

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АТОМНОМ КОМПЛЕКСЕ СССР В ПЕРИОД ЕГО РАСЦВЕТА

Советский Союз сумел в короткие сроки создать мощный научно-промышленный конгломерат – атомный комплекс – расцвет которого состоялся в «доперестроечные» времена. Предлагается взглянуть на эту махину в последние годы её циклопической мощи.

### Ядерное оружие

После 1945 года работы по усилению мощности ядерного оружия шли в двух основных направлениях: совершенствовались бомбы из урана и плутония и создавались новые виды ядерного оружия.

Самая первая бомба (Хиросимская) была изготовлена из урана-235. По конструкции она относилась к так называемому орудийному типу. В ней делящийся материал состоял из двух частей, расположенных в разных концах устройства, напоминающего орудийный ствол. Масса каждой из этих частей должна быть чуть больше половины критической массы. Одна из половинок является «мишенью», другая – «снарядом». Чтобы взорвать бомбу, в её «стволе» подрывают заряд обычной взрывчатки (инициатор), расположенный за половинкой-«снарядом», который таким образом выстреливается в «мишень». За счет энергии «выстрела» половинки сближаются и образуют критическую массу «ядерной взрывчатки», в которой начинает со скоростью взрыва происходить реакция деления ядер урана. В бомбе «орудийного» типа далеко не все ядра урана (или плутония) успевают испытать деление во время взрыва, так как обжатие «ядерной взрывчатки» от подрыва инициатора не получается равномерным.

Вторая бомба, сброшенная на Нагасаки, была имплозионного типа. Её конструкция несколько иная, что позволяет уменьшить вес делящегося материала, но достичь при этом большей мощности бомбы, т.к. в реакции деления успевает «поучаствовать» почти вся масса «ядерной взрывчатки».

В центр бомбы такого типа помещается полый шар из плутония, состоящий из двух половинок имеющих общую массу ниже критической. Между полушариями помещается прокладка из рифленого золота толщиной 0,1 мм. Внешний диаметр шара не превышает 80-90 мм. Внутри шара вставляется нейтронный источник, но система все равно остается подкритической, т.к. масса активного материала вместе с инициатором не превышает 763-1060 грамм. Затем всю поверхность шара окружают отражателями нейтронов, изготовленными из металлического урана. А за отражателями монтируют слой алюминия, к которому примыкают 32 заряда (смесь тротил-гексоген) с детонаторами. При синхронном подрыве зарядов плутониевый шар равномерно обжимается, его плотность переходит «критическую черту» и начинается цепная реакция – взрыв.

Мощность оружия такой конструкции можно изменять, при этом его размеры могут быть еще уменьшены за счет увеличения силы обжатия плутониевого шара. Благодаря разработке имплозионной схемы взрывного устройства ученым удалось создать компактное атомное оружие - ядерные артиллерийские снаряды [10].

Поскольку масса каждой полусферы в бомбе, основанной на делении ядер, должна быть меньше критической, мощность бомбы можно наращивать только увеличением числа зарядов (числа пар полусфер). Но этот процесс не может быть бесконечным, так как с повышением мощности растут размеры и вес бомбы, так что она может стать просто нетранспортабельной. Поэтому исследователи обратились к реакции термоядерного синтеза (известной по процессам, происходящим на Солнце), как к еще более мощному источнику энергии. По физической сути внутренних процессов водородная бомба существенно отличается от плутониевой, хотя сам термоядерный взрыв в ней инициируется обычным атомным зарядом, создающим условия для запуска термоядерной реакции. Такую бомбу, в принципе, можно сделать безразмерной.

После атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки у многих ученых совершенно отпала охота заниматься ядерным оружием, и термоядерные исследования в США до 1950 года практически не проводились. Лишь Эдвард Теллер продолжал призывать своих коллег заниматься новой бомбой и совершенствовать теорию, на которой она могла быть создана. «Помогли» ему успешные взрывы первых советских атомных бомб, давшие дополнительные аргументы для убеждения политиков в необходимости вернуть Америке военное лидерство. И все же немало усилий Теллеру пришлось приложить, чтобы 31 января 1950 года Трумэн выступил с заявлением о том, что он дал указание Комиссии по атомной энергии "... продолжить работу над всеми видами атомного оружия, включая так называемую водородную, или сверхбомбу" [11].

С 1951 года в Лос-Аламосе стали разрабатывать термоядерное устройство под названием "Майк", которое было успешно испытано 1 ноября 1952 года. Тротильный эквивалент взрыва составил 10 млн. тонн. А самый мощный взрыв в истории ядерных испытаний США состоялся 1 марта 1954 года, во время испытания термоядерного устройства под названием "Замок".

Существенным недостатком всех получаемых устройств был их большой объем, исключающий возможность транспортировки. Все время получалась этакая «стационарная» бомба, не годная к

практическому применению, поэтому работа над термоядерным устройством не прекращалась. На усовершенствование нового оружия ушло два года. Свой первый «боевой» вариант термоядерной бомбы США испытали только 21 мая 1956 года.

Из советских ученых Я.И. Френкель первым обратил внимание на то, что "представляется интересным использовать высокие - миллиардные - температуры, развивающиеся при взрыве атомной бомбы, для проведения <...> реакций (например, образования гелия из водорода) которые являются источником энергии звезд и которые могли бы еще более повысить энергию, освобождаемую при взрыве основного вещества". В 1945 году он изложил эту идею в докладной записке на имя И.В. Курчатова [11], но сам в бомбовом проекте участия не принимал.

Испытание первого советского термоядерного устройства, мощностью 400 килотонн ТНТ, состоялось 12 августа 1953 года.

Позднее было разработано «нейтронное» оружие, которое по силе проникающей радиации (возникающей во время взрыва) не уступало обычной атомной бомбе. Оно выделяет значительно меньше тепла при взрыве, создает не такую сильную ударную волну и оставляет меньше радиоактивных осадков на местности. Такая «нейтронная бомба» (на самом деле не бомба, а артиллерийский снаряд, выстреливаемый за 100 км), представляет собой тактическое оружие, рассчитанное на применение против бронетехники и живой силы на ограниченных участках сражения. Нейтронная бомба прошла испытания в США, Франции, Советском Союзе и, вероятно, в Китае [10].

Запас советского ядерного оружия рос довольно стабильно, пока не достиг пика в 1986 году на уровне 45 000 боеголовок [12]. По оценкам российских источников, всего с 1949 года было произведено около 55 000 ядерных боеголовок (из них примерно 10 000 боеголовок было снято с вооружения в период с 1949 года по 1986 год).

### **Руководители атомного комплекса**

Организацией работ во всей цепи предприятий, участвующих в создании ядерного оружия начиная от добычи урановой руды и кончая производством боеголовок, занималось МСМ - Министерство среднего машиностроения СССР. Оно несло ответственность за производство всех ядерных материалов, за обогащение урана, за промышленные реакторы, за управление ядерными отходами, а также за исследования, разработку, испытания и производство боеголовок. Как и Министерство энергетики США, МСМ отвечало и за исследования в области гражданской ядерной энергетики и за безопасную работу «мирных» АЭС, за физику высоких энергий, лазеры и другие «мирные» направления работы, включая производство оборудования для молочного хозяйства [12].

Главными руководителями ядерных программ (после Берии), с момента образования МСМ, были:

Мальшев В.А. - министр МСМ с июня 1953 г. по февраль 1955 г.

Завенягин А.П. - министр МСМ с февраля 1955 г. по 31 декабря 1956 г.

Ванников Б.Л. - и.о. министра МСМ с января по май 1957 г.

Первухин М.Г. - министр МСМ с мая по 24 июля 1957 г.

Славский Е.П. - министр МСМ с 1957 по 1963 год, председатель Государственного производственного комитета по среднему машиностроению с 1963 по 1965 г., министр МСМ с 1965 по 1986 г.

Рябев Л.Д. - министр МСМ с 1986 по 1989 г.

В середине 1989 года МСМ было преобразовано в Министерство по атомной энергии и промышленности (МАЭП) СССР. А после распада Советской страны на его базе было создано Министерство атомной энергии России (указом президента Ельцина от 28.01.1992), которое взяло на себя большую часть обязанностей своих предшественников – МСМ и МАЭП.

### **Общий обзор комплекса ядерного оружия**

В начальные годы советской ядерной программы высокообогащенный уран (ВОУ) делали в Свердловске - 44 и Свердловске - 45, а плутоний и тритий производили в «Атомграде» Челябинск - 40. Компоненты для боеголовок из расщепляющихся материалов также изготавливались в Челябинске - 40 и перевозились в Арзамас -16 для окончательной сборки. Кроме того, Арзамас - 16 был основной лабораторией по проектированию ядерного оружия.

Технологии производства оружия (обработка и подгонка зарядов из ВОУ и плутония) были разработаны в НИИ-9 (сейчас Институт неорганических материалов в Москве) - основном центре Первого главка МСМ по разработке технологий. Опытное производство урановых компонентов для боеголовок производилось в подмосковном городе Электросталь (на заводе, который производил также гидрид лития-6 для термоядерного оружия).

В последующие годы комплекс по производству оружия был значительно расширен. В начале 80-х гг. конструирование, испытания и производство боеголовок проводились уже на 13 основных площадках:

Арзамас-16 и Челябинск-70 отвечали за проектирование и научно-инженерное сопровождение боеголовок на всех этапах их срока службы. Испытания проводились на полигонах Новой Земли и вблизи Семипалатинска. Расщепляющиеся материалы изготавливались на пяти площадках: Челябинск - 40, Красноярск - 26 и Томск-7 производили плутоний; Свердловск - 44, и те же Красноярск - 26 и Томск -7 производили ВОУ. (Четвертое обогатительное предприятие - в Ангарске - не делало ВОУ). Другие ядерные материалы для оружия (литий-6 и тритий для водородных бомб) изготавливались в Новосибирске и Челябинске-40. Челябинск - 40 и Томск - 7 участвовали также в металлургической обработке расщепляющихся материалов и производстве компонентов для боеголовок [13].

Сборка боеголовок производилась уже не только в Арзамасе-16, но и в Свердловске - 45, Златоусте - 36 и Пензе - 19 [14]. Когда процесс сборки боеголовки завершался, тут же (в сборочном цехе) она поступала под контроль 12-го главного управления Министерства обороны, которое распределяло боеголовки в различные рода войск, причем со своим индивидуальным аналоговым устройством управления. Через каждые 3-6 лет боеголовки возвращались на сборочные предприятия Минатома в Арзамас - 16 и Свердловск - 45 для общей профилактики и замены тритиевого компонента [14]. В конце срока службы боеголовок (примерно через 8-10 лет), 12-й главк МО направлял их на сборочные заводы Минатома для демонтажа и переработки [14].

Эта «магистраль» по производству боеголовок обслуживалась двумя испытательными полигонами - вблизи Семипалатинска в Казахстане и на Новой Земле в России, а также многими научно-исследовательскими институтами. Например, институт им. Хлопина разработал технологию переработки боеголовок. Институт неорганических материалов - технологию обработки расщепляющихся материалов, Институт импульсной техники - инфраструктуру и оборудование для ядерных испытаний, Институт автоматики - автоматические и электронные системы для оружия.

### **Основные предприятия по исследованию, испытанию и производству ядерного оружия**

#### Конструкторские лаборатории:

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ)  
Арзамас -16 (Кремлев)  
г. Саров, Нижегородской обл.

Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики (ВНИИТФ)  
Челябинск-70 (Снежинск)  
20 км к северу от г. Касли на Урале.

#### Испытательные полигоны:

Центральный полигон Новая Земля  
Северная и Южная площадки, два острова к северу от Полярного круга.

Семипалатинский (или Казахский) полигон  
(закрыт в 1991 г. навсегда), площадки на реке Шаган, в горах Дегелен и в Конястане к югу от Семипалатинска, Казахстан.

#### Предприятия по производству (сборке) оружия:

Окончательная сборка:  
Свердловск - 45 (Лесной)  
в Нижней Туре, 200 км к северу от Екатеринбурга на Урале.

Златоуст - 36 (Трехгорный)  
в Юрюзани, 85 км к юго-западу от Златоуста, на Урале.

Арзамас - 16 (Кремлев),  
г. Саров Нижегородской обл.

#### Производство компонентов:

Пенза - 19 (Заречный)  
в Кузнецке, 115 км к востоку от Пензы.

#### Реакторы для производства плутония и/или трития:

Химический комбинат "Маяк" -

Челябинск - 65, ранее Челябинск - 40 (Озерск)  
на озере Кызыл-Таш вблизи Касли и Кыштыма, Челябинская обл.

Сибирский химический комбинат (СХК)  
Томск - 7 (Северск).

Горнохимический комбинат (ГХК)  
Красноярск - 26 (Железногорск)  
на р. Енисей в 10 км к северу от Додонова, вблизи Красноярска.

Предприятия по обогащению урана:  
Уральский электрохимический комбинат (УЭХК)  
Свердловск - 44 (Новоуральск)  
вблизи Верх-Нейвинска, около Екатеринбурга на Урале.

Сибирский химический комбинат  
Томск-7 (Северск) на р. Томь в 15 км к северо-востоку от Томска, в Сибири.

Электрохимический комбинат  
Красноярск - 45 (Зеленогорск) на р. Кан, между Красноярском и Канском, в Сибири.

Электролизный химический комбинат (АЭХК)  
в Ангарске, 30 км к северо-западу от Иркутска в Сибири.

Этих десяти закрытых городов не было ни на одной советской карте, такова была многолетняя практика засекречивания [15]. Наверное, по привычке, закрытые города и сейчас чаще называют по имени рядом расположенных открытых городов, с указанием их номера почтового отделения (например - Арзамас-16), хотя начиная с 1989 года они получили новые названия и стали открываться для посещения представителям российской прессы и иностранцам, но конкретные задачи и расположение наиболее важных площадок все еще не рассекречены. Каждая площадка охраняется специальными частями Министерства внутренних дел. Полная численность населения в этих городах составляет примерно 700 000 человек.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (Арзамас-16) в Сарове и Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики (в Челябинске-70) и в Снежинске (Урал) до сих пор являются лабораториями по проектированию оружия и называются теперь федеральными ядерными Центрами. Арзамас-16 и Челябинск-70 также имеют возможность создавать экспериментальные образцы и прототипы боеголовок.

Свердловск - 45 (со своим закрытым городом Лесным), расположенный около Нижней Туры на Урале, был и остается самым крупным заводом (из четырех) по сборке и демонтажу ядерных боеголовок.

Златоуст - 36 (закрытый город Трехгорный), находящийся в 85 км к юго-западу от Златоуста, тоже является предприятием по сборке и демонтажу боеголовок [16].

Третье предприятие – Пенза -19 (с закрытым городом Заречным) в Кузнецке (115 км к востоку от Пензы), занимается сборкой и демонтажем боеголовок.

Полигонами для испытания ядерного оружия долгое время служили Новая Земля и Семипалатинская площадка (вблизи Семипалатинска, в Казахстане). На Новой Земле были оборудованы две площадки для испытаний - северная и южная - на двух островах, расположенных к северу от полярного круга. Сейчас это единственный действующий полигон, недавно названный Центральным испытательным полигоном. Семипалатинский полигон, в свое время бывший основным, закрыт с августа 1991 года по указу Нурсултана Назарбаева, ставшего президентом независимого Казахстана.

До 1987 года в МСМ было построено 15 промышленных реакторов (не считая тяжеловодных ОК-180, ОК-190, ОК-190М, расположенных на «Маяке»), работавших на трех площадках: на химическом комбинате "Маяк" (Челябинск – 40, вблизи города Кыштым в Челябинской области); на Сибирском химическом комбинате (Томск – 7, на реке Томь, в 15 км к северо-востоку от Томска); на Горнохимическом комбинате (Красноярск – 26, на реке Енисей, в 64 км к северо-востоку от Красноярска).

Тринадцать из этих реакторов производили плутоний - пять в Челябинске-65, пять в Томске -7 и три в Красноярске-26. На двух остальных реакторах накапливали тритий (Челябинск-65).

*Для справки - В США было 14 промышленных реакторов - девять в ханфордской резервации (штат Вашингтон) и пять на заводе в Саванне Ривер (Южная Каролина). В 1964 году работали все 14 реакторов, но с середины до конца 60-х годов восемь реакторов были остановлены.*

Производство компонентов для боеголовок и обогащение урана также составляли предмет деятельности комбинатов Томска -7, Челябинска - 65 и Свердловска - 44.

Обогащение урана производилось на четырех заводах: Уральском электрохимическом заводе в Свердловске - 44 (закрытый город Новоуральск, рядом с Екатеринбург); на одном из объектов Сибхимкомбината в Томске -7 (расположен рядом с г. Томск); на Электрохимическом заводе в Красноярске - 45 (расположен между Красноярским и Каннским); и на Электролизном химическом комбинате в Ангарске (находится вблизи озера Байкал).

Считается, что до распада Советского Союза на его территории было основано 29 промышленных площадок для производства и хранения оружия [17]. Местонахождение некоторых из них до сих пор держится в секрете.

### **Лаборатории по конструированию ядерных боеголовок**

С 1943 года по 1946 год основным центром исследований по атомной бомбе была Лаборатория №2 в Москве (впоследствии ЛИПАН, затем Институт атомной энергии имени Курчатова, а теперь Российский научный центр). Здесь был сооружен и введен в действие первый советский атомный реактор Ф-1 ("Физика-1"), который вместе с имевшимся там же циклотроном использовался для физических экспериментов, связанных с исследованиями оружия на основе процессов деления и синтеза атомных ядер [18]. Но уже с начала 60-х годов 20-го века тематика разработок Курчатова института была изменена в пользу гражданской ядерной энергетики и общей теории атомного ядра. Исследования по ядерному оружию перешли на другие предприятия, но примерно пять процентов из 3000 сотрудников Курчатова института продолжали работать на военные программы [19]. После смерти Курчатова в 1960 году его преемником, в качестве директора института, стал академик А.П. Александров. С 1975 г. по октябрь 1986 г. трижды Герой Соцтруда Александров совмещал должность директора с президентством в Академии наук СССР.

### **Арзамас-16**

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ) - старейший из двух существующих сегодня центров по конструированию ядерного оружия был основан по постановлению Правительства в апреле 1946 года. Одним из его первых наименований было КБ-11. Немногим позднее закрытый город с этим центром назвали Кремлёв, а затем Арзамас-75. Это число соответствовало количеству километров до старинного города Арзамаса. Впрочем, потом кому-то показалось, что эта цифра частично раскрывает местоположение института и цифру 75 заменили на 16 [20]. В другой ссылке говорится, что Арзамас-16 сначала назывался «военным объектом N», а уже потом «Кремлевским городком» [21]. Номера почтовых ящиков менялись, как погода ранней весной (№№ 49, 51, 214, 975), чтобы запутать потенциальных противников, смежников и сохранить территориальную анонимность объекта для все знающих местных жителей [22].

До развала Советского Союза Арзамас-16 формально назывался Всесоюзным научно-исследовательским институтом экспериментальной физики. Неофициально его называли "Харитоновским институтом", по имени академика Юлия Борисовича Харитона, который был научным директором со дня создания института до своей отставки в 1992 году.

Место для секретного объекта было выбрано Ю.Б. Харитоновым и генералом П.М. Зерновым, который был назначен руководителем института. Оно находилось на расстоянии 400 км от Москвы (условие по такому удалению от столицы наложил Сталин). Это было покрытое лесом пространство, в котором можно легко "спрятать" институт, а бывший там небольшой завод по выпуску снарядов для "Катюш" мог стать ему чем-то вроде механической базы [23]. Кроме того, площадка была уже огорожена и охранялась. Расположена она на землях бывшего Саровского монастыря (разрушенного в 1937 году) в Горьковской (сейчас Нижегородской) области [24].

### **Предприятия по производству ядерного оружия**

Первая советская атомная бомба была сконструирована и собрана в Арзамасе -16. Плутониевый заряд для неё изготовили в Челябинске - 65. Выше было рассказано, как это устройство взрывали 29 августа 1949 года на Семипалатинском полигоне. В дальнейшие годы в Челябинске-65 продолжали изготавливать компоненты для бомб из плутония и ВОУ, а в Арзамасе-16 продолжали осуществлять сборку боеголовок.

По мере того как рос запас ядерных зарядов, в СССР создавались все новые предприятия для получения специализированных компонентов и для крупномасштабной заключительной сборки. Производство компонентов сделанных из плутония, ВОУ или их смеси было освоено на заводе № 20 комплекса Челябинск - 40 (теперь 65) и на аналогичном комплексе в Томске - 7. Производство урановых компонентов спешно наладили в Свердловске- 44. Тритиевые компоненты стали изготавливать и заполнять в Челябинске - 65.

Еще были построены Пенза - 19 и ее закрытый город Заречный, которые находятся в 115 км к востоку от Пензы.

Окончательную сборку боеголовок стали вести в трех местах: Свердловске - 45, Арзамасе - 16 и Златоусте - 36. Заключительный монтаж "физических сборок" производился (и производится) в Свердловске - 45 и Арзамасе - 16. Два этих комплекса отвечают также за профилактику ядерного арсенала, включая обновление трития и усовершенствование боеголовок.

Свердловск - 45 (с закрытым городом Лесным, имеющим население в 54700 человек), является «очень большим заводом» [25] в Нижней Туре, на восточном склоне Урала в 200 км к северу от Екатеринбурга. Он был одной из крупнейших площадок для создания и хранения оружия в бывшем Советском Союзе. В его комплекс входят несколько отдельных заводов: завод Электрохимприбор, Уральский электромеханический завод и Нижнетурский машиностроительный завод - все они сейчас подчинены шестому главку Минатома России. Окончательная сборка «изделий» происходит на заводе "Электрохимприбор".

На площадке Арзамаса - 16 расположен завод для окончательной сборки зарядов, который носит название электромеханического завода "Авангард".

Златоуст - 36 и закрытый город Трехгорный (население 29800 человек) находятся в Юрюзани на расстоянии 85 км к юго-западу от Златоуста в Челябинской области (Урал), в 110 км к западу от Челябинска.

В Златоусте - 36 происходит установка боеголовок на последнюю ступень баллистических ракет. Полная производительность (монтаж и демонтаж боеголовок) четырёх сборочных заводов – Свердловска - 45, Златоуста - 36, Пензы - 19 и Арзамаса - 16 составляет около 7000 боеголовок в год [26].

В подчинении МСМ, а сейчас у Минатома, были и есть другие промышленные заводы и институты, которые изготавливают компоненты для ядерных боеголовок и оборудование, используемое в производстве материалов для ядерного оружия. Эти институты используются и как исследовательские организации. Например, НИИ импульсной технологии на окраине Москвы отвечает за разработку диагностического оборудования, применяемого при испытаниях ядерного оружия. Всероссийский исследовательский институт автоматики (с отделением в Пензе - 19) - это институт Минатома, который разрабатывает и производит электронные компоненты для боеголовок. Он изготавливает также коммерческие импульсные нейтронные генераторы и портативные рентгеновские приборы. Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов имени А.А. Бочвара (ВНИИНМ), основанный в 1945 г. в Москве, до сих пор является основным исследовательским центром в области технологий ядерного топливного цикла и обработки расщепляющихся материалов.

### **Производство расщепляющихся материалов**

СССР имел примерно 140 тонн плутония оружейного качества в составе оружия, когда в 1986 году его количество достигло максимума – 45 000 боеголовок [27]. Запас советского трития (для водородных бомб), выросший к 1986 году примерно до 90 кг, мог быть получен при имевшейся на то время производительности тяжеловодных и легководных промышленных реакторов без привлечения графитовых промышленных реакторов, занятых производством плутония. Специалистами признано, что неопределенность этих оценок не превышает 10 процентов [12].

Соединенные Штаты произвели почти 1000 тонн ВОУ (с содержанием U-235 свыше 20%). Из этого количества более 500 тонн ВОУ оружейного качества (93% U-235) было изготовлено для военного арсенала, который достиг устойчивого максимума (около 32 000 боеголовок) в 1967 году. Если потребности Советского Союза в высокообогащенном уране (в расчете на одну боеголовку) были сравнимы с американскими, то используя общее число зарядов - 45 000 боеголовок, можно определить полный объем советского ВОУ. На 1986 год это будет порядка 700 тонн, с обогащением 93% по U-235.

Схема производства материалов для ядерного оружия, созданная Советским Союзом, практически мало отличалась от американской. Каждая сторона начинала с сооружения промышленных реакторов (на тепловых нейтронах, с топливом из естественного урана и с замедлителем из графита) для производства плутония, а также с разработки технологии газовой диффузии для обогащения урана. Позднее Россия дополнительно стала использовать тяжеловодные реакторы (а начиная с 80-х годов - легководные реакторы) для производства трития и технологию газовых центрифуг для обогащения урана.

Два легководных реактора в Челябинске - 65 использовались для производства специальных изотопов, включая тритий [28].

### **Работа с радиоактивными отходами (РАО)**

В СССР была принята такая классификация жидких радиоактивных отходов [12]:

- низкий уровень - менее 0,1 Ки/л (кюри на литр);
- умеренный (промежуточный) уровень - более 0,1 Ки/л, но менее 1,0 Ки/л;
- высокий уровень – свыше 1,0 Ки/л.

Твердые отходы классифицировались следующим образом:

- низкий уровень - менее 0,3 миллирентген/час;
- умеренный (промежуточный) уровень - от 0,3 до 10 миллирентген/час;

- высокий уровень - свыше 10 миллирентген/час (измерения должны проводиться в 10 см от поверхности).

В 1994 году, по сведениям Госатомнадзора, полное количество радиоактивных отходов, накопленных в России при производстве и разделении ядерных материалов, составляло около 2,8 миллиардов Ки (при объеме, равном примерно 610 миллионам м<sup>3</sup>). Эти радиоактивные отходы сконцентрированы, в основном, в Челябинске - 65, Красноярске - 26 и Томске -7 [29]. Хотя и неясно, какие составляющие входят туда, сообщаемая активность, скорее всего, измеряется по Sr-90, Cs-137 и продуктам их распада (Y-90 и Ba-137m). Используя это предположение можно оценить, что до 1994 года всего было накоплено РАО с общей активностью 3,4 миллиарда Ки, из числа которых (с учетом реакции естественного распада) на сегодня осталось 2,4 миллиарда Ки.

На первой площадке для производства плутония (в Челябинске – 65), где работы начались еще в конце 1948 года, жидкие радиоактивные отходы с высоким уровнем активности сливались прямо в реку Течу. После обнаружения на местности масштабного радиоактивного загрязнения и серьезных радиационных заболеваний среди людей, проживающих ниже по течению реки, жидкие отходы стали отводить в близлежащее озеро Карачай. Осаждение твердого радиоактивного шлама из жидкого раствора и накопление этих отходов в баках было начато в Челябинске - 65 лишь в 1953 году. Такая же практика - накопление в баках шламовой фракции и сброс жидкой фракции в открытые резервуары - была вначале использована и в Томске - 7, где в 1956 г. наладили химическое выделение плутония. Но и эта технология хранения РАО оказалась небезопасной. В 1957 году в Челябинске - 65 взорвался бак, служащий хранилищем для РАО, что привело к серьезному радиоактивному загрязнению почвы на большой территории.

После аварии 1957 года и загрязнения местности от накопления жидких отходов (в открытых бассейнах и естественных водоемах), в Томске и Челябинске стали изучать возможность закачки жидких радиоактивных отходов под землю [30]. Закачка жидких РАО в глубокие скважины началась в Томске-7 (1963 г.), и позднее была применена в Красноярске-26 (1967 г.) примерно через три года после пуска завода по химическому выделению плутония. На площадке Челябинск–65 геологические условия не позволили проводить закачку РАО в глубокие скважины.

Сначала закачка жидких отходов под землю рассматривалась как временная мера, вынужденно примененная до разработки технологии осаждения солей из радиоактивных отходов. Однако из-за встречи со значительными трудностями при отработке технологии затвердевания жидких РАО, закачка в глубокие скважины продолжается и по сей день. Это делается в Томске-7, Красноярске - 65, а также во Всероссийском институте атомных реакторов (НИИ АР) в городе Димитровграде [31]. Благодаря этой практике около половины всех радиоактивных отходов, химически выделенных из отработанного топлива, было закачено под землю.

В результате длительной (исчисляемой десятилетиями) работы реакторов и других установок, спроектированных и построенных в период с недостаточным опытом работы на радиационно-опасных предприятиях, их территории оказались очень сильно загрязнены радиоактивностью. В Челябинске - 65 и Томске -7 высокорadioактивный фильтрат до сих пор продолжают сбрасывать в открытые водоемы. В случае наводнений, землетрясений, засух с сильным ветром и других аналогичных явлений, это может привести к выносу радиоактивной пыли и загрязнению больших территорий. Недаром, по утверждению Госатомнадзора, ни одна из этих площадок до сих пор не имеет документального подтверждения своей ядерной безопасности [32].

На дне открытых водоемов, применяемых для хранения РАО в Челябинске - 65 и Томске -7, илстые массы содержат более 10 кг плутония; ещё десятки кг этого высокотоксичного продукта были закачаны в скважины Томска -7 и Красноярска - 26 [32].

### **Облучение персонала**

Облучение персонала атомных объектов с самого начала их работы было значительным. Можно показать это всего на одном, но типовом примере - в 1990 году Некипелов и др. впервые опубликовали результаты анализа доз радиации, полученной персоналом первого реактора (реактора А) и первого завода химического разделения (завода Б) в Челябинске - 40 [33]. Распределение доз, полученных персоналом на этих двух установках, показано ниже.

В период с 1948 по 1958 год персонал реакторов радиохимического завода (завод Б) и металлургического плутониевого завода (завод Ц) трудился в исключительно плохих условиях радиационного облучения. В эти годы суровое наказание за срыв плана производства плутония следовало незамедлительно, без оглядки на прежние заслуги [34], а за переоблучение персонала «голову не снимали».

Условия работы были очень опасными. Плутоний из массы сопровождавших его примесей выскабливали вручную [35]. Вследствие большой площади поверхности технологических аппаратов, клапанов и трубопроводов, плутоний оседал на их стенках и «пропадал» из учета. Агрессивные растворы вызывали коррозию оборудования, нарушая его герметичность. Ремонтники, эксплуатационники, лаборанты,

сотрудники аналитических и прочих служб практически постоянно работали в аварийном режиме, получая недопустимо высокие дозы облучения. Практически 100% рабочих имели годовые дозы облучения выше 25 бэр.

В начальный период работы предприятия отсутствовали обоснованные данные о величине минимальных критических масс плутония (в водных растворах). Поэтому практически невозможно было указать персоналу величину предельно допустимого количества плутония в отдельных видах оборудования, чтобы обеспечить ядерную безопасность [35]. Из-за этого с 1953 года, когда уже научились получать продукт с высокой степенью обогащения плутонием, на заводе Б периодически стали случаться инциденты с образованием самоподдерживающейся цепной реакции деления ядер, а на заводе Ц такие аварии были очень частыми [34].

Производство плутония обладало высшим приоритетом, чем сохранение здоровья работников, поэтому многие работники получили дозы облучения превышающие ведомственные уровни, установленные Министерством среднего машиностроения. Диагноз связанной с производственной деятельностью лучевой болезни был поставлен 2089 работникам, а 6000 работников получили дозы, превышающие 100 бэр [34]. Согласно опубликованным данным, у 17245 человек полученная годовая доза превысила допустимый уровень в 25 бэр, установленный в 1952 году [34].

Особенно высоким уровнем внешнего облучения отличались 1948 - 1952 годы. На реакторе А максимальная средняя доза внешнего облучения в 93,6 бэр отмечалась в 1949 году (первый год непрерывной работы реактора), а на заводе химического разделения Б она достигла максимума в 113,3 бэр в 1951 году. В 1948 - 1951 годах соответственно 0,5 и 1,8 процента работников реактора А, и завода химического разделения получили годовые дозы облучения более 400 бэр (или в 80 раз больше современного допустимого уровня облучения работника).

В период 1948 - 1955 года средняя общая доза облучения работников механической и энергетической служб и центрального реакторного зала превышала 200 бэр, в то время как для работников дозиметрической службы и службы обслуживания приборов она составляла, соответственно, 108 и 129 бэр [36].

**Число заболевших было столь велико, что только за первые пять лет на основном производстве вынуждены были заменить 20 тысяч человек** (см. Н.Г. Мормуль, статья «Тотальная ложь»).

Радиационное облучение персонала в Челябинске-45  
(распределение работников по полученной дозе) \*

	Установка А					Установка Б				
	Процент работников				Сред. доза (бэр)	Процент работников				Сред. доза (бэр)
	<25	25-100	100-400	>400		<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	26,9	66,2	6,9	-	48,0
1950	52,2	47,2	0,6	-	30,7	21,5	42,0	36,0	0,5	94,0
1951	74,9	25,1	-	-	18,1	13,8	41,6	42,8	1,8	113,3
1952	83,9	16,1	-	-	14,9	21,8	57,0	21,2	-	66,0
	Процент работников				Сред. доза (бэр)	Процент работников				Сред. доза (бэр)
	<10	10-25	25-100	>100		<10	10-25	25-100	>100	
1953	37,8	41,5	18,4	2,3	19,6	25,3	25,4	47,3	2,0	30,7
1954	64,0	33,0	3,0	-	8,9	34,7	36,1	29,1	0,1	20,0
1955	61,8	33,7	4,5	-	9,5	29,8	36,7	33,2	0,3	21,3
1956	92,3	6,4	0,6	0,7	5,1	45,0	31,9	23,1	-	16,2
1957	98,1	1,9	-	-	4,2	37,5	36,9	25,5	0,1	17,5
1958	95,3	4,7	-	-	4,4	59,6	31,3	9,1	-	10,8
1959	99,7	0,3	-	-	3,3	75,7	21,1	3,2	-	14,7
	Процент работников			Сред. доза (бэр)	Процент работников			Сред. доза (бэр)		
	<2,5	2,5-5,0	>5		<2,5	2,5-5,0	>5			



1960	57,5	29,3	13,2		2,7	14,2	25,8	60,0		15,2
1961	73,9	22,4	3,7		2,0	13,8	49,1	37,1		11,0
1962	65,0	31,4	4,0		2,3	16,6	32,5	50,9		7,6
1963	64,3	29,8	5,9		2,4	41,4	37,3	21,3		3,8
1964	55,7	27,8	16,5		3,0	66,4	29,3	4,3		4,1
1965	24,5	49,1	26,4		4,0	67,0	31,4	1,6		2,1
1966	25,5	52,4	22,1		1,7	56,7	41,3	2,0		2,4
1967	45,5	41,4	13,1		1,3	76,7	23,2	0,1		1,8
1968	55,0	38,7	6,3		1,1	76,3	23,7	-		1,8
1969	56,2	39,5	4,3		1,0	91,9	8,1	-		1,4
1970	36,9	49,7	13,4		1,4	85,6	14,4	-		1,6
1971	25,7	36,5	37,8		1,3	95,1	4,9	-		1,4
1972	69,7	26,8	3,5		1,1	97,9	2,1	-		1,3
1973	45,5	44,8	9,7		1,0	97,4	2,6	-		1,3
1974	95,1	4,9	-		1,0	98,9	1,1	-		0,6
* Б.В. Некипелов, А. Ф. Лизлов, Н.А. Кошурникова, "Опыт работ с первыми советскими ядерными установками". Журнал «Природа», февраль 1990 г., стр. 1.										

*Примечание: Согласно «Общим санитарным нормам и правилам» охраны здоровья работающих на объектах Комбината № 817, при шестичасовой рабочей смене дневная доза внешнего облучения не должна превышать [12]:*

*1948 год - 0,1 бэра за 6 часов, (около 30 бэр за год).*

*1952 год: допускалось получение 0,05 бэра за 6 часов (около 15 бэр в год) и аварийное (однократное) облучение не превышающее 25 бэр за время, не меньшее 15 минут.*

*1954 год - отдельные работники могли получать дозы до 100 бэр, при условии последующего перевода на работу, не связанную с радиоактивным облучением.*

*1955 год - человек переводится на работу не связанную с радиоактивным облучением на 6 месяцев, если полученная им суммарная доза превышала 45 бэр за последний год, или 75 бэр за последние два года.*

*1960 год - допускается получение 0,1 бэра в неделю; 5 бэр в год для работников в возрасте до 30 лет, и 12 бэр в год для работников в возрасте 30 лет и старше.*

*1970 год - предел дозы для всех - 5 бэр в год.*

Итак, за первые десять лет эксплуатации суммарная средняя доза внешнего гамма-облучения для работавших на реакторе А составила 226 бэр, а на заводе химического разделения - 438 бэр. Предполагая степень риска в 0,0006 смертных случая на человеко-бэр [37], вычислим риск смерти (от рака) гипотетического работника, получавшего такую среднюю дозу облучения в течение 10 лет. Он составит 14 процентов для работника реактора А, и 26 процентов для работника завода химического разделения. Реальные цифры по болезням и ранней смертности в закрытых городах не только подтвердили эти прогнозы, но и превзошли их. Но об этом чуть позже.