывший навигацию во льдах Северного Ледовитого океана. Военно-морской флот пополнился отрядами боевых подводных лодок с ядерными реакторами и надводными кораблями.

Началось масштабное использование ядерной энергетики в мирных целях в науке, в медицине для диагностики и лечения, в биологии, в сельском хозяйстве, в разных отраслях промышленности, для широкого производства электрической энергии и многого другого.

Но все это выходит за рамки данной книги.

Мы же ставили задачу рассказать о создании ядерной бомбы и необходимой для этого ядерной индустрии в нашей стране в тяжелейшие для нее годы Великой Отечественной войны и в нелегкий послевоенный период.

Атомная отрасль нашего государства развивалась в очень трудных условиях. Что же двигало людьми,

что заставляло заниматься созданием ядерной бомбы, преодолевая технологические и бытовые трудности? Ведь почти все они жили за колочей проволокой, за забором, под бдительным наблюдением вооруженных часовых на выпшках.

Первое — интересная, увлекательная в научном и инженерном плане работа.

Второе — любовь к Родине, стремление создать невиданное по силе и мощности ядерное оружие, чтобы обеспечить безопасность своей страны.

Третье — страх, страх наказания, страх попасть в лапы НКВД, в лагерь, где один исход — мучительная смерть. В условиях сталинского тоталитарного режима неудача при первом испытании ядерной бомбы очень многим ученым, инженерам и специалистам грозила жестокой карой.

Вот эти три причины, вместе взятые, а не каждая в отдельности, и была стимулами для первопроходцев при создании ядерного оружия.

Конечно, были и такие, которые не знали страха. Одним из них был известнейший русский ученый А. Д. Сахаров, целиком, без остатка погруженный в науку. Он предложил решение новой научной проблемы создания еще более мощного и разрушительного ядерного оружия — термоядерной бомбы.

И двигали им не страх, не любовь к разрушению, а желание использовать до конца все возможности ядерной физики. Однако, создав новое оружие и убедившись в необычайной мощности и разрушительной силе термоядерной бомбы, этот обласканный государством молодой ученый, доктор, профессор, академик, лауреат и обладатель золотых медалей, трижды Герой тут же предложил прекратить все работы по созданию ядер-

ного оружия у нас в стране и обратиться с таким же предложением к США.

Не найдя сочувствия и поддержки у непосредственных руководителей и министра своей отрасли промышленности, он напрямую, не боясь никого и ничего, обратился к руководителю страны Н. С. Хрущеву. И, конечно, получил жесткий и решительный отказ. Но это его не остановило. А. Д. Сахаров начал борьбу за свободу личности, за свободу мнений, невзирая на возможные последствия своей деятельности.

Сахаров лишился всех почестей и званий, кроме званий академика, лауреата Нобелевской премии, до которых правительство страны и ЦК КПСС не могли дотянуться. Он был насильно оторван от науки, от работы в ФИАН и выслан в закрытый для иностранцев г. Горький (Нижний Новгород). Но таких смельчаков было немного. Над большинством довлело чувство страха. По сложившейся традиции за такое сопротивление, какое оказал Сахаров, наказанием были концлагерь и скорая смерть. Но к Сахарову такого наказания применить было нельзя. Уж слишком большой в научном и политическом отношении фигурой был А. Д. Сахаров. Будучи оторван от науки (хотя он и пытался заниматься ею), А. Д. Сахаров стал политиком, политическим диссидентом, пытался раскрыть глаза своим соотечественникам и привлечь внимание западных демократов к нарушениям прав человека в СССР.

После возвращения из ссылки в результате перестройки Сахаров получил возможность открыто заниматься политикой. Однако здоровье его было подорвано, и он довольно рано ушел из жизни. А. Д. Сахаров оставил о себе память не только как

крупнейший ученый, но и как великий гражданин.

*
* *

Вскоре после испытания первой советской ядерной бомбы в августе 1949 г. в зарубежной печати появился поток самых различных сообщений, домыслов и догадок о том, что Советы украли тайны американской ядерной науки и техники. В печати многократно подчеркивалось, что Россия, разоренная войной, не могла создать ядерное оружие, не воспользовавшись результатами работ по Манхэттенскому проекту в США и результатами ученых Западной Европы.

Испытание первого ядерного заряда на Семипалатинском полигоне в августе 1949 г. ошеломило многих, включая президента США Гарри Трумена, который долго не верил сообщениям об успехе русских. В США, да и во многих западных странах ожидали от СССР первых результатов по созданию ядерной бомбы не ранее 1954—1955 гг. В американском журнале «Лук» от 1945 г. была опубликована статья, с интересом встреченная читателями: «Когда Россия будет иметь ядерную бомбу?» Ее написали Джон Хогертон, инженер-атомщик, и «специалист по России» Элсуорт Рэймонд, также инженер, имевший отношение к ядерной проблеме. Они утверждали, что при самых благоприятных обстоятельствах ядерная бомба в России может появиться не ранее 1955 г.

В статье был также сделан весьма примечательный вывод: в России будут производить бомбы с помощью плутониевых заводов типа Хэнфорда, т. е. на уран-графитовых реакторах. Диффузионные заводы типа Ок-Риджа, штат Теннесси, по получению высокообогащенного урана изо-

топами урана-235 России не удастся создать в связи с их большой технической сложностью.

Оценка Э. Рэймонда возможностей советской экономики была очень суровой: отрасли российской промышленности, производящие точные приборы, мало развиты и выпускают продукцию низкого качества. По объему производства во многих отраслях Россия отстает от США на 20 лет.

Сообщения в печати изобиловали инсинуациями, хотя были и справедливые догадки. В этой связи в центральной газете «Правда» и других средствах массовой информации 25 сентября 1949 г. появилось сообщение ТАСС. Приводим его полностью.

«23 сентября президент США Трумен объявил, что по данным правительства США в одну из последних недель в СССР произошел ядерный взрыв.

Одновременно аналогичное заявление было сделано английским и канадским правительствами.

Вслед за опубликованием этих заявлений в американской, английской и канадской печати, а также в печати других стран появились многочисленные высказывания, сеющие тревогу в широких общественных кругах.

В связи с этим ТАСС уполномочен заявить следующее:

В Советском Союзе, как известно, ведутся строительные работы больших масштабов — строительство гидростанций, шахт, каналов, дорог, которые вызывают необходимость больших взрывных работ с применением новейших технических средств. Поскольку эти взрывные работы происходили и происходят довольно часто в разных районах страны, то возможно, что это могло привлечь к себе внимание за пределами Советского Союза.

Что же касается производства атомной энергии, то ТАСС считает необходимым напомнить о том, что еще 6 ноября 1947 г. министр иностранных дел СССР В. М. Молотов сделал заявление относительно секрета атомной бомбы, сказав, что «этого секрета давно уже не существует». Это заявление означало, что Советский Союз уже открыл секрет атомного оружия, он имеет в своем распоряжении это оружие.

Научные круги Соединенных Штатов Америки приняли это заявление В. М. Молотова как блеф, считая, что русские могут овладеть атомным оружием не ранее 1955 г. Однако они ошиблись, так как Советский Союз овладел секретом атомного оружия еще в 1947 г.

Что касается тревоги, распространяемой по этому поводу некоторыми иностранными кругами, то для тревоги нет никаких оснований.

Следует сказать, что советское правительство, несмотря на наличие у него атомного оружия, стоит и намерено стоять в будущем на своей старой позиции безусловного запрещения применения атомного оружия.

Относительно контроля над атомным оружием нужно считать, что контроль будет необходим для того, чтобы проверить исполнение решения о запрещении производства атомного оружия».

Это сообщение ТАСС от 25 сентября 1949 г. нуждается в некоторых комментариях. Заявление о том, что «секрета атомной бомбы давно уже не существует», полностью соответствовало истине. Но утверждение, что СССР имело в своем распоряжении это оружие в 1947 г. — заведомая неправда. К 6 ноября 1947 г. СССР не имел и не мог иметь в своем распоряжении ядерного оружия. В декабре

1946 г. в СССР был только-только запущен первый исследовательский ядерный реактор Ф-1 на очень малую мощность. И до создания ядерной бомбы предстояло пройти большой путь длиною в два года. Рассуждениями о том, что в Советском Союзе ведутся строительные работы больших масштабов при строительстве гидростанций, шахт, каналов, пытались объяснить, почему на Западе не зафиксировали взрыв ядерных зарядов, а зарегистрировали его только в августе 1949 г. Заявление ТАСС от 23 сентября 1949 г. о том, что СССР не имеет в своем распоряжении ядерное оружие, было настоящим блефом, попыткой играть нечистыми картами в политической игре и запутать своих заокеанских и западноевропейских коллег. Последующие заявления советских официальных лиц о том, что успех создания первой советской ядерной бомбы принадлежит только советским ученым и специалистам, не могли остановить волну недоверия к нам.

В последние два-три года в печати появились сообщения о результатах деятельности внешней разведки СССР, связанные с получением в 40-х годах из Англии и США разведанных по освоению в этих странах ядерной энергии в военных целях.

В воспоминаниях разведчиков, в том числе ведущих сотрудников КГБ, много было сказано о раскрытых секретах конструкции американской ядерной бомбы. В частности, в этих сообщениях фигурирует ученый Клаус Фукс, который сумел передать много важных сведений, в том числе схему американской ядерной бомбы «Малыш», в испытании которой в Лос-Аламосе он принимал участие.

И. В. Курчатов и Ю. Б. Харитон с большой благодарностью отзывались о ценной информации, которую они

получали от наших разведчиков и агентов, в частности от К. Фукса.

Так кем же был Клаус Фукс?

Клаус Фукс родился 29 декабря 1911 г. в городе Рюсельхейне близ Дармштадта. Его отец был священником, членом социал-демократической партии. К. Фукс закончил курс наук в Лейпцигском, а затем в Кильском университетах. В июле 1933 г. Фукс переехал сначала в Париж, а затем в Англию. В декабре 1936 г. он защитил докторскую диссертацию, будучи аспирантом у известного ученого Невилля Мотта. Доктор Мотт рекомендовал Фукса для работы в лаборатории Макса Борна в Эдинбурге, Шотландия.

С 1940 г. в Англии уже велись работы по использованию ядерной энергии в военных целях. Получив в 1942 г. английское подданство, Клаус перешел в лабораторию проф. Пайерлса, который участвовал в этих работах.

Когда фашистская Германия напала на СССР, К. Фукс осенью 1941 г. пришел в советское посольство в Лондоне и сообщил, что принимает участие в создании ядерного оружия колоссальной мощности и хотел бы передавать имеющиеся у него материалы для СССР, так как считает неправильным, что эти работы полностью закрыты для России. С Фуксом были налажены соответствующие связи через советскую разведчицу Урсулу Кучинскую.

Вскоре по соглашению с США туда была направлена группа английских ученых (в нее был включен и Клаус Фукс) для участия в создании ядерной бомбы. В Лос-Аламосе, в центре создания ядерной бомбы по так называемому Манхэттенскому проекту, Фуксу было поручено решение физико-математических задач. Фукс проявил себя крупным уче-

ным-теоретиком, и глава теоретического отдела в Лос-Аламосе дал ему следующую характеристику: «Он один из наиболее ценных людей моего отдела. Скромный, способный, трудолюбивый, блестящий ученый, внесший большой вклад в Манхэттенский проект.»

Работая в Лос-Аламосе, К. Фукс продолжал передавать для СССР очень ценную информацию связным, находившимся в соседнем городе Санта-Фе. В частности, он передавал схему и результаты испытаний первой американской ядерной бомбы, в создании которой он принимал личное участие.

В июне 1946 г. Фукс вылетел вместе с другими английскими учеными и специалистами в Англию, где возглавил отдел теоретической физики в атомном центре в Харуэлле. Клаус Фукс участвовал в этот период в решении многих научных задач, связанных с созданием английской ядерной бомбы. И в этот период он не прерывал связи с советской разведкой и передал до 1949 г. большой объем очень важной информации. В конце 1949 г., почувствовав, что за ним наблюдают, Фукс прервал свои контакты с нашей разведкой.

Следует подчеркнуть, что Клаусу Фуксу неоднократно предлагали деньги, но он категорически отказывался их брать, поскольку передавал материалы СССР не ради денег, а по идейным соображениям.

2 февраля 1950 г. Фукс был арестован с предъявлением ему обвинений в передаче сведений о секретных атомных исследованиях. Представляя дело Фукса суду, прокурор отметил, что преступное деяние Клаус Фукс совершал «не ради денег, а в силу идейных побуждений». 1 марта 1950 г. состоялся суд, Верховный судья Англии Годдард был назначен судьей

по делу Фукса, главным обвинителем стал Генеральный прокурор Великобритании Шоукросс. Вынесенный приговор — 14 лет тюремного заключения.

8 марта 1950 г. в СССР было опубликовано заявление ТАСС:

«Агентство Рейтер сообщило о состоявшемся на днях в Лондоне судебном процессе над английским ученым-атомщиком К. Фуксом, который был приговорен за нарушение государственной тайны к 14 годам тюремного заключения. Выступивший на этом процессе в качестве обвинителя Генеральный прокурор Великобритании г-н Шоукросс заявил, будто бы «Фукс передавал атомные секреты агентам советского правительства».

ТАСС уполномочен заявить, что заявление является грубым вымыслом, так как Фукс неизвестен советскому правительству и никакие «агенты» советского правительства не имели к Фуксу никакого отношения».

Клаус Фукс, работая в Англии и США, был поражен тем, что США, создавая ядерную бомбу и привлекая к этой работе ученых Англии, Франции, Италии, Дании, держали ее в глубоком секрете от своего главного союзника по антигерманской коалиции — СССР, принявшего на себя наибольшую тяжесть в борьбе с гитлеровской Германией. Именно это повлияло на его решение передать СССР бывшие в его распоряжении секретные документы по созданию ядерной бомбы через советское посольство. Следует подчеркнуть, что Клауса Фукса не привлекли к сотрудничеству с СССР, он сам пришел в советское посольство и сам предложил передавать советской стороне материалы, касающиеся создания американской ядерной бомбы.

И теперь, по истечении многих лет, нашим современникам нужно воздать должное ученому Клаусу Фуксу за его неоценимую помощь, за проявленное им мужество. В свете сказанного заявление ТАСС от 8 марта 1950 г., в котором СССР полностью отмежевался от Клауса Фукса, не поддержав его даже морально, оставляет неприятный осадок.

Клаус Фукс — один из главных источников разведывательной информации для СССР по проблемам урана в Англии и США. О своей работе и участии в создании ядерной бомбы он сам говорит так: «Я начал заниматься, в частности, теоретическими расчетами необходимой массы плутониевого ядерного горючего и разработкой метода имплозии (взрыва, сходящегося внутрь) для перевода заряда в надкритическое состояние. Моей задачей как раз стала разработка математического аппарата, способного объяснить возникавшие в ходе экспериментальной фазы исследований колебания, нарушавшие одновременность наступления имплозивного эффекта, в результате чего запал в самом центре плутониевой бомбы взрывался слишком быстро и ядерного взрыва всей надкритической массы плутония не происходило. Этой проблемой, оказавшейся исключительно сложной как в техническом, так и в теоретическом плане, я занимался вплоть до Аламогордо (США). И, разумеется, я подробно информировал советских специалистов о том, как технически и на какой теоретической базе была решена эта задача».

Совершенно очевидно, что материалы по созданию ядерного оружия, секретные данные наша внешняя разведка получала и из других источников и от других лиц.

Многие западные ученые и специалисты понимали, что нельзя од-

ной стране иметь такое могучее оружие, и часто смотрели сквозь пальцы на возможную утечку секретной информации из их лабораторий, не принимая сами в этом никакого видимого участия. Такая утечка давала отрывочную, далеко не полную информацию, из которой все же можно было понять направление работ.

Однако никакая самая точная и скрупулезно вычерченная схема и даже подробнейшая инструкция не помогут сделать бомбу. Один из главных компонентов ядерной бомбы — плутоний особой чистоты или высокообогащенный уран. А тут даже подробнейшее описание ничего дать не может.

Получение плутония-239 и высокообогащенного урана-235 — это огромный труд, сопряженный с созданием в стране крупной, разносторонней ядерной индустрии. Индустрии, использующей много видов специального оборудования, высокоточную приборную технику, механизмы, которые надо было создавать с привлечением десятков тысяч специалистов, причем высшей квалификации: физиков и химиков, теоретиков и экспериментаторов, математиков, металлургов, механиков, строителей и многих других.

Все необходимое для ядерной промышленности нужно было создавать своими силами, своим умом, на своих материалах, за счет собственных ресурсов.

Бесспорно, что использование данных, полученных от Фукса и многих других, было возможно только в стране, имевшей развитую научную базу и мощный научно-технический потенциал. Это условие в сочетании с эффективно действовавшей системой организации, опиравшейся на партийно-государственный тоталитаризм и его репрессивный аппарат,

обеспечило СССР успех в создании ядерной бомбы.

Служба внешней разведки России справедливо заявила 4 мая 1994 г.: «Атомное, а затем и термоядерное оружие было создано в СССР в первую очередь благодаря наличию мощного научно-технического, интеллектуального потенциала. Решающий вклад внесла большая группа советских ученых... Что касается вклада разведки в создание советской атомной бомбы, то ее важная, квалифицированная работа в интересах государства играла вспомогательную роль».

*
* *

XX век дал вдохновляющие примеры взлета научных достижений. И он же оснастил государственную власть могучей силой — ядерным оружием.

Ученые и инженеры, работавшие над Манхэттенским проектом, очень торопились, опасаясь, что Германия сможет раньше США создать ядерное оружие. Для таких опасений были все основания. Ведь Германия обладала могучим научным и техническим потенциалом, да и деление ядер урана было осуществлено впервые в декабре 1938 г. именно в Германии немецкими учеными Отто Ганом и Фридрихом Штрассманом в содружестве с Лизой Мейтнер.

Но немецкая военная доктрина была основана на принципе блицкрига (молниеносной войны), и потому Гитлеру нельзя было отылекать силы на создание нового вида оружия, требовавшее нескольких лет и огромных материальных и людских ресурсов.

Многие глубоко мыслящие ученые, создавая новый мощнейший вид оружия, отлично понимали, что наличие его в одной только стране

чревато ядерными конфликтами. Они считали, что если это смертоносное оружие будет и в руках другой, но только не немецкой стороны, то каждая из них будет опасаться получения ответного удара и потому применять его не будет.

Научный руководитель Манхэттенского проекта Роберт Оппенгеймер сказал: «Хорошо, что ядерную бомбу имеет и другая сторона, я рад, что ядерная бомба не осталась секретом».

Так, собственно, и получилось. Появление ядерного оружия в СССР исключило возможность его одностороннего применения. Пока ядерное оружие было только у США, они не задумываясь применили его в Японии.

В конце 1945 г. президент США Г. Трумен заявил: «Хотим мы этого или не хотим, мы обязаны признать, что одержанная нами победа возложила на американский народ бремя ответственности за дальнейшее руководство миром...» А вот слова премьер-министра Великобритании К. Эттли после сброса ядерных бомб на Японию: «Япония должна понять, каковы будут последствия безгранично продолжительного применения этого ужасного оружия, которым располагает ныне человек для навязывания своих законов всему миру...»

В этих словах Трумена и Эттли содержится ответ тем людям в России, которые считали, а некоторые продолжают считать и сегодня, что ядерная бомба не нужна была Советскому Союзу. Созданный в нашей стране ядерный потенциал и поддержание его на современном научно-техническом уровне — гарантия мира на нашей планете.

Не следует забывать и о том, что в отличие от нашей страны страны

НАТО, включая США, не приняли обязательства не применять первыми ядерное оружие. И более того, США продолжают совершенствование своего ядерного арсенала.

Осознавая всю справедливость этих положений, нельзя не задуматься, как величайшие достижения науки и техники, полученные усилиями многих ученых, попадая в руки агрессивных политиков, становятся страшным орудием массового уничтожения людей и материальных ценностей.

В Англии раньше, чем в США, начались работы по ядерной проблеме. Но непрерывные бомбардировки вынудили английское правительство принять предложение США о совместных работах по созданию ядерной бомбы на территории США. По соглашению с США Англия в 1942 г. направила туда большую группу своих ученых и специалистов и многие материалы, в том числе и по диффузионному разделению изотопов урана.

В 1946 г. после окончания работ по Манхэттенскому проекту группа английских ученых вернулась в Англию. В 1947 г. английское правительство приняло решение о создании собственного ядерного оружия, не желая зависеть от прихотей Белого дома. И в октябре 1952 г. с борта фрегата была испытана английская ядерная бомба.

На изготовление ядерной бомбы в Англии ушло пять лет, и это при том, что английские ученые прошли весь этап работ при создании двух американских ядерных бомб и промышленность Англии мало пострадала во второй мировой войне.

Во Франции в 1956 г. Де-Голль принял решение о создании ядерного оружия. Во главе работ он поставил Жوليو-Кюри. Де-Голль говорил,

что Франции надо обеспечить себя ударной силой, которая может раз-вернуться в любой момент и где угодно. Такой ударной силой будет ядерное оружие.

В феврале 1960 г. было взорвано первое ядерное устройство на плутонии. В 1964 г. французская армия получила на вооружение ядерные бомбы.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что наличие ядерного оружия у многих высокоразвитых стран еще долгие годы будет гарантом безопасности и стабильности. И вклад России в формирование паритета ядерных сил огромен.

Заканчивая эту книгу, мы хотим еще раз подчеркнуть, что руководство ПГУ — предшественнику Минсредмаша и в первую очередь его начальнику Б. Л. Ванникову вместе с

большой группой ученых во главе с И. В. Курчатовым, удалось создать мощный научно-инженерный коллектив, непосредственно связанный с промышленными предприятиями. В истории науки и техники нашей страны нет другого примера такого единения науки, чистой теории с промышленностью.

Труд первопроходцев, освоивших внутриядерную энергию атома, их вклад в науку и технику не может быть забыт, ибо это они своей верностью Родине, своим творческим и упорным трудом обеспечили нашему народу мирную жизнь на протяжении 50 лет.

Память о них должна остаться в сердцах нашего многострадального народа на долгие годы.

В. Н. Михайлов, А. М. Петросьянц

СОДЕРЖАНИЕ

К читателю	5	разработки первой советской ядерной бомбы.	
Предисловие	6	В. Н. Михайлов,	
Атомистика и ее шаги в истории. А. М. Петросьянц	9	Е. А. Негин, Г. А. Цырков	215
Решение ядерной проблемы в 1943—1946 гг.		Подготовка полигона и испытания ядерной бомбы под Семипалатинском в Казахстане.	
А. М. Петросьянц	39	В. Н. Михайлов, Е. А. Негин, Г. А. Цырков	228
От опытного реактора Ф-1 в Лаборатории № 2 к первому промышленному ядерному реактору в Челябинске-40 — Комбинат № 817.		К истории получения высокообогащенного урана на Комбинате № 813.	
А. К. Круглов	68	А. М. Петросьянц	249
Первый радиохимический завод Комбината № 817 по выделению плутония для ядерной бомбы.		О первых в нашей стране ядерных реакторах с тяжелой водой.	
А. К. Круглов	94	А. К. Круглов	289
Завод по получению металлического плутония и деталей из него для первой плутониевой бомбы на Комбинате № 817.		Завод № 12 и его вклад в решение проблем по созданию ядерной индустрии.	
А. К. Круглов	121	К. Я. Егоров,	
Медицина всегда была рядом.		П. М. Верховых	316
А. К. Гуськова	148	Из истории Государственного союзного завода № 48 (г. Москва). А. А. Томилин,	
Создание предприятий по добыче и переработке урановых руд.		В. Н. Николаичев	333
В. И. Ветров, В. В. Кротков, В. В. Куниченко	170	Первые НИИ, КБ и проектные организации, работавшие для создания ядерной индустрии. А. К. Круглов,	
Организация филиала Лаборатории № 2 — КБ-11 и опытной базы для завершающей стадии создания ядерной бомбы в Сарове Мордовской АССР.		А. М. Петросьянц	342
В. Н. Михайлов, Е. А. Негин, Г. А. Цырков	199	Краткие биографические данные ряда основных участников советского уранового проекта в начальный период его реализации.	
Основные задачи, решаемые КБ-11 и привлеченными организациями в ходе		А. К. Круглов,	
		А. М. Петросьянц	389
		Заключение.	
		В. Н. Михайлов,	
		А. М. Петросьянц	438

АКЦИОНЕРНЫЙ БАНК КОНВЕРСИИ (КОНВЕРСБАНК А.О.)

*Регистрационный номер - 122 выдан 26.06.89 года. Категория надежности - А1.
Уставный капитал - 2,5 млрд. рублей. Баланс банка за 1992, 1993, 1994 годы проверен и
подтвержден аудиторской фирмой "Артур Андерсен".*

01.01.1995 год		01.07.1995 год	
757110 млн.руб.	- Активы	-	917167 млн.руб.
51143 млн.руб.	- Капитал	-	109594 млн.руб.
40009 млн.руб.	- Прибыль	-	60100 млн.руб.

Уважаемые Дамы и Господа!

Предлагаем Вам оптимально использовать Ваши денежные средства!

Надежность банка, проверенная 6-летней безупречной работой, - гарантия
получения Вами дохода по вложенным средствам.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ БАНКОВ МОСКВЫ

по состоянию на 1 июня 1995 года

(по данным ИНФОРМАЦИОННОГО ЦЕНТРА "РЕЙТИНГ")

ВЫСШАЯ КАТЕГОРИЯ НАДЕЖНОСТИ (группа А)

А1 Высокая группа надежности		
Альфа-банк	Межд. финан. компания	Национальный кредит
Восток-Запад	Межкомбанк	Нефтехимбанк
Еврофинанс	Межэкономсбербанк	+ Российский кредит
Конверсбанк	Мост-банк	Столич. банк сбережен.
Кредобанк	- Мытищинский комбанк	Торибанк
Лефортовский		

ВЫ МОЖЕТЕ

БЕСПЛАТНО открыть текущий счет с ежемесячным начислением процентов, в том числе и для зачисления на него заработной платы, и оформить срочный вклад как в рублях, так и в валюте, причем сам процесс открытия таких счетов предельно упрощен при полном соблюдении законов Российской Федерации.

СТАТЬ ВЛАДЕЛЬЦЕМ не только российской межбанковской карточки ЮНИОН КАРД, но и международной пластиковой карты VISA. Наличие карт позволит Вам без хлопот оплачивать товары и услуги во многих городах России, практически во всех странах за рубежом, а также получать по ним наличные российские рубли и любую валюту.

