

Акционерное общество  
«Российский концерн по производству электрической  
и тепловой энергии на атомных станциях»

(АО «Концерн Росэнергоатом»)

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель Генерального директора -  
директор по специальным проектам и  
инициативам  
АО «Концерн Росэнергоатом»

\_\_\_\_\_  
П.Л. Ипатов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель Генерального директора -  
директор по производству и  
эксплуатации АЭС  
АО «Концерн Росэнергоатом»

\_\_\_\_\_  
А.А. Дементьев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ПРОГРАММА  
ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
БЛОКА №1 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС**

✓ ПРГ 1.2.2.15.004.146 - 2020  
от 23.10.2020

Заместитель Генерального директора -  
директор филиала АО «Концерн  
Росэнергоатом» «Белоярская атомная  
станция»

\_\_\_\_\_  
И.И. Сидоров

Заместитель директора ВНИИАЭС-НТП,  
директор отделения РБ, РАО и ОЯТ,  
вывода из эксплуатации

\_\_\_\_\_  
Е.А. Иванов

Заместитель директора по производству и  
эксплуатации АЭС - директор  
Департамента инженерной поддержки  
АО «Концерн Росэнергоатом»

\_\_\_\_\_  
Ю.П. Тетерин

Директор Технологического филиала  
АО «Концерн Росэнергоатом»

\_\_\_\_\_  
С.А. Карпутов

2020

## Лист согласования

**От АО «Концерн Росэнергоатом»**

Заместитель директора  
Департамента инженерной поддержки

М.Р. Стахив

Главный технолог  
Департамента инженерной поддержки

С.А. Немытов

Начальник отдела управления выводом  
из эксплуатации АЭС

Н.Н. Сафронова

**От Технологического филиала АО «Концерн Росэнергоатом»**

Начальник отдела ВЭОЯТ

К.А. Горелов

Главный специалист отдела ВЭОЯТ,  
нормоконтролер

Э.С. Лепилин

**От филиала АО «Концерн Росэнергоатом»****«Белоярская атомная станция»**

Главный инженер

Ю.В. Носов

Заместитель главного инженера по  
эксплуатации 1 очереди

С.А. Мокшин

Заместитель директора по капитальному  
строительству – начальник управления  
капитального строительства

В.А. Быков

и.о. Заместитель по радиационной защите  
главного инженера

А.В. Ладейщиков

**От АО «ВНИИАЭС»**

Руководитель Департамента вывода из  
эксплуатации атомных электростанций

И.И. Корнеев

**Лист разработчика**

**От АО «РАОПРОЕКТ»**

Технический директор



Б.М. Касьянов

Исполнительный директор подразделения  
АО «РАОПРОЕКТ» в Санкт-Петербурге



С.В. Грицай

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СОКРАЩЕНИЯ.....</b>	<b>6</b>
<b>1 ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Основание для разработки Программы .....	8
1.2 Описание варианта вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС.	9
1.3 Цели Программы.....	14
1.4 Перечень основных нормативных документов, использованных при разработке Программы.....	14
1.5 Структура организации и управления выводом из эксплуатации блока	19
<b>2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>23</b>
2.1 Общие сведения о Белоярской АЭС .....	23
2.2 Основные характеристики 1-й очереди Белоярской АЭС .....	24
2.2.1 Главный корпус.....	28
2.2.2 Дизель-генераторная и компрессорная станция.....	66
2.2.3 Здание спецводоочистки .....	67
2.2.4 Хранилище жидких радиоактивных отходов (ХЖО) .....	69
2.2.5 Хранилище твердых отходов ХСО-1.....	79
2.2.6 Газгольдерная локализации аварий .....	84
2.2.7 Эстакада (переход) СВО-ХЖО .....	89
2.3 Характеристики района размещения Белоярской АЭС .....	90
2.3.1 Описание расположения площадки.....	90
2.3.2 Метеорологические условия района .....	92
2.3.3 Инженерно-геологические условия размещения площадки, сейсмичность.	93
2.3.4 Гидрогеологические условия района размещения площадки .....	95
2.3.5 Радиационное состояние площадки.....	97
2.3.6 Мониторинг компонентов окружающей среды.....	98
2.4 Источники информации, использованные при разработке Программы ..	99
<b>3 ПОДГОТОВКА К ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПОДДЕРЖАНИЕ В БЕЗОПАСНОМ СОСТОЯНИИ ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС .....</b>	<b>105</b>
3.1 Планирование работ и организационно-технические мероприятия на этапе подготовки к выводу из эксплуатации первой очереди БЕЛАЭС .....	105
3.1.1 Основные выполненные работы по подготовке к выводу из эксплуатации	105
3.1.2 Организационно-технические мероприятия и работы на этапе подготовки к выводу из эксплуатации .....	109
3.2 Информационная система по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС .....	117
3.3 Изменение условий эксплуатации после окончательного останова блока №1 .....	119
3.4 Обращение с отработавшим ядерным топливом .....	120
3.5 Удаление рабочих сред из реакторной установки и связанных с ней систем.....	126
3.6 Дезактивация оборудования, систем, строительных конструкций, помещений и зданий Белоярской АЭС .....	126

<b>3.7</b>	<b>Обращение с эксплуатационными радиоактивными отходами 1-й очереди Белоярской АЭС .....</b>	<b>128</b>
3.7.1	Обращение с жидкими радиоактивными отходами .....	128
3.7.2	Обращение с твердыми радиоактивными отходами.....	129
3.7.3	Обращение с газообразными радиоактивными отходами .....	131
3.7.4	Обращение с продуктами, содержащими фрагменты (просыпи) ОЯТ... ..	132
<b>3.8</b>	<b>Перечни систем и оборудования для подготовки и осуществления вывода из эксплуатации первой очереди .....</b>	<b>133</b>
<b>3.9</b>	<b>Обеспечение радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды .....</b>	<b>140</b>
<b>3.10</b>	<b>Обучение и подготовка работников (персонала) для вывода из эксплуатации.....</b>	<b>143</b>
<b>3.11</b>	<b>Подготовка документации для вывода из эксплуатации .....</b>	<b>144</b>
<b>4</b>	<b>ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ 1-Й ОЧЕРЕДИ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС .....</b>	<b>147</b>
4.1	Работы и организационно-технические мероприятия на этапе вывода из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС .....	147
4.2	Подпрограмма обращения с РАО при выводе из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС .....	149
4.3	Подпрограмма работ по дезактивации оборудования, систем и строительных конструкций .....	156
4.4	Подпрограмма производства демонтажных работ.....	162
4.4.1	Демонтаж крупногабаритного оборудования.....	165
4.4.2	Демонтаж малогабаритного оборудования .....	166
4.4.3	Демонтаж зданий, сооружений и реабилитация территории.....	167
4.5	Подпрограмма работ по обращению с материалами повторного использования.....	170
4.6	Подпрограмма работ по ликвидации последствий возможных аварий .	171
4.7	Подпрограмма работ по радиационному и дозиметрическому контролю	175
4.7.1	Радиационный и дозиметрический контроль .....	175
4.7.2	Производственный экологический контроль .....	177
4.8	Подпрограмма работ по физической защите.....	178
4.9	Подпрограмма по обеспечению пожарной безопасности .....	179
4.10	Оценка затрат на вывод из эксплуатации .....	183
4.11	Финансовое обеспечение работ по выводу из эксплуатации.....	184

## СОКРАЩЕНИЯ

АО – акционерное общество;  
АЗ – активная зона;  
АКС – азотно-кислородная станция;  
АМБ-100 – «Атом Мирный Большой» электрической мощностью 100 МВт;  
АО – аппаратное отделение;  
АЭС – атомная электрическая станция;  
БВ – бассейн выдержки;  
ББЗ – бак биологической защиты;  
БКЩВ – бак кислых и щелочных вод;  
БНС – береговая насосная станция;  
БЩУ – блочный щит управления;  
ВАО – высокоактивные отходы;  
ВЛВП – верхний лист верхней плиты;  
ГЛА – газгольдерная локализации аварий;  
ГК – главный корпус;  
ГЩУ – главный щит управления;  
ДЖН – долгоживущие радионуклиды;  
ДЖО – доупариватель жидких отходов;  
ДК – дозиметрический контроль;  
ДО – деаэрационное отделение;  
ДГС – дизель-генераторная и компрессорная станция;  
ЖРО – жидкие радиоактивные отходы;  
ЗВЗ – зона возможного загрязнения;  
ЗКД – зона контролируемого доступа;  
ЗСД – зона свободного доступа;  
ИРГ – инертные радиоактивные газы;  
ИСВЭ – информационная система вывода из эксплуатации;  
КИРО – комплексное инженерное и радиационное обследование;  
КИП – контрольно-измерительные приборы;  
КП ЖРО – комплекс переработки жидких радиоактивных отходов;  
КРУ – комплектное распределительное устройство;  
МДГК – монжус дренажа горячей камеры;  
МДКА – монжус дренажа кладок аппарата;  
МО (МЗ) – машинное отделение (зал);  
МТВ – монжус трапных вод;  
МЭД – мощность эквивалентной дозы;  
НАО – низкоактивные отходы;  
НП – нижняя плита реактора;  
ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду;  
ОНАО – очень низкоактивные отходы;  
ОНРАО – очень низкоактивные радиоактивные отходы;  
ООБ – отчет по обоснованию безопасности;

ОРУ – открытое распределительное устройство;  
ОСПП – здание очистных сооружений промплощадки  
ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка;  
ОЯТ – отработавшее ядерное топливо;  
ПДВ – предельно-допустимый выброс;  
ПДС – предельно-допустимый сброс;  
ПЗРО – пункт захоронения радиоактивных отходов;  
ПЛК – промышленно-ливневая канализация;  
ППТ – пристройка постоянного торца;  
ПУГР – промышленный уран-графитовый реактор;  
РВ – радиоактивные вещества;  
РВХИ – резервуары временного хранения ила;  
РАО – радиоактивные отходы;  
РБГ – радиоактивные благородные газы;  
РК – радиационный контроль;  
РП – реакторное пространство;  
РУ – реакторная установка;  
СВО – спецводоочистка;  
СДКР – система дренажа кладки реактора;  
СЗЗ – санитарно-защитная зона;  
СКРП – система контроля реакторного пространства;  
СРК – система радиационного контроля;  
СУЗ – система управления и защиты;  
ТВС – тепловыделяющая сборка;  
ТГ – турбогенератор;  
ТК – технологический канал;  
ТМХ – трансформаторно-масляное хозяйство;  
ТРО – твердые радиоактивные отходы;  
ТШ – технологическая шахта;  
ХВО – химводоочистка;  
ХЖО – хранилище жидких отходов;  
ХОК – хранилище отработавших кассет;  
ХСО – хранилище сухих отходов;  
ХФК – хозфекальная канализация;  
ХТРО – хранилище твердых радиоактивных отходов;  
ЦЗ – центральный (реакторный) зал;  
ЦВД – цилиндр высокого давления;  
ЦНД – цилиндр низкого давления;  
ЯМ – ядерные материалы.



## **1 Введение**

### **1.1 Основание для разработки Программы**

20 февраля 2019 года Ростехнадзором была выдана лицензия № ГН-03-101-3617 на эксплуатацию ядерной установки энергоблока №1 Белоярской АЭС до 20 февраля 2029 года.

Приказом АО «Концерн Росэнергоатом» от 02.10.2019 № 9/1386-П введен в действие «План мероприятий по подготовке к выводу из эксплуатации и получению лицензии на вывод из эксплуатации энергоблоков № 1, 2 Белоярской АЭС» № ПЛ 1.2.2.01.003.027-2019.

В целях актуализации перечня организационных и технических мероприятий по подготовке и выводу из эксплуатации блока №1 и 1-й очереди БЕЛАЭС в целом Программа вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС должна быть пересмотрена.

Пересмотр Программы выполняется в соответствии с требованиями и положениями следующих документов:

- НП-012-16 «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции»;
- НП-091-14 «Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения»;
- РБ-013-2000 «Требования к содержанию программы вывода из эксплуатации блока атомной станции»;
- СТО 1.1.1.03.005.1730-2020 «Подготовка и вывод из эксплуатации блока атомной станции. Основные положения»;
- Концепция вывода из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения (приложение к приказу Госкорпорации «Росатом» от 15.07.2014 № 1/645-П);



– Концепция подготовки и вывода из эксплуатации блоков атомных станций АО «Концерн Росэнергоатом», утвержденная Генеральным директором АО «Концерн Росэнергоатом» в 2017 г., № КЦП 1.2.2.04.1240-2017.

Настоящая Программа после ее утверждения в установленном порядке отменяет действие «Программы вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС» № БЕЛАЭС1ПРГ-63-к(5.2)-2016/01-дсп (приложение №1 к приказу АО «Концерн Росэнергоатом» от 01.12.2017 № 9/71-П-ДСП).

## **1.2 Описание варианта вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС**

В качестве варианта вывода из эксплуатации блока №1 и 1-й очереди БЕЛАЭС в целом выбран вариант «Немедленная ликвидация» после вывоза ОЯТ и удаления ядерных материалов, как наиболее безопасный и экономически оправданный.

Вышеуказанный вариант выбран на основании технико-экономической оценки вариантов вывода из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС, проведенной по заказу Госкорпорации «Росатом» в рамках Государственного контракта Д.4ш.21.04.09.1269 от 13.08.2009 по теме «Подготовка к выводу и вывод из эксплуатации 1-го и 2-го блоков Белоярской АЭС (г. Заречный, Свердловская область)». Результаты оценки вариантов представлены в «Локальной объектовой концепции вывода из эксплуатации 1 и 2 энергоблоков Белоярской АЭС» (3 –я редакция).

Согласно требованиям НП-012-16 вариант вывода из эксплуатации «ликвидация блока АЭС» предусматривает дезактивацию загрязненных радионуклидами зданий, сооружений, систем и элементов блока АЭС до приемлемого уровня в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности и (или) их демонтаж, обращение с образующимися РАО и другими опасными отходами, а также подготовку площадки выводимого из эксплуатации блока АЭС для дальнейшего ограниченного или неограниченного использования.

Конечным состоянием вывода из эксплуатации блоков № 1,2 является состояние, при котором главный корпус и другие здания и сооружения 1-й очереди на

площадке Белоярской АЭС, не задействованные для вывода из эксплуатации блока №3, не являются радиационно-опасными объектами, с них удалены все радиоактивные конструкции и РАО. Решением органов, уполномоченных осуществлять государственный экологический, технологический, атомный и санитарно-эпидемиологический надзор, эти здания и сооружения выводятся из-под действия санитарных правил и освобождаются от радиационного контроля (прекращается действие лицензий на вывод из эксплуатации блоков № 1,2).

Перечни объектов (зданий и сооружений или их частей), подлежащих демонтажу (сносу) или предназначенных для дальнейшего использования после окончания работ по выводу из эксплуатации блоков № 1,2, определяются на основании решения Эксплуатирующей организации о демонтаже или дальнейшем использовании объектов, включая определение обязательств по их дальнейшей эксплуатации. Перечни объектов блоков № 1,2, подлежащих демонтажу (сносу) или предназначенных для дальнейшего использования, уточняются при разработке проекта ВЭ.

Основные этапы жизненного цикла 1-й очереди Белоярской АЭС представлены на рисунке 1.2.1.

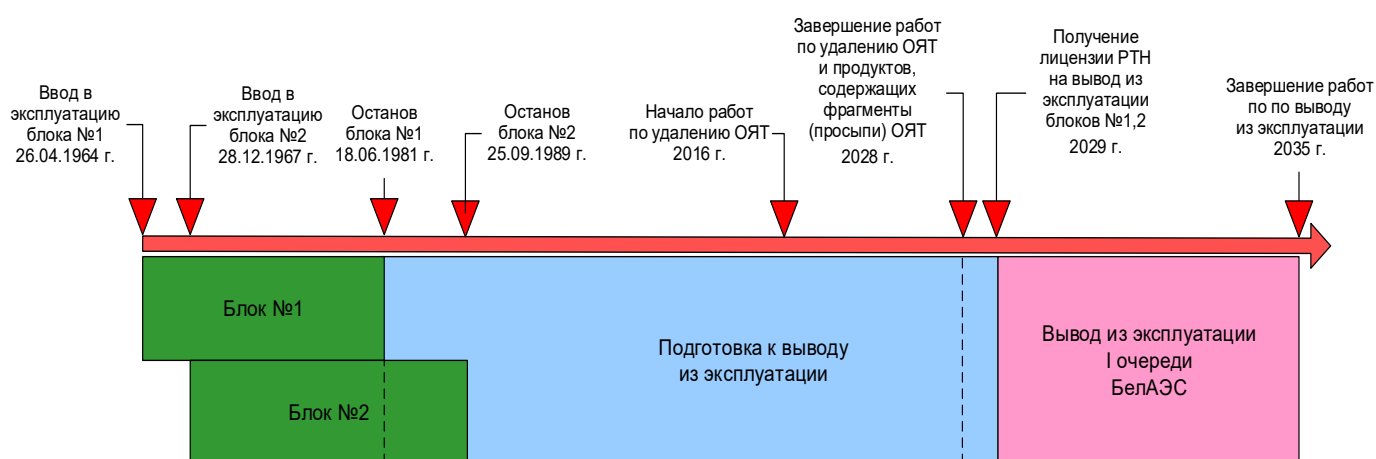


Рис.1.2.1 Основные этапы жизненного цикла 1-й очереди Белоярской АЭС

**На этапе подготовки к выводу из эксплуатации** блока №1 и первой очереди в целом эксплуатация оборудования, систем, зданий и сооружений проводится в соответствии с «Технологическим регламентом эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС», «Регламентом эксплуатации хранилища жидких отходов», «Регламентом по обращению с твердыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС» и инструкциями по эксплуатации оборудования и систем и Проектами производства работ по демонтажу и разборке отдельных радиационно-опасных объектов.

Реализация организационно-технических мероприятий, направленных на подготовку к выводу из эксплуатации первой очереди, осуществляется в рамках соответствующей лицензии Ростехнадзора на эксплуатацию ядерной установки блока №1 Белоярской АЭС до момента удаления с площадки 1-й очереди БЕЛАЭС ядерных материалов, включая свежее и отработавшее ядерное топливо, и получения лицензии на вывод из эксплуатации.

Основные организационно-технические мероприятия по подготовке к выводу из эксплуатации и поддержанию в безопасном состоянии первой очереди БЕЛАЭС включают в себя:

- безопасное хранение ОЯТ АМБ в бассейнах выдержки блоков №1,2 и подготовку его к вывозу с блоков;
- вывоз ОЯТ АМБ с блоков №1,2;
- выполнение работ по демонтажу зданий и сооружений, систем и оборудования, не используемых при подготовке и осуществлении вывода из эксплуатации блока, по отдельным решениям с внесением изменений в условия действия лицензии на эксплуатацию ядерной установки энергоблока №1 в установленном порядке;
- разработку проектно-конструкторской документации, изготовление оборудования и выполнение работ по извлечению, переработке, переводу в категорию РАО и кондиционированию продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) ОЯТ, образовавшихся на 1-ой очереди Белоярской АЭС в результате аварийных ситуаций, по отдельным решениям с внесением изменений в условия действия

лицензии на эксплуатацию ядерной установки энергоблока №1 в установленном порядке;

- оснащение 1-й очереди БЕЛАЭС установками и оборудованием для переработки и кондиционирования ТРО;
- сооружение комплекса по переработке ЖРО<sup>1</sup>;
- переработку, контейнеризацию, подготовку к вывозу и вывоз ранее накопленных и образующихся РАО 3, 4 классов и организацию промежуточного хранения РАО 2 класса на территории Белоярской АЭС;
- сооружение хранилища твердых радиоактивных отходов (в том числе для контейнерного хранения РАО 2 класса)<sup>1</sup>;
- сооружение пункта захоронения промышленных отходов, содержащих техногенные радионуклиды<sup>1</sup>;
- дезактивацию оборудования и систем блока №1, подлежащих демонтажу, а также помещений, в которых будут осуществляться соответствующие работы в объеме, необходимом для подготовки к выводу из эксплуатации;
- перевод блоков № 1,2 Белоярской АЭС в ядерно-безопасное состояние;
- перенос оборудования и сетей энергоснабжения, спецканализации, теплоснабжения, необходимых для обеспечения эксплуатации блока №3;
- проведение комплексного инженерного и радиационного обследования первой очереди для получения лицензии на вывод из эксплуатации;
- разработку Проекта вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС;
- подготовку комплекта документов для получения лицензии на вывод из эксплуатации блока №1;
- выполнение работ по обоснованию и обеспечению ресурсных характеристик зданий, сооружений, систем и оборудования, остающихся в работе на этапах подготовки к выводу и ликвидации блока №1;

---

<sup>1</sup> Объект является общестанционным. Финансирование сооружения будет осуществляться за счет инвестиционной программы капитальных вложений АО «Концерн Росэнергоатом»

- накопление, систематизация, хранение и актуализация технической информации в базе данных по выводу из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС, важной для обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации;

- подготовку персонала к проведению работ по выводу из эксплуатации.

Продолжительность этапа «Подготовка к выводу из эксплуатации» определяется временем, необходимым для удаления ОЯТ и продуктов, содержащих фрагменты (просыпи) ОЯТ, с блоков. Этап продлится до 2029 года.

План-график выполнения работ по подготовке к выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС представлен в таблице 3.1.1.

**На этапе ликвидации** блока №1 и первой очереди в целом основные организационно-технические мероприятия по выводу из эксплуатации включают в себя:

- завершение работ по демонтажу оборудования, систем и конструкций блока №1;

- дезактивацию зданий, сооружений, систем и оборудования;

- ликвидацию зданий и сооружений 1-й очереди, не предназначенных для дальнейшего использования;

- переработку и кондиционирование РАО, временное хранение и вывоз на захоронение;

- реабилитацию территории 1-й очереди для последующего промышленного использования;

- подбор, подготовку и поддержание необходимого уровня квалификации персонала, осуществляющего вывод из эксплуатации 1-й очереди;

- сбор, анализ и сохранение информации, получаемой в период проведения работ на этапе ликвидации блока, как радиационного объекта.

- заключительное обследование площадки, составление санитарного паспорта.

Продолжительность этапа – 6 лет.

План-график выполнения работ по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС представлен в таблице 4.1.1.

### **1.3 Цели Программы**

Основными целями Программы являются:

- разработка последовательного и согласованного по срокам перечня мероприятий и работ, обеспечивающих реализацию выбранного варианта вывода из эксплуатации;
- разработка необходимого перечня документации для осуществления подготовки к выводу и вывода из эксплуатации блока №1 БЕЛАЭС;
- описание мероприятий по обеспечению безопасности на всех этапах проведения работ по выводу из эксплуатации блока №1 БЕЛАЭС.

### **1.4 Перечень основных нормативных документов, использованных при разработке Программы**

При пересмотре настоящей Программы были учтены и использованы требования и положения следующих нормативных документов:

- Федеральный закон РФ «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 №170-ФЗ;
- Федеральный закон РФ от 09.01.1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»;
- Федеральный закон РФ от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон РФ от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- Федеральный закон РФ от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»;
- Федеральный закон РФ от 30.03.1999 №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Федеральный Закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

- 
- Федеральный закон РФ от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
  - Федеральный закон РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный Кодекс РФ»;
  - Федеральный закон РФ от 01.12.2007 №317-ФЗ «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;
  - Федеральный закон РФ от 11.07.2011 №190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
  - Федеральный закон РФ от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»;
  - Постановление Правительства РФ от 11.10.1997 №1298 «Об утверждении Правил организации системы государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов»;
  - Постановление Правительства РФ от 19.07.2007 №456 «Об утверждении Правил физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов»;
  - Постановление Правительства Российской Федерации от 10.09.2012 г. № 899 г. Москва «Об утверждении Положения о передаче радиоактивных отходов на захоронение, в том числе радиоактивных отходов, образовавшихся при осуществлении деятельности, связанной с разработкой, изготовлением, испытанием, эксплуатацией и утилизацией ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения»;
  - Постановление Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов»;
  - Постановление Правительства РФ от 19.11.2012 № 1185 «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами»;



- 
- Постановление Правительства РФ от 11.10.2019 № 1315 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий юридическим лицам на возмещение затрат на поддержание остановленных ядерных и радиационно опасных объектов ядерного наследия в безопасном состоянии»;
  - НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций»;
  - НП-002-15 «Правила безопасности при обращении с радиоактивными отходами атомных станций»;
  - НП-005-16 «Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случаях радиационно опасных ситуаций»;
  - НП-012-16 «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции»;
  - НП-017-18 «Основные требования к продлению срока эксплуатации блока атомной станции»;
  - НП-019-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности»;
  - НП-020-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности»;
  - НП-021-15 «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности»;
  - НП-030-19 «Основные правила учета и контроля ядерных материалов»;
  - НП-032-19 «Площадка атомной станции. Требования безопасности»;
  - НП-053-16 «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов»;
  - НП-058-14 «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения»;
  - НП-061-05 «Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии»;

- 
- НП-067-16 «Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации»;
  - НП-072-13 «Правила перевода ядерных материалов в радиоактивные вещества или радиоактивные отходы»;
  - НП-082-07 «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций»;
  - НП-091-14 «Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения»;
  - НП-093-14 «Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения»;
  - НП-096-15 «Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения»;
  - НП-055-14 «Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности»;
  - НП-097-16 «Требования к обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации пунктов хранения радиоактивных отходов»;
  - РБ-013-2000 «Требования к содержанию программы вывода из эксплуатации блока атомной станции»;
  - РБ-031-04 «Состав и содержание отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции»;
  - РБ-081-13 «Структура и содержание отчета по результатам комплексного инженерного и радиационного обследования для вывода из эксплуатации блока атомной станции»;
  - РБ-119-17 «Рекомендации по проведению административного контроля в рамках системы учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации»;
  - РБ-122-16 «Оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами до захоронения»;
  - РБ-124-16 «Рекомендации по проведению заключительного обследования выводимого из эксплуатации объекта использования атомной энергии»;

- 
- МТ 1.1.4.02.1419-2018 «Обращение с металлическими радиоактивными отходами»;
  - МУ 1.5.2.10.0156-2013 «Методические указания. Разработка проекта вывода энергоблоков атомных станций из эксплуатации»;
  - НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности»;
  - ОСПОРБ-99/2010 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности»;
  - СП 2.6.1.28-2000 (ПРБ АС-99) «Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций»;
  - РД ЭО 1.1.2.25.0962-2014 «Комплексное обследование блока атомной станции для подготовки и вывода из эксплуатации. Общие требования»;
  - СП 2.6.1.2205-07 (СП ВЭ БАС-07) «Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции»;
  - СП.2.6.6.2572-2010 «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с промышленными отходами атомных станций, содержащими техногенные радионуклиды»;
  - СП 13.13130-2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности»;
  - СТО 1.1.1.03.005.1730-2020 «Подготовка и вывод из эксплуатации блока атомной станции. Основные положения»;
  - СТО 1.1.1.04.001.1500-2018 «Правила пожарной безопасности при эксплуатации атомных станций»;
  - СТО 1.1.1.04.001.0870-2012 «Требования пожарной безопасности при выводе энергоблоков атомных станций из эксплуатации»;
  - СТО 1.1.1.01.0678-2015 «Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций»;
  - СТО 1.1.1.03.004.0795-2009 «Дезактивация оборудования и помещений атомных станций. Критерии качества и средства проведения дезактивации»;
  - СТО 1.1.1.01.999.0466-2018 Основные правила обеспечения охраны окружающей среды на атомных станциях;

- Правила организации работы с персоналом на атомных станциях, утвержденные приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 31.12.2014 №9/1442-П (ПОРП-2015);
- Руководство Р 1.2.1.14.0082-2012 «Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами, содержащими фрагменты ОЯТ, на первой очереди Белоярской АЭС»;
- Положение об эксплуатирующей организации ядерных установок – энергоблоков АЭС, пунктов хранения ядерных материалов на АЭС, пунктов хранения радиоактивных веществ и хранилищ радиоактивных отходов на АЭС, радиационных источников;
- Административный регламент предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по лицензированию деятельности в области использования атомной энергии, утвержденный приказом Ростехнадзора от 08 октября 2014 г. № 453;
- Концепция подготовки и вывода из эксплуатации блоков атомных станций АО «Концерн Росэнергоатом», утвержденная Генеральным директором АО «Концерн Росэнергоатом» в 2017 г., № КЦП 1.2.2.04.1240-2017;
- Концепция вывода из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения (приложение к приказу Госкорпорации «Росатом» от 15.07.2014 № 1/645-П).

### **1.5 Структура организации и управления выводом из эксплуатации блока**

Ответственность за планирование и управление ВЭ в соответствии с федеральным законодательством и нормативными документами возложена на эксплуатирующую организацию – АО «Концерн Росэнергоатом».

Эксплуатирующая организация:

- планирует и организует работы по подготовке и ВЭ;

- организует подготовку и направление в Ростехнадзор комплекта документов для получения лицензии на эксплуатацию блока № 1, остановленного для ВЭ и лицензии на вывод из эксплуатации в соответствии с требованиями Административного регламента Ростехнадзора;
- обеспечивает финансирование работ по поддержанию в безопасном состоянии, подготовке и выводу из эксплуатации блоков АЭС;
- осуществляет планирование и учет затрат на поддержание в безопасном состоянии остановленных блоков АЭС ядерного наследия, подлежащих возмещению за счет субсидий из федерального бюджета в соответствии с постановлением правительства от 11.10.2019 №1315;
- формирует необходимую организационную структуру на Белоярской АЭС, обеспечивающую безопасное и эффективное выполнение работ по подготовке и ВЭ;
- обеспечивает разработку необходимых документов и мероприятий при подготовке и ВЭ блока;
- на конкурсной основе привлекает организации для выполнения работ по подготовке и ВЭ и контролирует их деятельность;
- формирует (накапливает) необходимые финансовые средства в специальном резерве для финансирования работ по ВЭ.

Ответственность за проведение единой технической политики, общую организацию и контроль выполнения работ по подготовке к выводу из эксплуатации и обращению с РАО на блоках АЭС, находящихся в эксплуатации, возложена на заместителя Генерального директора - директора по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом». Планирование и координацию деятельности по подготовке к выводу из эксплуатации и обращению с РАО на блоках АЭС, находящихся в эксплуатации, осуществляет Департамент инженерной поддержки.

Ответственность за формирование и обеспечение проведения единой технической политики, управление и общую организацию выполнения работ по выводу из эксплуатации блоков АЭС возложена на заместителя Генерального директора – директора по специальным проектам и инициативам АО «Концерн Росэнергоатом». Управление проектами ВЭ, разработку и продвижение референтных

технологий по выводу из эксплуатации и обращению с РАО на блоках АЭС после получения лицензии на вывод из эксплуатации осуществляет отдел управления выводом из эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом».

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» Белоярская АЭС, в рамках предоставленных ей полномочий:

- обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования, систем, зданий и сооружений;
- обеспечивает безопасное хранение ОЯТ АМБ и его подготовку к вывозу на переработку в ФГУП «ПО «Маяк»;
- обеспечивает сбор, сортировку, переработку, кондиционирование, временное хранение и передачу на захоронение во ФГУП «НО РАО» образовавшихся РАО;
- создает необходимую инфраструктуру для подготовки и вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС;
- участвует в разработке документации;
- получает необходимые частные заключения (разрешения) надзорных органов на выполнение отдельных видов работ по подготовке к выводу и выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС;
- разрабатывает документы для получения лицензии на эксплуатацию блока №1, остановленного для вывода из эксплуатации, и лицензии на вывод из эксплуатации блока №1 в соответствии с требованиями Административного регламента;
- осуществляет организацию и проведение работ по подготовке к выводу и выводу из эксплуатации блока собственными силами и с привлечением подрядных организаций, имеющих соответствующие лицензии;
- обеспечивает безопасность ведения работ по подготовке и выводу из эксплуатации;
- обеспечивает подготовку и поддержание квалификации персонала, необходимого для выполнения работ по подготовке и выводу из эксплуатации.

Для планирования, организации и контроля работ по подготовке к ВЭ на Белоярской АЭС создано специализированное структурное подразделение – группа

по подготовке к выводу из эксплуатации 1, 2 блоков в составе реакторно-турбинного цеха № 1.

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Опытно-демонстрационный инженерный центр по выводу из эксплуатации» по поручениям Белоярской АЭС может выполнять:

- разработку проектов производства работ и обосновывающей безопасности документации на выполнение демонтажа оборудования, строительных конструкций, зданий и сооружений;
- демонтаж и фрагментацию оборудования, строительных конструкций, зданий и сооружений, контейнеризацию и вывоз образующихся РАО с территории Белоярской АЭС;
- обучение персонала Белоярской АЭС для выполнения работ по выводу из эксплуатации.

В целях совершенствования системы управления выводом из эксплуатации блоков АЭС, оптимизации затрат и сроков выполнения работ по выводу из эксплуатации остановленных блоков с реакторными установками РБМК, АМБ, ЭГП в соответствии с приказом АО «Концерн Росэнергоатом» от 30.06.2020 № 9/01/935-П создан филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Опытно-демонстрационный инженерный центр по выводу из эксплуатации блоков АЭС с реакторными установками канального типа» с обособленным подразделением на Белоярской АЭС.

Основные направления деятельности ОДИЦ РБМК: централизация управленческих функций, планирование работ по подготовке и ВЭ, управление проектами ВЭ блоков АЭС с реакторными установками канального типа, разработка и внедрение референтных технологий по извлечению и последующему обращению с облученным реакторным графитом, демонтажа и фрагментации крупногабаритных металлоконструкций РУ и других технологий по ВЭ блоков АЭС с канальными реакторами. При этом работы по дезактивации, демонтажу и обращению с образующимися РАО могут выполняться как специалистами ОДИЦ РБМК, так и подрядными организациями.



## **2 Исходные данные для разработки Программы**

### **2.1 Общие сведения о Белоярской АЭС**

На площадке Белоярской АЭС размещаются:

- энергоблок № 1 с реактором АМБ-100, остановленный для вывода из эксплуатации;
- энергоблок № 2 с реактором АМБ-200, остановленный для вывода из эксплуатации;
- энергоблок № 3 с реактором БН-600;
- энергоблок № 4 с реактором БН-800;
- комплекс вспомогательных зданий и сооружений.

Блоки №1 и №2 относятся к 1-й очереди БЕЛАЭС и планируются к выводу из эксплуатации с комплексом сопутствующих зданий и сооружений.

Блок №3 электрической мощностью 600 МВт введен в эксплуатацию в 1980 г., относится ко 2-й очереди БЕЛАЭС и находится в эксплуатации по настоящее время.

На основании результатов выполненных программ и расчетных обоснований остаточного ресурса в соответствии с Решением Госкорпорации «Росатом» от 24.03.2010 № I.A.1.1.2-2 для блока №3 Белоярской АЭС установлен дополнительный срок эксплуатации до 8 апреля 2025 г.

В соответствии с решением АО «Концерн Росэнергоатом» № Р 1.2.2.06.001.0761-2018 от 27.12.2018 установлена возможность продолжения эксплуатации блока №3 Белоярской АЭС после окончания дополнительного срока эксплуатации до 31.03.2040.

Ряд коммуникаций и систем, являющихся общими для 1-й и 2-й очереди (общестанционные), расположены в пределах зданий и сооружений, относящихся к 1-й очереди. Для обеспечения эксплуатации блока №3 после окончания дополнительного срока эксплуатации потребуется осуществить перенос оборудования и сетей энергоснабжения, спецканализации, теплоснабжения, необходимых для обеспечения его эксплуатации.

Блок №4 БН-800 электрической мощностью 890 МВт относится к 3-й очереди

БЕЛАЭС и не связан с 1 очередью никакими системами.

Блок №1 установленной мощностью 100 МВт состоит из водографитового реактора АМБ-100 и турбоагрегата К-100-90. Блок введен в эксплуатацию 26 апреля 1964 года. Окончательно остановлен для последующего вывода из эксплуатации 18 июня 1981 года в связи с неудовлетворительным техническим состоянием блока, большими затратами на проведение ремонта, наличием значительных несоответствий требованиям вновь введенных правил и норм по безопасности, отсутствием возможности доведения блока до приемлемого уровня безопасности. Тепловая схема блока – двухконтурная.

## **2.2 Основные характеристики 1-й очереди Белоярской АЭС**

К зданиям и сооружениям первой очереди Белоярской АЭС относятся (см. рис. 2.2.1):

- здание главного корпуса (ГК-1), в котором находятся энергоблоки №1 и №2;
- здание дизель-генераторной и компрессорной станции ДГС-1;
- здание спецводоочистки (СВО);
- ёмкости СВО;
- здание хранилища жидких отходов с переходом ХЖО;
- ёмкости ХЖО;
- здание хранилища сухих отходов ХСО-1;
- здание газгольдерной локализации аварий ГЛА;
- переход ГК-1 - СВО;
- сеть трубопроводов технической воды на систему водоочистки;
- линия пароконденсатопроводов 13 и 22 ата;
- здание хранилища отработанных кассет;
- здание склада рабочих каналов и свежего топлива.

Все здания и сооружения 1-й очереди проектировались Ленинградским отделением института «Теплоэлектропроект». Строительная организация,

выполнившая работы – Строительное управление Белоярской ГРЭС треста «Уралэнергострой».

По результатам обследования, выполненного ООО «ТЦ СКС» в 2017 г., установлено, что техническое состояние строительных конструкций здания ГК I-ой очереди – работоспособное: дефектов и повреждений в СК, снижающих механическую прочность и устойчивость здания, не выявлено.

Фактические конструктивные схемы функциональных объемов ГК I-ой очереди, а именно: с продольным и поперечными несущими стенами в АО и в виде рамных каркасов в МО, ДО, ППТ и ЭБЩ, соответствует принятым в проекте. Техническое состояние монолитных ж/б конструкций фундаментов ГК I-ой очереди – работоспособное: признаков осадочных деформаций в ЖБК не выявлено; грунты основания стабилизировались; деформации основания здания ГК I-ой очереди не превышают критериальные нормативные значения.

Основными зданиями и сооружениями, размещенными на площадке Белоярской АЭС и необходимыми для проведения работ по подготовке и выводу из эксплуатации зданий и сооружений, перечисленных выше, а также для эксплуатации блока №3 являются:

- здание хранилища твердых отходов (ХСО-2);
- сооружения-резервуары хранения ила (РВХИ-1,2);
- здание азотно-кислородной станции (АКС);
- здание химводоочистки (ХВО);
- здание и емкости спецводоочистки (СВО);
- переход ГК-1 - СВО;
- здание береговой насосной (БНС);
- здание камеры переключения насосной (КП БНС);
- сооружение - сеть напорных трубопроводов (циркводоводы);
- линия пароконденсатопроводов 13 и 22 ата;
- сеть трубопроводов технической воды на систему водоочистки;
- здание хранилища отработанных кассет;
- здание спецпрачечной (СП500);

- 
- здание спецгаража;
  - здание служебного корпуса с переходом;
  - здание объединено-вспомогательного корпуса (ОВК);
  - здание насосной станции 3 подъема;
  - сооружения-резервуары для воды на насосной станции 3 подъема;
  - здание хлораторных 3 подъема;
  - здание очистных сооружений (бытовых стоков промплощадки) (ОСПП);
  - здание канализационных насосных станций (ФНС-1,2);
  - здание производственного корпуса очистных сооружений нефтесодержащих стоков;
  - здание насосной станции для перекачки осадка очистных нефтесодержащих стоков;
  - здание станции перекачки случайных вод (НСВ-1,2);
  - баки чистого конденсата СВО (БЧК СВО);
  - сооружение подземного бака для слива отработанного масла;
  - здание аппаратной маслохозяйства и башни для ремонта трансформаторов (ТМХ);
  - сооружение открытого склада масла;
  - здание главного щита управления (ГЩУ);
  - здание ДГС-1;
  - оборудование ОРУ-110кВ;
  - линия электрическая (кабельная) от ТСНР-2 до КРУ 6 кВ ГК-1;
  - кабельный канал и камера отпаяк трансформатора ТСНР-2;
  - сооружения линия электрическая от ТСНР-1 до КРУ 6кВ в ГК-1;
  - здание трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ со щитом 15Н и камерами трансформаторов ТК-1,2,Р.

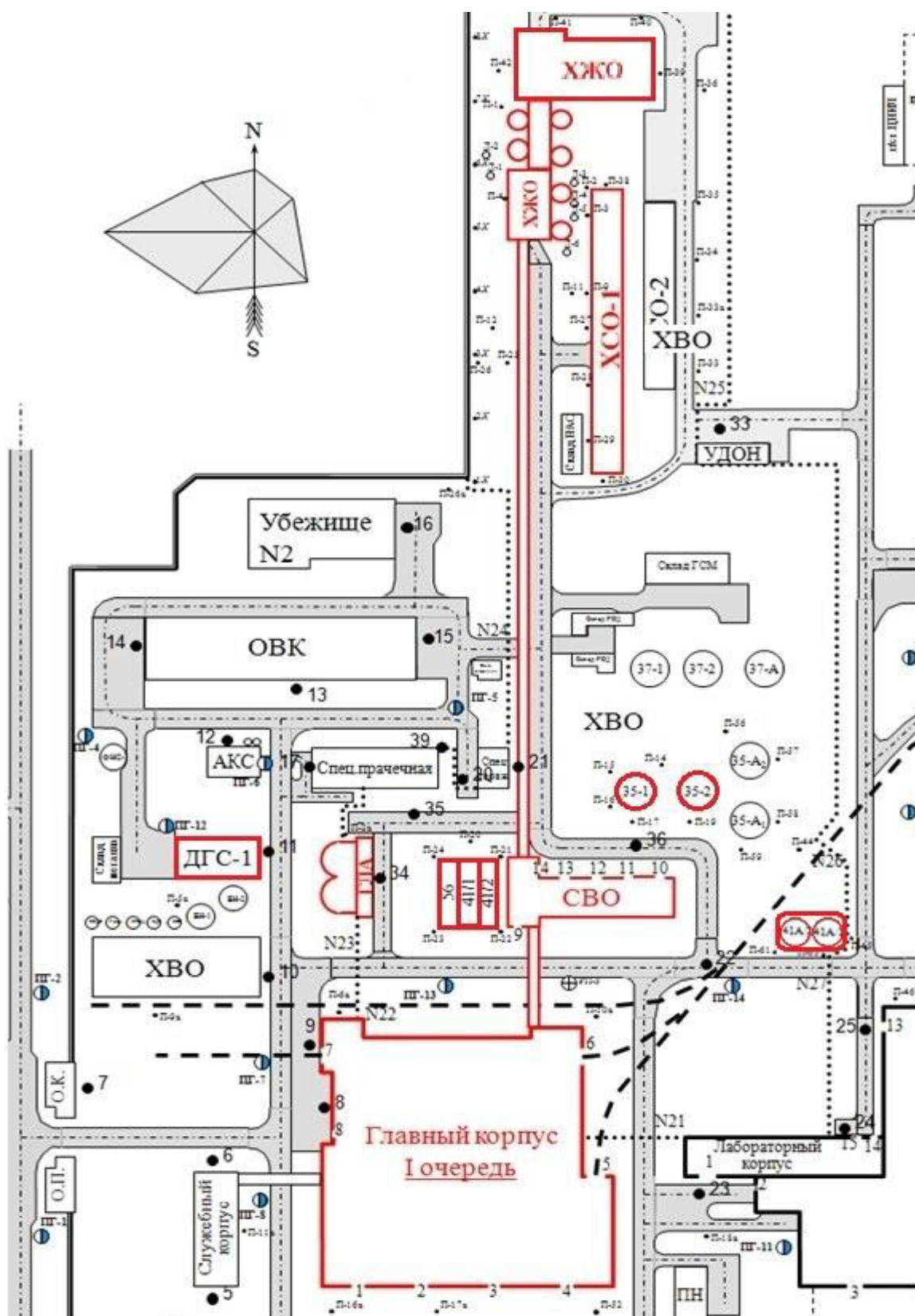


Рис. 2.2.1 Фрагмент ситуационного плана первой очереди Белоярской АЭС с расположением зданий и сооружений первой очереди

### **2.2.1 Главный корпус**

При сооружении БЕЛАЭС использовалась двухблочная компоновка, при которой в состав 1-й очереди вошел главный корпус с двумя блоками и комплекс подсобно-производственных и вспомогательных зданий и сооружений. В настоящее время главный корпус энергоблоков №1 и №2 первой очереди Белоярской АЭС функционирует не в проектом режиме, а находится в стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

Главный корпус первой очереди БЕЛАЭС (ГК-1) представляет собой сборную железобетонную конструкцию, выполненную из крупноблочного сборного и монолитного железобетона. Нижняя проектная отметка пола – 7,5 м. Верхняя часть здания находится на отм. 52,90. На верхней части здания установлены две вентиляционные трубы. План-схема сооружений ГК первой очереди на отм.+0.0 (блоки №1 и №2) БЕЛАЭС представлен на рисунках 2.2.2 и 2.2.3. Относительная отметка  $\pm 0.00$  соответствует абсолютной отметке 216.00.

Конструктивная схема ГК-1 запроектирована в комплексном варианте: в виде многоэтажной системы с несущими продольными и поперечными стенами, жестко сопряженными между собой, с фундаментной плитой и перекрытиями, и рамно-связевой системы. Устойчивость ГК-1 обеспечена жесткими рамами этажерок и массивными ж/б стенами реакторного отделения. Фундаменты ГК-1 при принятой абсолютной отметке планировки 216.00 располагаются на плотных неразрушенных породах сапролитов с расчетной несущей способностью  $3,0 \div 3,5$  кг/см<sup>2</sup>.

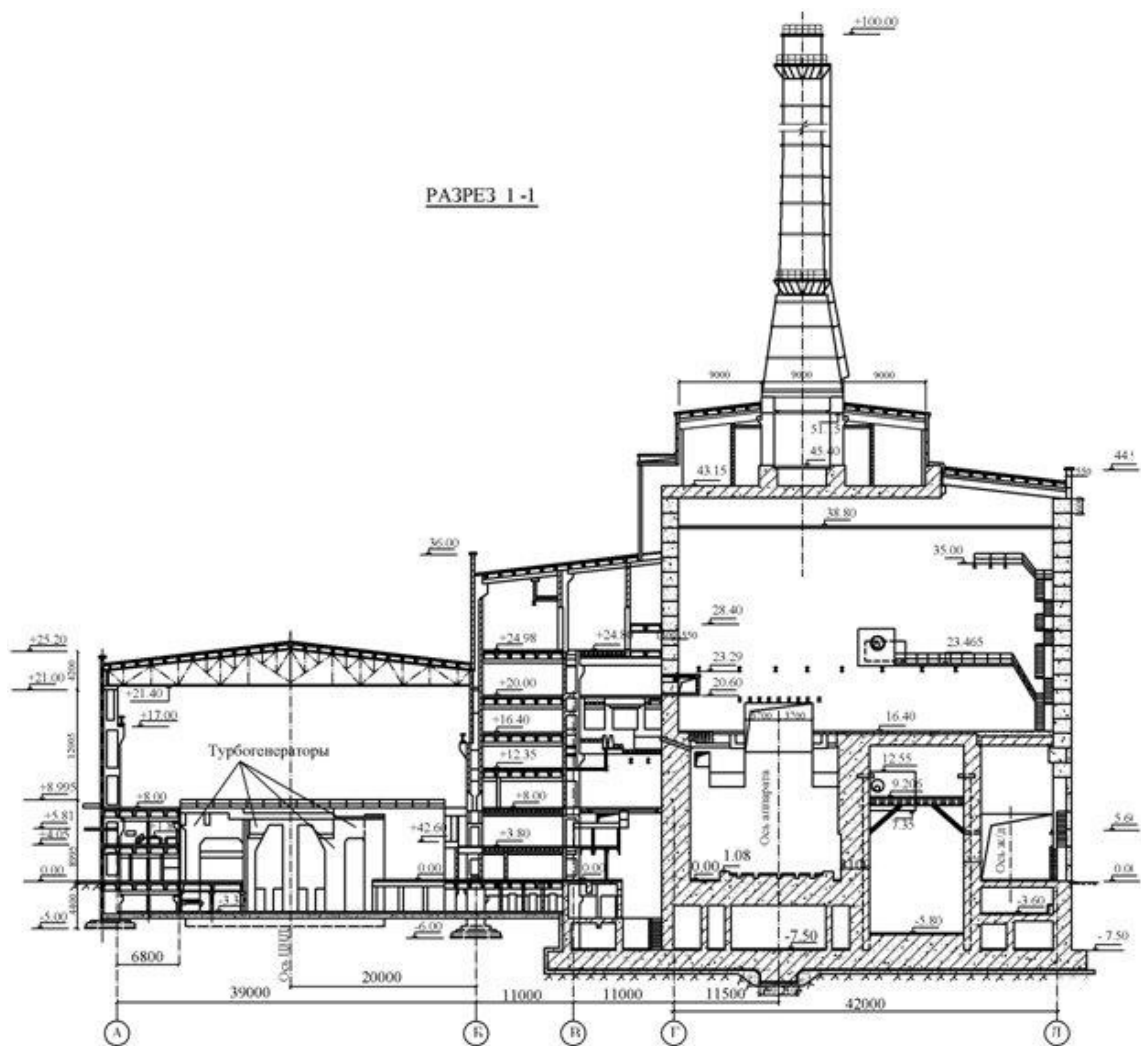


Рис. 2.2.2 Разрез 1-1 главного корпуса первой очереди БЕЛАЭС. Выкопировка с листа №789646, Белоярская АЭС (Теплоэлектропроект, Ленинградское отделение 1963г.).





АС с реакторами различного типа», НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» проведена с учетом особенностей подготовки к выводу из эксплуатации. Результаты классификации представлены в «Локальной объектовой концепции вывода из эксплуатации 1 и 2 энергоблоков БЕЛАЭС (3-я редакция)», утвержденной 06.12.2010.

#### *2.2.1.1 Основные характеристики блока №1*

Реактор АМБ-100 блока №1 Белоярской АЭС является водографитовым реактором на тепловых нейтронах, в котором в качестве замедлителя используется графит, в качестве теплоносителя – легкая вода, в качестве топлива – диоксид урана. В настоящее время реактор отключен от всех технологических потоков: вода, пар, азот. Топливо в виде ТВС выгружено полностью и находится на хранении в бассейнах выдержки на Белоярской АЭС в ГК-1 и на ФГУП «ПО «Маяк».

Реактор блока №1 (см. рис. 2.2.4) состоит из верхней плиты (ВП), кожуха, графитовой и чугунной кладки, нижней плиты и бака биологической защиты. В ячейки графитовой кладки загружались испарительные каналы, пароперегревательные каналы, а также каналы ручного регулирования, аварийной защиты, автоматического регулирования, счетных камер и пусковых камер. Ионизационные камеры расположены в пространстве между кожухом реактора и баком биологической защиты.

В настоящее время управление блоком осуществляется с единого блочного щита управления. Резервирование контроля технологических параметров осуществляется с местных щитов, а состояние оборудования 1-й очереди не требует резервного пульта управления.

#### Графитовая кладка

Графитовая кладка реактора выполняет функции замедлителя и отражателя нейтронов. Кладка смонтирована на нижней плите на опорных стаканах. В графитовой кладке в активной зоне имеется 1134 вертикальных канала, в 998 из них установлены технологические каналы с топливом, в остальных установлены каналы со стержнями-поглотителями СУЗ. Отдельные колонны набраны из графитовых

блоков высотой в 1-м слое 200, 400, 600 мм. В блоках имеются отверстия диаметром 75 мм под технологические каналы и каналы системы автоматического регулирования. Каналы системы ручного регулирования и аварийной защиты установлены в отверстия диаметром 57 мм на стыке блоков.

Графитовая кладка включает активную зону реактора высотой 6000 мм и диаметром 7200 мм, отражатель нейтронов, толщиной 800 мм, окружающий активную зону со всех сторон, нижнюю защиту толщиной 600 мм.

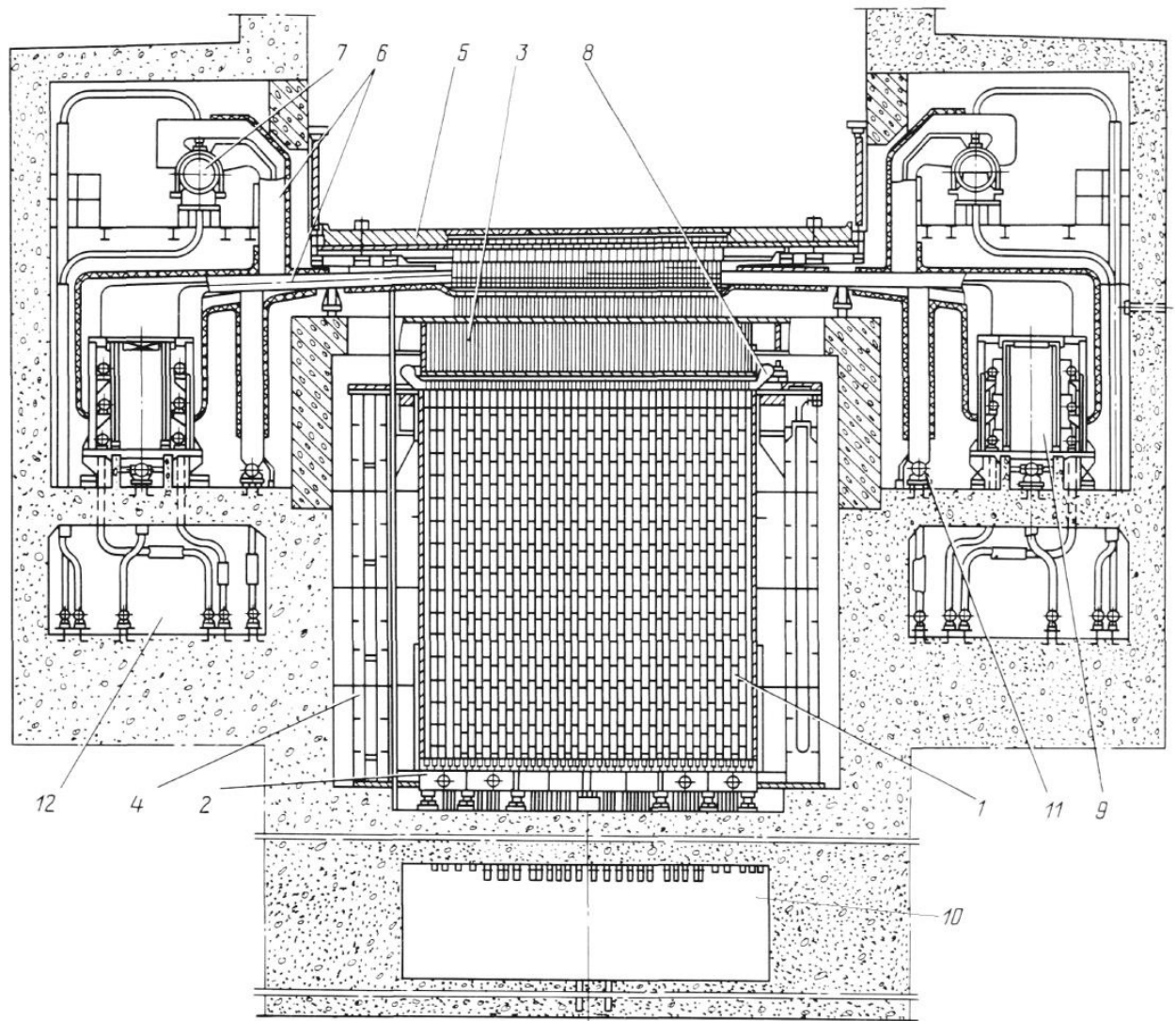


Рисунок 2.2.4. Продольный разрез реактора блока № 1 БЕЛАЭС:

1-кладка; 2 - плита нижняя; 3-плита верхняя; 4 - ББЗ; 5-верхнее перекрытие;  
6 - трубопроводы; 7 – сепараторы пара; 8-компенсатор; 9-коридор обслуживания  
отключающих устройств; 10-помещение приводов СУЗ; 11-коллекторы перегретого  
пара; 12-помещение трубопроводов.

Верхняя защита состоит из пяти чередующихся слоев графитовых и чугунных блоков общей толщиной 1620 мм. В отверстия крайних графитовых колонн бокового отражателя установлены штанги из нержавеющей стали, перевязанные между собой отдельными стальными стяжками. Отверстия остальных графитовых колонн отражателя заполнены графитовыми втулками. Габариты графитовой кладки: эквивалентный диаметр – 8800 мм, высота – 9720 мм. Суммарная масса кладки равна 1025 т, в том числе масса графитовых блоков – 810 т, масса чугунных блоков – 215 т. Графитовая кладка заключена в герметичный стальной кожух, заполненный при эксплуатации реакторной установки на мощности азотом (во избежание выгорания графита), и окружена снаружи кольцевым баком биологической защиты.

Кожух с компенсатором окружает графитовую кладку и герметизирует внутриреакторное пространство между верхней и нижней плитами. Габариты кожуха: диаметр – 9000 мм, высота 10000 мм, толщина листа – 12 мм, сталь – 12 МХ, масса 33658 кг.

#### Металлоконструкции реактора

Металлоконструкции выполняют как опорно-несущие функции реактора, так и функции его биологической защиты.

Верхняя плита является полой, неохлаждаемой металлоконструкцией. Верхняя плита включает в себя верхний лист толщиной 42 мм, нижние полки и ребра жесткости между ними. Верхняя плита состоит из трех отдельных секций, скрепленных болтами и сваренными между собой. В верхний лист вварены стояки под технологические каналы и каналы СУЗ, выполненные из нержавеющей стали. Верхние концы стояков входят в верхние чугунные блоки смешанной кладки реактора. Фланцы стояков предназначены для крепления головок технологических каналов и каналов СУЗ и герметизации внутриреакторного пространства. Головки технологических каналов имеют разъемы «шар на конус» для подключения к трубопроводам подвода и отвода теплоносителя, которые смонтированы рядами между стояков верхней плиты. Масса всех технологических каналов, каналов СУЗ, трубопроводов и верхнего центрального перекрытия передается на верхнюю плиту, а

нагрузка верхней плиты через опоры – на кольцевой бак боковой биологической защиты. Габариты верхней плиты: эквивалентный диаметр – 10500 мм, высота – 1500 мм. Материал верхней плиты – сталь марки 12МХ. Масса металлоконструкции – 77435 кг.

Нижняя плита представляет собой полую, герметичную металлоконструкцию коробчатого типа, состоящую из трех отдельных секций, сваренных между собой и опирающуюся на 16 опор. В настоящее время нет необходимости в охлаждении нижней плиты и её заполнении водой. Габариты нижней плиты: диаметр – 9400 мм, высота – 600 мм, материал – сталь марки 12 МХ, масса – 51437 кг без учета заполнения водой.

Бак биологической защиты реактора представляет собой кольцевую металлоконструкцию, заполненную водой. В настоящее время нет необходимости в охлаждении бака и его заполнении водой. Бак разделен на 12 попарно соединенных секций. Габариты бака: наружный диаметр – 12500 мм, внутренний диаметр – 10500 мм, высота – 10000 мм, материал – Ст.3, масса – 23823 кг без учета воды.

Биологической защитой реакторов сбоку и снизу является, помимо графитового отражателя и кольцевого бака биологической защиты, бетон, а сверху - графит и чугунные плиты.

Верхнее центральное перекрытие состоит из плиток индивидуальной защиты размером 197х 197х150 мм, выполненных из чугуна, со стальной ножкой для фиксации на головке канала, массой 40 кг и плит, устанавливаемых на группу плиток индивидуальной защиты, габаритами 563х563х300, состоящих из двух частей: верхней – короба с битумом и нижней - чугунной плиты, общей массой ~ 300 кг.

#### Технологические и специальные каналы

Технологические каналы (ТВС) предназначены для организации потока теплоносителя через реактор. В реакторе располагается 998 технологических каналов: 730 испарительных каналов и 268 пароперегревательных каналов. Кроме того, имеется 100 ячеек под каналы СУЗ, в том числе – 78 ручного регулирования, 6 – автоматического регулирования и 16 аварийной защиты.

Испарительный канал ТВС представляет собой цилиндр, состоящий из верхней и нижней головок, центральной трубки и шести периферийных трубок с трубчатыми твэлами, обеспечивающими подвод и отвод теплоносителя. Центральная трубка и твэлы размещались в отверстиях графитовых втулок с наружным диаметром 75 мм. Материал – нержавеющая сталь 08X18H10T. Масса канала в зависимости от типа составляет от 140 до 200 кг.

Пароперегревательные каналы ТВС имеют аналогичную конструкцию, но без центральной трубки. В канале - три опускных и два подъемных твэла. Длина канала ~13000 мм, масса канала в зависимости от типа составляет от 145 до 210 кг.

Каналы ручного и автоматического регулирования выполнены в виде сварной трубной конструкции из нержавеющей стали. В активной зоне каналы выполнены из циркониевых труб. Охлаждающая вода циркулирует в кольцевом зазоре. В центральной трубе размещен стержень – поглотитель из борной стали. Вверху каналы имеют головку, а в нижней части - сильфонные компенсаторы температурных удлинений.

Каналы аварийной защиты представляют собой герметичную трубу из нержавеющей стали 08X18H10T. Каналы аварийной защиты в ячейках 28-15 и 22-27 в верхней и нижней части выполнены из нержавеющей стали, а в активной зоне из циркониевого сплава. На канале имеются графитовые втулки. В верхней части канал имеет головку, а в нижней – сильфонный компенсатор температурных удлинений. Внутри трубы установлен стержень поглотитель из борной стали, охлаждаемый циркулирующей водой. Циркониевые трубы каналов соединены с трубами из нержавеющей стали через специальные переходники.

Габариты каналов ручного и автоматического регулирования и аварийной защиты: длина 20000 мм, наружный диаметр труб в активной зоне: ручного регулирования – 59 мм, аварийной защиты – 36 мм, автоматического регулирования – 66 мм. Масса каналов: ручного регулирования – 90 кг, аварийной защиты – 70 кг, автоматического регулирования – 115 кг.

На блоке №1 Белоярской АЭС принята компоновка приводов каналов СУЗ с нижним расположением под реактором. Приводы стержней ручного и

автоматического регулирования и тепломеханическое оборудование гидравлической системы стержней аварийной защиты расположены в помещении под нижней плитой реактора.

#### *2.2.1.2 Сведения об истории эксплуатации блока №1, оказывающие влияние на его вывод из эксплуатации*

Сведения по годовой энерговыработке и теплотенергии блока №1, а также число остановов на блоке, в том числе и аварийных приведены в таблице 2.2.1.

Представленные в данной таблице сведения по истории эксплуатации блоков получены на основе реальных данных истории работы блока в период с 1964 по 1981 год.

Таблица 2.2.1. История эксплуатации блока №1

Год	Выработка электроэнергии, (млн.кВт×ч.)	Выработка теплотенергии, Гкал	Количество остановов	
			всего	из них аварийных
1964	158.3	-	58	55
1965	391.1	-	33	29
1966	415.5	-	25	21
1967	434.0	1129715	40	36
1968	541.1	1329037	13	12
1969	660.7	1579686	20	16
1970	712.3	1719872	21	19
1971	730.2	1785175	17	12
1972	605.7	1462595	29	26
1973	642.9	1562298	15	11
1974	540.9	1331042	16	14
1975	671.0	1644233	17	15
1976	551.8	1350456	16	14
1977	502.6	1254227	16	15
1978	344.0	865181	13	13
1979	400.5	1063725	9	6
1980	246.6	637921	7	6
1981	180.3	478022	7	5

Сведения об авариях, приведших к загрязнению помещений, систем и элементов блока №1 радиоактивными веществами, представлены в пункте 2.2.1.7.1



настоящей программы. Пути распространения продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) топлива из реакторов в другие системы и оборудование описаны в пункте 2.2.1.3 настоящей программы.

Количество, форма и местонахождение продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) ОЯТ в оборудовании первой очереди Белоярской АЭС представлены в таблице 3.7.1 настоящей программы.

Результаты наблюдения за содержанием радионуклидов в наблюдательных скважинах на площадке 1 очереди приведены в таблице 2.2.2. Наблюдательные скважины расположены по периметру хранилищ. Они позволяют регистрировать выход радионуклидов в грунтовые воды.

Газоаэрозольные выбросы в окружающую среду из вентиляционных труб 1 очереди Белоярской АЭС приведены в таблице 2.2.3.

Активность сброса дебалансных вод на энергоблоках № 1,2 Белоярской АЭС в 2019 году приведена в таблице 2.2.4.

Таблица 2.2.2. Содержание радионуклидов в наблюдательных скважинах 1-й очереди

№ скважины		Активность, Бк/л									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
П-1	Cs-137	325,8	262,6	292,6	215,3	301,0	298,0	302,4	293,6	298,8	314,4
	Co-60	22,2	17,4	13,7	12,6	11,6	15,4	18,0	18,3	22,4	20,7
	Sr-90	29,8	22,0	14,2	11,9	25,0	39,9	38,5	41,8	45,3	43,1
П-2	Cs-137	0,4	<0,5	<0,5	<0,5	1,6	1,1	1,3	1,5	2,1	0,9
	Sr-90	56,8	39,2	31,5	39,4	47,4	44,0	43,8	48,3	46,7	44,6
П-4	Cs-137	6,2	11,5	8,4	4,9	13,5	23,4	21,4	19,7	19,0	18,6
	Co-60	34,8	42,6	18,4	16,1	13,6	23,8	28,1	26,6	30,2	26,5
	Sr-90	26,4	21,7	24,1	14,5	24,7	30,2	26,5	31,9	38,1	41,5
П-21	Cs-137	62,1	38,8	54,7	50,4	64,9	59,2	61,0	64,3	59,9	57,6
	Co-60	0,7	<0,5	<0,5	1,0	1,4	1,6	1,7	1,4	1,1	1,0
	Sr-90	5,0	4,3	6,1	4,7	15,7	17,0	19,9	19,9	23,2	21,2
П-25	Cs-137	1,4	2,6	1,9	1,7	6,9	5,3	3,7	4,3	5,4	4,9
	Co-60	5,1	3,0	6,8	5,2	2,5	2,4	2,2	2,3	1,3	1,3
	Sr-90	22,3	13,3	9,2	9,9	21,6	25,3	21,7	14,6	22,1	20,5
П-42	Cs-137	87,8	88,2	76,3	78,3	92,9	103,9	99,7	97,2	96,7	94,1
	Co-60	8,4	7,9	7,1	7,4	3,7	5,8	8,5	10,3	11,8	11,1
	Sr-90	7,9	7,7	6,5	5,8	16,5	15,5	17,4	16,3	18,7	20,9

Таблица 2.2.3. Газоаэрозольные выбросы в окружающую среду в 2019 году

Вент-труба АС	Регламентируемые радионуклиды	Суммарный выброс за год, Бк	ПДВ за год, Бк	Процент от ДВ за год
Блок № 1, ВТ-1	$^{60}\text{Co}$	$7,56 \cdot 10^4$	$1,48 \cdot 10^{11}$	0,0010
	$^{134}\text{Cs}$	$7,47 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^{10}$	0,008
	$^{137}\text{Cs}$	$1,62 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^{10}$	0,811
Блок № 2, ВТ-2	$^{60}\text{Co}$	$1,25 \cdot 10^5$	$1,48 \cdot 10^{11}$	0,0017
	$^{134}\text{Cs}$	$5,28 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^{10}$	0,006
	$^{137}\text{Cs}$	$2,06 \cdot 10^6$	$4,00 \cdot 10^{10}$	0,103
Блок № 1,2 ВТ-ХЖО	$^{60}\text{Co}$	$4,41 \cdot 10^3$	$7,66 \cdot 10^8$	0,012
	$^{90}\text{Sr}$	$4,18 \cdot 10^3$	$7,76 \cdot 10^8$	0,011
	$^{134}\text{Cs}$	$4,26 \cdot 10^3$	$9,58 \cdot 10^8$	0,009
	$^{137}\text{Cs}$	$1,52 \cdot 10^4$	$6,90 \cdot 10^8$	0,044

Таблица 2.2.4. Активность сброса дебалансных вод на энергоблоках № 1,2 Белоярской АЭС в 2019 году

Источник сточных вод	Носитель сточных вод	Приемник (водоем, река)	Объем сброса, м <sup>3</sup>	Радионуклид	Величина сброса за год, Бк	Допустимый сброс, Бк	Индекс сброса
Прямки машзала блоков № 1,2; баки душевых вод энергоблоков № 1, 2	Хозфекальная канализация промплощадки Белоярской АЭС (выпуск № 3)	Ольховское болото	69609	$^3\text{H}$	2,43E+11	6,27E+12	0,039
				$^{54}\text{Mn}$	2,47E+06	1,92E+09	0,001
				$^{60}\text{Co}$	3,76E+06	4,79E+08	0,008
				$^{65}\text{Zn}$	<2,44E+06	2,65E+09	0,001
				$^{90}\text{Sr}$	2,60E+08	3,07E+09	0,085
				$^{106}\text{Ru}$	<6,96E+05	4,58E+09	0,0002
				$^{134}\text{Cs}$	<7,39E+06	5,07E+08	0,015
				$^{137}\text{Cs}$	1,49E+08	7,49E+08	0,199

Информация по сбросам дебалансного конденсата спецводоочистки (СВО) представлена по Белоярской АЭС в целом, т.к. технологически невозможно разделить сбросы энергоблока № 3 отдельно от 1 очереди (энергоблоки № 1 и № 2). Оценочное значение сбросов энергоблока № 3 в дебалансном конденсате СВО составляет порядка 6 %.

### 2.2.1.3 Состояние систем и элементов блока №1

В настоящее время реактор блока №1 отключен от всех технологических потоков: воды, пара, азота.

Для обеспечения надежных условий ядерной безопасности реактора по методикам ФЭИ и НИКИЭТ определены координаты просыпей ОЯТ, оценено их количество.

По усредненным результатам нейтронного и фотонного зондирования в графитовой кладке реактора блока №1 просыпи ОЯТ локализованы в графитовой кладке в количестве до 70 кг, на нижней плите и в опорных стаканах графитовых столбов до 30 кг. В реакторе энергоблока №1 находится 30 полностью погруженных рабочих органов СУЗ, исполнительные механизмы СУЗ обесточены и их электросхемы отключены для предотвращения извлечения рабочих органов. Контуров охлаждения каналов ручного и автоматического регулирования и аварийной защиты опорожнены. По данным ФЭИ допускается извлечение из активной зоны реактора всех рабочих органов СУЗ.

По данным отчета НИР ГНЦ РФ «ФЭИ», ФГУП «ИРМ» и АО «НИКИЭТ» «Состояние просыпей ОЯТ в оборудовании и коммуникациях 1-й очереди БЕЛАЭС» № 3.763 ОТ объем просыпей ОЯТ по обоим блокам составляет около 520 кг.

На основании расчетов удельных активностей просыпей ОЯТ были сделаны следующие выводы:

- суммарная удельная активность просыпей в графитовой кладке реактора АМБ-100 –  $1,98 \cdot 10^{12}$  Бк/кг, 50,5 % которой определяет Cs-137, 37,8 % - Sr-90, 8,9 % - Pu-241. Также содержатся U-234, 235, 236, 238, Pu-238, 239, 240, 242, Am-241, 242m, 242, 243, Cm-242, 243, 244.

- суммарная удельная активность просыпей в нижних стаканах реактора АМБ-100 –  $1,33 \cdot 10^{12}$  Бк/кг, 49,6 % которой определяет Cs-137, 42,9 % - Sr-90, 4,4 % - Pu-241. Также содержатся U-234, 235, 236, 238, Pu-238, 239, 240, 242, Am-241, 242m, 242, 243, Cm-242, 243, 244.

- суммарная удельная активность просыпей на верхней плите реактора АМБ-100 –  $6,91 \cdot 10^{11}$  Бк/кг, 49,6 % которой определяет Cs-137, 43,4 % - Sr-90, 4,3 % - Pu-241. Также содержатся U-234, 235, 236, 238, Pu-238, 239, 240, 242, Am-241, 242m, 242, 243, Cm-242, 243, 244.

- суммарная удельная активность просыпей в МДКА-1А реактора АМБ-100 –  $3,11 \cdot 10^{12}$  Бк/кг, 33,4 % которой определяет Cs-137, 24,7 % - Sr-90, 30,9 % - Pu-241. Также содержатся Eu-154, Co-60, U-234, 235, 236, 238, Pu-238, 239, 240, 242, Am-241, 242m, 242, 243, Cm-242, 243, 244.

- суммарная удельная активность просыпей в МДКА-1Б реактора АМБ-100 –  $3,11 \cdot 10^{12}$  Бк/кг, 36,1 % которой определяет Cs-137, 26,7 % - Sr-90, 33,4 % - Pu-241. Также содержатся Eu-154, Co-60, U-234, 235, 236, 238, Pu-238, 239, 240, 242, Am-241, 242m, 242, 243, Cm-242, 243, 244.

Суммарная удельная активность просыпей в дренажных трубах и коллекторах МДКА соответствует суммарной удельной активности того монжуса, к которому данные трубы и коллектора относятся.

Суммарная удельная активность просыпей в могильнике горячей камеры не рассчитывалась.

В виду того, что просыпи ОЯТ, находящиеся в боксе приводов СУЗ и технологических шахтах, близки по происхождению с просыпями ОЯТ на верхней плите, то принято, что удельная активность просыпей в этих объёмах аналогична удельной активности просыпей на верхней плите реактора АМБ-200.

Просыпи топлива, образовавшиеся при извлечении аварийных ОТВС, частично остались в кладке реактора, частично осыпались в «стаканы» на нижней плите, где осели или частично вымылись на нижнюю плиту. Также часть просыпей при извлечении аварийных ОТВС осыпалась на верхнюю плиту реактора (верхний лист верхней плиты (ВЛВП)). Возможность уноса фрагментов (просыпей) ОЯТ вентиляционным вытяжным потоком в шахту реактора существовала, хранение блоков и установка пеналов с графитом, содержащих просыпи, также могла стать причиной появления просыпей в помещении шахты реактора.

Оценка количества фрагментов (просыпей) ОЯТ в шахте аппарата не производилась в связи с высоким уровнем гамма-фона, уточнение количества просыпей ОЯТ будет выполнено при обследовании с целью разработки технологической документации на демонтаж реактора АМБ-100 и дезактивацию строительных конструкций шахты реактора.

Во время проведения работ по отбору проб графита с внешней поверхности графитовых блоков реактора АМБ-100 в 1999 году, удаляемые графитовые и чугунные блоки были размещены под боковой защитой реактора.

Распространение просыпей топлива из реакторов (графитовых кладок) в другие системы (оборудование) происходило путем:

- частичного вымывания просыпей из графитовой кладки реактора водой, поступавшей в результате разгерметизации ТВС и каналов СУЗ по охлаждающей воде (теплоносителю), перемещение просыпей при ремонтах графитовой кладки и при извлечении заклинивших ТВС, когда некоторые операции проводились с использованием водных технологий;
- поступления взвеси, содержащей просыпи топлива, графитовую пыль, продукты деления топлива и коррозии металла, на нижнюю плиту реактора;
- частичного осаждения просыпей на нижней плите, частичное, через дренажные отверстия в нижних плитах реакторов), поступление взвеси в коллекторы и далее, через трубопроводы локализации аварий, в монжусы дренажа кладки реактора (МДКА);
- оттаивания и осаждения на дно МДКА из взвеси большей части поступивших взвесей;
- после заполнения монжуса водой - передача взвеси с просыпями топлива в выпарной бак спецводоочистки (СВО);
- выпаривания поступившей из МДКА взвеси, возврат конденсата в контур для дальнейшего использования, размещение кубового остатка с возможными просыпями топлива в емкостях хранилища жидких отходов (ХЖО) на хранение.

Поступление просыпей из разгерметизированных ТВС в оборудование газового контура (при работе реакторов на мощности) происходило путем захвата частиц топлива парогазовой смесью и уносом их в виде аэрозолей по контуру, в т. ч. по коммуникациям и оборудованию системы локализации аварий (включая газгольдеры локализации аварии (ГЛА)).

Наличие просыпей ОЯТ в подреакторном помещении приводов СУЗ обусловлено попаданием обломков графитовых блоков с фрагментами аварийных ТВС из графитовой кладки и с верхней плиты при проведении операций по замене каналов СУЗ и плановых работ по расчистке зазоров стояков каналов СУЗ.

Появление просыпей топлива в БКЦВ связано с уносом водой просыпей ОЯТ во время операций, связанных с приемом обмывочных вод и технологических сливов, например, при перемещении аварийных ОТВС по ЦЗ и последующей дезактивации ЦЗ.

Просыпи топлива образовывались в «горячей» камере первой очереди при резке твэлов, вырезке образцов ТВС для исследований, внешнем осмотре негерметичных твэлов, разгрузке пеналов с поврежденными ТВС, при разделке поврежденных ТВС и т.п.

Распространение просыпей из могильника «горячей» камеры первой очереди (МГК) в другое оборудование происходило следующим образом: вода, попавшая в МГК при дезактивации «горячей» камеры первой очереди (ГК), через дренажное отверстие на дне МГК поступала в монжус дренажа «горячей» камеры (МДГК); по пути вода могла захватывать просыпи топлива; в МДГК вода отстаивалась, большая часть взвесей оседала на дне; после наполнения монжуса, вода по трубе в верхней части МДГК передавалась в емкость СВО, из которой вода подавалась на выпарные аппараты СВО. Кубовый остаток с возможными остатками частиц просыпей топлива и другими радионуклидами поступал в емкости ХЖО на хранение.

В технологических шахтах ЦЗ наличие топлива наиболее вероятно в следующем виде:

- обрезки отдельных тепловыделяющих элементов;
- просыпи топлива в графитовых блоках.

При дезактивации технологических шахт возможные проливы и просыпи ОЯТ, дезактивирующие растворы и вода сливались в МТВ.

Для реактора выполнены работы по герметизации РП и осуществляется контроль за его состоянием:

- контроль уровня плотности нейтронного потока по двум токовым каналам с записью по двум каналам на самописцы;
- контроль скорости изменения плотности нейтронного потока по трем каналам;

- предупредительная сигнализация обесточивания самописцев контроля мощности и неисправности аппаратуры контроля скорости нарастания мощности;
- контроль температуры графитовой кладки осуществляется с помощью штатной системы контроля.

Для контроля реакторного пространства (графитовой кладки) разработана и смонтирована система контроля реакторного пространства (СК РП). СК РП контролирует следующие параметры:

- мощность дозы гамма-излучения;
- влажность и температуру газовой среды в графитовой кладке;
- давление (разряжение) газовой среды в РП.

В соответствии с заключением ФЭИ наличие просыпей ОЯТ в кладке реактора при сохранении их существующей локализации не приведет к нарушению действующих требований ЯБ.

Эксплуатация системы контроля реактора осуществляется в соответствии с «Технологическим регламентом эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС» и инструкциями по эксплуатации. Поддержание исправности и надежности работы оборудования СУЗ обеспечивается за счет проведения технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов. Объем и периодичность обслуживания определяется в соответствии со структурой ремонтного цикла средств контроля и управления. Ежегодный ремонт выполняется по графикам ремонта.

Целостность контуров технологических систем не нарушалась и соответствует проекту. 1-й и 2-й контур опорожнены. Теплофикационная установка, системы радиационного контроля, пожаротушения, очистки воды БВ-1,2, отопления, электроснабжения, специальные дренажные системы и вентиляции находятся в работе.

На энергоблоке АМБ-100 в период 1982-1988 гг. выполнена консервация тепломеханического оборудования. ПВД и ПНД ТГ-1 с трубопроводами обвязки законсервированы 1% раствором ингибитора коррозии М-1, а ЦВД и ЦНД с основными конденсаторами законсервированы летучими ингибиторами коррозии НДА и КЦА. В 1988 г. ЦНД переконсервирован линасилом (силикагель, пропитанный

ингибитором коррозии ИФХАН-100). Барботер, испарители, деаэратор 1Д-6 законсервированы линасилом.

Трубопроводы и оборудование промконтура СУЗ, бак биологической защиты и нижняя плита реактора законсервированы 1% раствором силиката натрия. Установившиеся скорости коррозии, измеряемые по индикаторам коррозии, находятся в пределах от 0.008 г/м<sup>2</sup>\*час (испаритель И-А1) до 0.0000004 г/м<sup>2</sup>\*час (ЦВД ТГ-1). Часть тепломеханического оборудования, исключенного из состава эксплуатируемого, демонтирована в ходе проведения опытно-конструкторских работ по выводу из эксплуатации.

#### *2.2.1.4 Перечень систем и оборудования энергоблока №1, демонтированных полностью или частично*

Технологические системы, трубопроводы и оборудование блока №1 демонтированы частично.

Электрооборудование блока №1 частично демонтировано, а частично обесточено.

Работающее оборудование БЩУ-1 перенесено на БЩУ-2.

*Система "Р".* Система предназначалась для измерения и контроля расхода воды в каждом ТК реактора. Частично демонтирована.

*Система "Т".* Система предназначалась для измерения температуры воды на выходе из каждого технологического канала реактора. Частично демонтирована.

*Система "КГО ТВЭЛ".* Система предназначена для контроля герметичности ТВЭЛ ТК. Демонтирована частично: бокс СД-1 от штативов освобожден, импульсные линии обрезаны под полом и в пучке залиты бетонной смесью.

*Система водоснабжения реактора.* Система служила для питания реактора охлаждающей водой. Частично демонтирована.

Бак ББЗ-1 и НП заполнены водой. НП законсервирована. Системы водоснабжения находятся в работоспособном состоянии. Вода из ББЗ и НП может быть удалена.

*Система регулирования и аварийной защиты реактора.* Система



предназначалась для вывода реактора на определенную мощность, поддержания мощности и равномерного ее распределения по реактору, немедленного снижения мощности при любых опасных отклонениях от нормального режима технологического процесса. Частично демонтирована.

*Система подачи азота в кладку реактора для ее продувки.* Подача азота в реакторы прекращена. Трубопроводы подачи азота в кладку и из кладки разрезаны и заглушены в обе стороны сварными конструкциями.

*Система СДКР реактора.* Система демонтирована частично.

*Турбоагрегат № 1.* Оборудование демонтировано.

*Помещение ГЦН 72/1А.* Оборудование демонтировано.

Остальное оборудование находится на проектных местах.

#### 2.2.1.5 Бассейн выдержки отработавшего ядерного топлива БВ-1

Система хранения ОЯТ АМБ-100 размещается в помещении БВ-1. Бассейн выдержки представляет собой бетонный отсек, облицованный углеродистой сталью толщиной 8 мм, в виде ванны прямоугольной формы с размерами: длина 15,0 м, ширина 9,64 м. Высота до металлического настила составляет 15,0 м, а расстояние от металлического настила до верхнего перекрытия составляет 5,35 м. Толщина бетонных стен составляет 1,85 м. Бассейн заполнен водой до уровня «+7,2 ±0,2» м (уровень днища на отметке -5,8, уровень металлического настила на отметке +9,2), температура воды около +30°C. В каньонах бассейна на отметке -12.7 расположены прямки.

Для обеспечения хранения и обращения с отработавшими ТВС помещение БВ-1 оборудовано:

- мостовым электрическим краном с захватом 10 т и двумя таями;
- кассетами для размещения ТВС 17 местными и 35 местными;
- пеналами Ø133х6 мм для хранения ТВС или твэл;
- пеналами Ø73х2 мм для хранения твэлов и фрагментов твэлов;
- посадочными гнездами (заманами) под захватные подвески кассет;

- транспортной тележкой для перемещения кассет или пеналов из БВ в контейнерное помещение, грузоподъемность тележки 10 т;
- траверсой для установки кассет на периферийные места в БВ;
- системой контроля и сигнализации уровня воды;
- системой подпитки и охлаждения воды;
- системой вентиляции;
- системой радиационного контроля;
- системой очистки воды.

Подпитка бассейна, обусловленная естественным испарением, составляет порядка 350÷600 л/сутки воды в зависимости от температуры и влажности воздуха, поступающего в помещение бассейна из приточной вентиляции.

В 1982 году была выполнена реконструкция БВ-1 (акт выполненных работ по реконструкции БВ-1 от 20.12.1982), в ходе которой были выполнены следующие работы:

- усиление узла загрузки БВ-1 под кассету К-35;
- реконструкция БВ-1 с целью дополнительного размещения кассет в районах теплообменников со стороны контейнерной и пульта;
- произведена пескоструйная очистка и покраска поверхностей эпоксидно-каменноугольным покрытием СП-ЭК-4 по технологической инструкции НИКИМТ;
- устранены дефекты полов БВ-1;
- проведен монтаж 3-х тонных грузоподъемных балок на мостах кранов БВ-1 для обеспечения доступности ко всем местам размещения кассет;
- произведена реконструкция узла штатного опорожнения БВ-1 на отметке - 7.50.

Эксплуатация облицовок БВ-1,2 осуществляется в полном соответствии с требованиями проектно-конструкторской, эксплуатационной и технологической документации. За весь период эксплуатации отклонений от регламентных режимов и рабочих параметров эксплуатации, а также отказов с отклонениями от пределов и условий безопасной эксплуатации облицовки не зафиксировано.

В соответствии с утвержденной «Программой обследования, оценки технического состояния и остаточного ресурса облицовки БВ-1,2 первой очереди Белоярской АЭС» № 10-29-658 от 27.11.17 выполнен следующий комплекс работ:

- анализ проектно-конструкторской, эксплуатационной и технологической документации;
- неразрушающий контроль основного металла и сварных соединений;
- анализ данных мониторинга за состоянием герметичности облицовки БВ-1,2;
- оценка технического состояния и остаточного ресурса, включая расчётное обоснование.

По результатам обследования облицовки БВ-1,2 дефектов основного металла и сварных соединений, препятствующих дальнейшей безопасной эксплуатации, не выявлено. Выполненные расчетные оценки скорости развития коррозионных язв облицовки БВ-1,2 свидетельствуют, что ресурс облицовки БВ-1 обеспечен до 2030 года и ресурс облицовки БВ-2 обеспечен до 2020 года включительно.

Согласно требованиям СТО 1.1.1.01.007.0281-2019 «Управление ресурсом элементов энергоблоков атомных станций» оформлено Решение № Р 1.2.2.06.001.0285-2018 от 28.05.2018 «О возможности, сроках и условиях дальнейшей эксплуатации облицовки бассейнов выдержки первой очереди Белоярской АЭС».

Для ремонта дефектов облицовки на блоках №1 и №2 внедрена система поиска и устранения течи облицовки БВ. Система состоит из:

- устройства определения местоположения протечек;
- двух подводных видеокамер с устройством их доставки к месту осмотра;
- установки для ремонта внутренней облицовки бассейна выдержки (ремонтной оснастки).

Перекрытие бассейна выдержки представляет собой «щелевую» металлоконструкцию, по щелям которой при помощи крана г/п 10 т могут транспортироваться кассеты. Фиксация кассет во время хранения осуществляется путем их раскрепления в щелях на специальных заманах при помощи транспортных подвесок кассет.

По состоянию на 31.12.2019 в бассейнах выдержки БВ-1,2 находились 1646 ОТВС.

В настоящее время бассейн выдержки заполнен водой до отметки «+7,2±0,2» м, ОТВС хранятся в кассетах типа К-17 (кассеты К-17н – выполнены из нержавеющей стали и кассеты К-17у – выполнены из углеродистой стали) и типа К-35.

Всего в БВ-1,2 отработавшее ядерное топливо в виде ОТВС в кассетах К-17 и К-35 занимает 1819 ячеек из 2307, 223 ячейки занимают пеналы с аварийными ОТВС и твэлами. В 845 ячейках кассет К-17 и К-35 хранятся выгруженные из реакторов АМБ-100 и АМБ-200 части твэл, стержни СУЗ, защитные пробки СУЗ, стержни и стерженьки дополнительной компенсации реактивности, облученные детекторы прямого заряда, загрязненные приспособления и т.п..

В 10 из 18 отдельно стоящих в БВ-1,2 пеналов находятся просыпи и фрагменты ОЯТ.

В 6 корзинах в БВ-2 установлены 36 пеналов, в одном находится ОТВС, в остальных извлеченные из реакторов графитовые блоки с ЯМ, загрязненные приспособления и т.п..

Максимальная длительность хранения кассет К-17у с ОЯТ АМБ в БВ составляет около 50 лет.

Большинство кассет К-17 (107 шт. из 111 шт.) выполнены из углеродистой стали и по оценкам АО «ИРМ», могут служить защитным барьером (сохранять свою герметичность) только в течение ~ 14,5 лет, после чего в результате язвенной коррозии в этих кассетах возможен контакт ОТВС (в том числе и негерметичных твэл) с водой БВ. В настоящий момент по консервативным оценкам принято, что 100% чехловых труб кассет К-17у, выполненных из углеродистой стали – негерметичны.

В период с 2009 по 2011 год выполнены работы по установке кассет К-17у в чехлы из нержавеющей стали РТ5019.

Кассеты К-35 выполнены из нержавеющей стали и по оценкам сохраняют герметичность в течение ~ 35 лет, поэтому на данный момент предполагается, что они

выполняют свои защитные функции. Также оценивается и состояние кассет К-17н, выполненных из нержавеющей стали.

В кассете в зависимости от типа размещается либо 17 (кассета К-17) либо 35 чехловых труб (кассета К-35) Длина кассет различна. Все кассеты К-35 и часть кассет К-17 имеют длину 14270 мм, а часть кассет К-17 имеют длину 14340 мм (различие длины обусловлено различием обустройства днища кассет), диаметр чехловых труб 89 мм, толщина стенки чехловой трубы 3 мм. Днище кассет К-35 имеет скошенный размер по периметру – 580 мм на диаметре 740 мм. Днище кассет К-17 имеет диаметр 530 мм. Все кассеты с ОЯТ установлены в БВ-1,2 с опиранием на дно бассейнов.

Начальное обогащение ядерного топлива по U-235 в ТВС различно и максимально достигает 21% для керамического топлива.

Эксплуатация бассейна выдержки ведется в соответствии с проектными указаниями и разработанной на их основе эксплуатационной документацией. Значения технологических параметров, установленные для нормальной эксплуатации, соблюдаются:

- температура воды в БВ-1 поддерживается на уровне не выше 30°C;
- уровень воды в БВ-1 поддерживается не ниже +7,0 м;
- скорость снижения уровня воды в БВ-1 за счет естественного испарения воды не превышает 350-600 л/сут. Превышение указанного значения может свидетельствовать о возможном возникновении течи БВ-1 и служит основанием для анализа ситуации;
- объемная активность воды в БВ-1,2 по Cs137 не более  $2 \times 10^6$  Бк/л;
- объемная активность воздуха в помещениях системы хранения и обращения с ОЯТ не превышает  $1,7 \times 10^2$  Бк/м<sup>3</sup>.

Эксплуатационный контроль состояния бассейна выдержки включает в себя:

- непрерывный контроль уровня воды;
- непрерывный контроль температуры воды;
- непрерывный радиационный контроль;
- ежесменный визуальный контроль состояния стен и трубопроводов опорожнения бассейна выдержки;

- ежемесячный контроль радиоактивности воды;
- ежеквартальный контроль качества воды;
- постоянный контроль возможной утечки воды измерением скорости снижения уровня;
- контроль скорости коррозии облицовки с помощью индикаторов.

В помещениях БВ, ЦЗ и контейнерном помещении также осуществляется постоянный контроль мощности дозы гамма-излучения и концентрации радиоактивных аэрозолей с помощью АСРК с устройствами сигнализации превышения определенного уровня контролируемого параметра.

За счет работы вентсистемы 1В-6, обслуживающей помещение БВ-1, поддерживается объемная активность воздуха в помещениях не выше допустимой.

#### *2.2.1.6 Краткие сведения о составе ГК-1*

##### Аппаратное отделение с вытяжным вентиляционным центром

Энергоблоки №1 и №2 ГК 1-ой очереди БЕЛАЭС расположены в осях «3-13/В-Д» с осевыми габаритами в плане 61,4х53,0 м аппаратного отделения ГК-1. Стены здания аппаратного отделения (АО) выполнены из монолитного и крупноблочного железобетона. Реакторы расположены в шахтах со стенами из тяжелого бетона. Технологическое оборудование – в боксах со стенами из сборных железобетонных конструкций и монолитного железобетона. Над реакторами расположены реакторные залы для проведения регламентных работ по эксплуатации реакторов.

Шахты реакторов с отм. +1.08 до отм. +16.40 с БВ-1 и БВ-2 отработанного топлива с отм. -5.80 до отм. +16.40 расположены в осях: «4-7/Г-Д» на энергоблоке №1 и в осях «9-12/Г-Д» на энергоблоке №2.

Центральный (реакторный) зал (ЦЗ), составляющий основной объем каждого блока, имеет пролет 15 м, с перекрытием обслуживания на отм. +16.40. ЦЗ обслуживаются мостовыми кранами, подкрановые пути для которых расположены на отм. +38.80.

На отм.  $\pm 0.00$  в осях «3-13/Д» находится железнодорожный транспортный коридор.

Вентиляционные трубы расположены над АО в осях «5-6/Г-Д» и «10-11/Г-Д» с отм. +52.90 до 100.00. Диаметр вентиляционных труб в основании на отм.+52.90 составляет 5900 мм. С отм. +52.90 до отм. +65.82 труба представляет собой конус. Диаметр верхней части конуса и далее на всю высоту трубы - 2500 мм. Вентиляционные трубы опираются на защитные перекрытия АО на отм.+43.15 через ж/б порталы. В перекрытии на отм.+43.15 предусмотрено армирование жесткими сварными каркасами из ферм.

Портал под трубу представляет собой постамент в виде 4-х колонн, соединенных по верху перекрытием, являющимся опорной плитой под трубу, с круглым отверстием по центру диаметром 2900 мм, соответствующим диаметру нижнего звена трубы. Нижнее звено трубы по периметру закреплено анкерными болтами длиной 1700 мм в бетон перекрытия. Верх перекрытия портала располагается на отм. +52.90, т. е. с выходом на кровлю.

Основными несущими конструкциями АО являются фундаментная плита, несущие продольные и поперечные стены, конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия.

#### Машинное отделение (зал)

Машинное отделение (МО) расположено в осях «0-21/А-Б» и имеет осевые габариты 125,0х39,0 м. Низ ферм покрытия находится на отм. +21.70, высота МО – 25,6 м.

Машинный зал выполнен из железобетона, сборного железобетона и стальных металлоконструкций. Пролет машинного зала 39 м, длина 126 м, расположение турбоагрегатов - поперечное с шагом 25 м.

Междуэтажные перекрытия расположены на отм.  $\pm 0.00$  в осях «0-2» и «а-б/1-14», на отм. +3.80 - в осях «0-1» и на отм. +8.00 - по периметру МО. Под МЗ на отм. -3.30 располагается конденсационный подвал. В осях «12-17» с отм. -3.30 до отм.  $\pm 0.00$  находится подъездная железнодорожная эстакада.

МЗ оборудован двумя грузовыми кранами грузоподъемностью 100/20 т каждый. Подкрановые пути располагаются на отм. +17.00.

Оборудование машзала в части оборудования ТГ-1 (трубопроводы и арматура, турбина ВК-100-6, генератор с электрооборудованием, сливной насос, бак барботер Б-1 с трубопроводами, кабелепровод, возбуждатель, расширитель конденсата, подогреватель сальниковый, основной эжектор, охладитель пара с эжекторами и маслосистема) демонтировано.

### Этажерка блочных щитов

Этажерка блочных щитов расположена в осях «0-18/Б-В», имеет осевые габариты 109,8x11,0 м и высоту 36,0 м. Этажность этажерки блочных щитов – 7 этажей с перекрытиями на отм.  $\pm 0.00$ ; +3.80; +8.00; +12.35; +16.40, +20.00; +24.98 и подвальной частью на отм. -3.30. На отм. +24.98 и +28.40 расположены приточно-вентиляционные центры, в осях «17÷18» расположены «чистая» и «грязная» лестницы.

Конструктивная система этажерки блочных щитов – рамный каркас из сборного железобетона, состоящий из системы поперечных рам пролетом 11 м, расположенных с шагом 6 м и распорок (балок). Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается жесткими узлами сопряжения элементов: колонн с фундаментами, колонн и распорок, ригелей с колоннами. Устойчивость в продольном направлении обеспечивается горизонтальной системой связей по колоннам, конструкциями перекрытий и покрытия.

Наружные стены расположены по торцам этажерки в осях «0/Б-В» и «18/Б-В» и запроектированы из трехслойных сборных ж/б стеновых панелей НПСЖ толщиной 300 мм. Наружные стенки панели – бетон марки М200, внутреннее наполнение – пенобетона М75. Крепление панелей осуществляется к закладным деталям колонн.

Внутренние стены – из сборных бетонных блоков, монолитного бетона и кирпичные. Вдоль помещений блочных щитов со стороны МО устраивается двойная кирпичная стена.



Стены вентиляционных центров на отм. 24.98 и 28.40 выполняются из кирпича по металлическому каркасу.

#### Деаэраторное отделение

Деаэраторное отделение (ДО) расположено в осях «0-18/В-Г», имеет осевые габариты 109,8х11,0 м и высоту 36 м. Этажность ДО - 5 этажей, расположенных на отм. ±0.00; +8.00; +16.40; +20.00; +24.80, и два подвальных этажа на отм. -3.60 и -7.50.

Конструктивная система ДО – комбинированная, с рамным каркасом в осях «0-3» и «13-18» из сборного железобетона, состоящим из системы поперечных рам пролетом 11 м и распорок (балок), с массивными несущими стенами АО из сборных бетонных блоков в осях «Г/3-13». Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается жесткими узлами сопряжения элементов: колонн с фундаментной плитой и отдельными фундаментами, колонн и распорок, ригелей с колоннами, а также массивными стенами АО. Устойчивость в продольном направлении обеспечивается горизонтальной системой связей по колоннам, конструкциями перекрытий и покрытия. Конструктивно колонны по оси «В» являются частью этажерки блочных щитов.

Основными несущими конструкциями являются монолитные ж/б фундаменты, колонны, ригели, распорки, конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия.

Фундаментом ДО в осях «Г/0-13» служит монолитная ж/б фундаментная плита АО из монолитного железобетона толщиной 1550 мм по бетонной подготовке толщиной 250 мм из бетона М75 на пуццолановом цементе. Глубина заложения фундаментной плиты - на отм.-9.50 (абс. отм. 206.50). Верх фундаментной плиты - на отм. -7.70.

Наружные стены расположены по торцам этажерки в осях «0/Б-В» и «18/Б-В» и запроектированы из трехслойных сборных ж/б стеновых панелей НПСЖ толщиной 300 мм. Наружные стенки панели – бетон марки М200, внутреннее наполнение - пенобетона М75. Крепление панелей осуществляется к закладным деталям колонн.

Стены боксов ГЦН и фильтров - из монолитного железобетона М150, стены помещения теплообменников спецконтроля - из сборных бетонных сотовых блоков.

### Пристройка постоянного торца

ППТ расположена в осях «0-3/В-Д», имеет габариты в плане 18х62,3 м и высоту 36 м. Этажность ППТ - 5 этажей в центральной части и 6 этажей в крайних частях, а также подвал на отм. -7.50.

В пристройке ППТ размещены вестибюль, 2 лестницы с пассажирскими лифтами и грузовой лифт. Две металлические пожарные лестницы соединили разные уровни кровли пристройки постоянного торца. На отм.  $\pm 0.00$  у оси «Д/0-3» имеется железнодорожный въезд

Конструктивная система ППТ комбинированная: в подземной части – с несущими монолитными ж/б стенами и внутренним ж/б каркасом, а в надземной части - каркас из сборного железобетона.

Основными несущими конструкциями ППТ являются фундаментная плита, монолитные ж/б фундаменты под колонны, несущие стены, сборный ж/б каркас, конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия.

#### *2.2.1.7 Радиационная обстановка в ГК-1*

Радиационная обстановка на оборудовании и по помещениям ГК-1 Белоярской АЭС определяется в основном загрязнением внутренних поверхностей оборудования контуров циркуляции теплоносителя, газовых контуров, спецдренажных систем реактора активированными продуктами коррозии, также продуктами деления топлива. Радиационная обстановка стабильна и определяется излучением долгоживущих радионуклидов, в основном  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Co}^{60}$ .

В 2017 году в соответствии с «Программой комплексного обследования текущего состояния блоков № 1, 2 Белоярской АЭС, остановленных для вывода из эксплуатации», № БЕЛАЭС 1,2ПРГ-22К(04-03)-2016, было проведено комплексное обследование текущего состояния блоков № 1,2 Белоярской АЭС. Данные радиационного обследования помещений и оборудования ГК-1 представлены в заключительном отчете №104013.0000.160027-ТО11. Согласно отчету результаты радиационного обследования блоков № 1,2 Белоярской АЭС, остановленных для

вывода из эксплуатации, подтверждают соответствие радиационной обстановки контрольным уровням для обследованных помещений постоянного и временного пребывания.

Фактическое состояние окружающей среды в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения Белоярской АЭС удовлетворительное и соответствует нормативным требованиям.

#### 2.2.1.7.1 Радиационные характеристики конструкций блока с реактором АМБ-100

##### Графитовая кладка АМБ-100

Эксплуатация энергоблока с реактором АМБ-100 Белоярской АЭС сопровождалась большим числом аварий с ТВС в активной зоне реактора. За 17,1 лет эксплуатации блока с реактором АМБ-100 в активной зоне имели место 225 аварий с разгерметизацией оболочек твэлов, из них в 177 ячейках - аварии с последующим поступлением просыпей топлива в кладку.

Наихудшими по последствиям были «мокрые» аварии - с разрушением внутренней и внешней оболочек кольцевых твэлов, поступлением в кладку пароводяной смеси под давлением 100 атм при температуре до 500°C. При таких авариях имели место потери участков твэлов длиной до 1 м с образованием просыпей топлива, значительно повреждалась графитовая кладка в процессах окисления и эрозии графита, образовывались полости и неоднородности в кладке.

Ядерное топливо в виде ТВС выгружено из графитовой кладки в 1980-1987 году. При выгрузке из кладки реакторов аварийных ТВС, из графитовой кладки извлекались графитовые блоки, основная часть которых помещена в реакторное пространство, остальные размещены на периферии верхней плиты и в пеналах (в технологических шахтах центральных залов и в бассейнах выдержки).

После полной выгрузки из реактора ТВС, содержание ДМ в графитовой кладке определяется количеством просыпей топлива и фрагментов твэл, поступивших в кладку из поврежденных ТВС, которые невозможно извлечь из кладки без ее

разборки. Просыпи топлива поступали в графитовую кладку из поврежденных ТВС в процессе работы энергоблока на мощности и при извлечении заклинивших ТВС.

Извлечение аварийных ТВС фрезерованием и большие усилия при подъеме «закозлованных» ТВС было причиной не только дополнительного образования просыпей топлива, но также нарушений целостности блоков, присутствия в кладке фрагментов инструментов, графитового боя.

В графитовой кладке АМБ-100 в результате длительного нейтронного облучения при эксплуатации образовалось значительное количество долгоживущих радионуклидов:

- продукты активации графита и примесей ( $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Ni}$  и др.);
- продукты деления ОЯТ ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ );
- младшие актиноиды, образовавшиеся при радиационном захвате нейтронов U-238 ( $^{239,240,241,242}\text{Pu}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ ).

Наличие продуктов деления и актиноидов в кладках АМБ подтверждается данными спектрометрического анализа проб графита из кладки АМБ-100.

Наибольшую опасность просыпи топлива представляют вследствие накопления в них плутония в результате длительного облучения в процессе последующей эксплуатации после аварии. В связи с этим в настоящее время контроль за безопасностью кладки с просыпями топлива обеспечивается с помощью системы контроля реакторного пространства.

### Металлоконструкции

В 1985 году для блока №1 Белоярской АЭС была выполнена оценка наведенной активности конструкционных материалов реактора блока №1. Результаты расчетов приведены в пояснительной записке «Реактор энергоблока №1 БЕЛАЭС (Консервация)», НИКИЭТ, 1985 г. В таблице 2.2.5 приведен флюенс нейтронов по основным элементам металлоконструкций реактора блока №1.

Таблица 2.2.5. Флюенс нейтронов по основным элементам металлоконструкций реактора АМБ-100 блока №1

Конструкция	Флюенс, 1/см <sup>2</sup>	Примечание
Графит кладки	$1,9 \times 10^{21}$	En > 0,2 МэВ
Штанги кладки	$6,3 \times 10^{18}$	En > 0,7 МэВ
Кожух	$2,2 \times 10^{18}$	En > 0,7 МэВ
ББЗ внутренняя стенка	$1,0 \times 10^{18}$	En > 0,7 МэВ
Нижняя плита (верхний лист)	$1,0 \times 10^{16}$	En > 0,7 МэВ
Верхняя плита (нижний лист)	$< 10^{14}$	

Как показывают результаты (табл.2.2.6), первоначальная активность металлоконструкций формировалась следующими тремя радионуклидами  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ . После 1 года выдержки продукт активации  $^{60}\text{Co}$  остался основным нуклидом, определяющим активность металлоконструкций. Расчет временной динамики спада активности показал, что за прошедший период выдержки (~30 лет) суммарная активность снизилась почти в 70 раз и составила  $9,32 \cdot 10^{11}$  Бк по  $^{60}\text{Co}$ . Согласно данным наибольшую активность накопили чугунные блоки 5 ряда. Продукт активации  $^{60}\text{Co}$  ( $T_{1/2}=5.263$  г.) является основным дозообразующим нуклидом в МК, образовавшийся при активации естественных примесей  $^{59}\text{Co}$  в конструкционных материалах реактора. Как показывают расчетные исследования накопления продуктов активации, выполненные на других уран-графитовых реакторах, некоторый вклад в активность конструкций могут вносить трудноопределяемые в лабораторных условиях радионуклиды  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Ni}$  и  $^{63}\text{Ni}$ , являющиеся в основном бета-излучателями и не вносящими какой-либо вклад в МЭД гамма-излучения.

#### Верхний лист верхней плиты реактора

Основной источник гамма-излучения на верхнем листе верхней плиты реактора (ВЛВП) связан с процессами разгерметизации и выгрузки аварийных ОТВС из реактора, при которых продукты деления из разрушенных ТВЭЛов попадали на поверхности конструкций реактора, в том числе на ВЛВП (уровень ВЛВП - отм.+13,9м). Радиационная обстановка на ВЛВП и у стояков технологических

каналов существенно зависит от количества и активности просыпей ОЯТ, поэтому в разных местах по длине стояков и на верхней плите регистрировались сильно различающиеся значения мощности дозы.

По результатам обследований ВЛВП блока №2 были сделаны следующие выводы:

- значения МЭД у поверхности ВЛВП-2 лежат в диапазоне от 4 до 75 мЗв/ч;
- среднее значение МЭД по 37 точкам измерений составляет 20 мЗв/ч;
- основным излучателем, определяющим МЭД гамма-излучения на ВЛВП-2, является  $^{137}\text{Cs}$ ;
- максимальная измеренная суммарная активность просыпей (отложений) на ВЛВП-2 составляет  $1,3 \times 10^9$  Бк/кг;
- значения МЭД над ВЛВП-2 полностью определяются лежащими на ней отложениями с просыпями ОЯТ;
- на поверхности ВЛВП-2 находится слой продуктов коррозии толщиной 2...10 мм, а также посторонние предметы: болты, шайбы, гаечный ключ и т.д.;
- полная активность радионуклидов на ВЛВП-2 составляет  $74 \div 111 \cdot 10^{10}$  Бк; из них активность  $^{137}\text{Cs}$  –  $38,8 \cdot 10^{10}$  Бк, активность  $^{60}\text{Co}$  – около  $9,2 \cdot 10^{10}$  Бк, активность  $^{90}\text{Sr}$  –  $37 \div 74 \cdot 10^{10}$  Бк, активность  $^{241}\text{Am}$  –  $6,3 \cdot 10^{10}$  Бк;
- масса просыпей ОЯТ на ВЛВП-2 составляет  $1 \div 2$  кг.

Т.к. количество аварий с разгерметизацией ТВС для блока № 1 в 1,5...2 раза меньше, чем для второго блока, то количество просыпей ОЯТ на ВЛВП-1 было оценено величиной того же порядка, что и для ВЛВП-2.

Таблица 2.2.6. Данные по снижению величины наведенной активности некоторых металлоконструкций реактора в зависимости от времени выдержки после останова блока №1

№ п/п	Дата и время после останова	Активность верхней плиты (Бк)			Активность стояков (Бк)			Активность чугунных блоков смешанной кладки (Бк)								
		Co <sup>60</sup>	Fe <sup>59</sup>	ΣА	Co <sup>60</sup>	Cr <sup>51</sup>	ΣА	1 ряд			3 ряд			5 ряд		
								Co <sup>60</sup>	Fe <sup>59</sup>	ΣА	Co <sup>60</sup>	Fe <sup>59</sup>	ΣА	Co <sup>60</sup>	Fe <sup>59</sup>	ΣА
1.	18.06.81г.	$7,62 \cdot 10^9$	-	$7,62 \cdot 10^9$	$8,88 \cdot 10^9$	$5,55 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$1,41 \cdot 10^{10}$	$1,26 \cdot 10^{10}$	$2,66 \cdot 10^{10}$	$4,20 \cdot 10^{10}$	$6,73 \cdot 10^{10}$	$1,09 \cdot 10^{11}$	$4,23 \cdot 10^{13}$	$2,10 \cdot 10^{13}$	$6,33 \cdot 10^{13}$
2.	18.06.82г. (365 дней)	$6,73 \cdot 10^9$	-	$6,73 \cdot 10^9$	$7,77 \cdot 10^9$	-	$7,77 \cdot 10^9$	$1,23 \cdot 10^{10}$	$4,55 \cdot 10^7$	$1,24 \cdot 10^{10}$	$3,69 \cdot 10^{10}$	$2,44 \cdot 10^8$	$3,71 \cdot 10^{10}$	$3,71 \cdot 10^{13}$	$7,61 \cdot 10^{10}$	$3,72 \cdot 10^{13}$
3.	01.01.83г. (561 дней)	$6,22 \cdot 10^9$	-	$6,22 \cdot 10^9$	$7,25 \cdot 10^9$	-	$7,25 \cdot 10^9$	$1,15 \cdot 10^{10}$	-	$1,15 \cdot 10^{10}$	$3,43 \cdot 10^{10}$	-	$3,43 \cdot 10^{10}$	$3,46 \cdot 10^{13}$	$3,70 \cdot 10^9$	$3,46 \cdot 10^{13}$
4.	18.06.83г. (730 дней)	$5,85 \cdot 10^9$	-	$5,85 \cdot 10^9$	$6,81 \cdot 10^9$	-	$6,81 \cdot 10^9$	$1,08 \cdot 10^{10}$	-	$1,08 \cdot 10^{10}$	$1,96 \cdot 10^{10}$	-	$1,96 \cdot 10^{10}$	$3,25 \cdot 10^{13}$	-	$3,25 \cdot 10^{13}$
5.	18.06.85г. (4 года)	$4,51 \cdot 10^9$	-	$4,51 \cdot 10^9$	$5,25 \cdot 10^9$	-	$5,25 \cdot 10^9$	$8,29 \cdot 10^9$	-	$8,29 \cdot 10^9$	$2,48 \cdot 10^{10}$	-	$2,48 \cdot 10^{10}$	$2,50 \cdot 10^{13}$	-	$2,50 \cdot 10^{13}$
6.	18.06.91г. (10 лет)	$2,04 \cdot 10^9$	-	$2,04 \cdot 10^9$	$2,37 \cdot 10^9$	-	$2,37 \cdot 10^9$	$3,77 \cdot 10^9$	-	$3,77 \cdot 10^9$	$1,13 \cdot 10^{10}$	-	$1,13 \cdot 10^{10}$	$1,14 \cdot 10^{13}$	-	$1,14 \cdot 10^{13}$
7.	18.06.2010г. (29 лет)	$1,67 \cdot 10^9$	-	$1,67 \cdot 10^9$	$1,96 \cdot 10^8$	-	$1,96 \cdot 10^8$	$3,07 \cdot 10^8$	-	$3,07 \cdot 10^8$	$9,25 \cdot 10^8$	-	$9,25 \cdot 10^8$	$9,28 \cdot 10^{11}$	-	$9,28 \cdot 10^{11}$
8.	18.06.2031г. (50 лет)	$1,04 \cdot 10^7$	-	$1,04 \cdot 10^7$	$1,22 \cdot 10^7$	-	$1,22 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	-	$2,00 \cdot 10^7$	$5,92 \cdot 10^7$	-	$5,92 \cdot 10^7$	$5,85 \cdot 10^{10}$	-	$5,85 \cdot 10^{10}$
9.	18.06.2081г. (100 лет)	$1,44 \cdot 10^4$	-	$1,44 \cdot 10^4$	$1,70 \cdot 10^4$	-	$1,70 \cdot 10^4$	$2,66 \cdot 10^4$	-	$2,66 \cdot 10^4$	$8,14 \cdot 10^4$	-	$8,14 \cdot 10^4$	$8,07 \cdot 10^7$	-	$8,07 \cdot 10^7$

## 2.2.1.7.2 Радиационные характеристики помещений и систем здания ГК-1

Радиационное обследование помещений ГК-1

В 2017 г. было выполнено радиационное обследование помещений блоков №1 и №2 БЕЛАЭС. Также детальные обследования некоторых помещений БВ-1 и БВ-2 и ЦЗ-1 и ЦЗ-2 блоков были выполнены в 2006 г. и 2008 г. Часть помещений постоянного и временного пребывания персонала находится под контролем службы ОРБ, в них выполняются периодические измерения МЭД гамма-излучения (не реже 1 раза в три месяца), определяется снимаемая активность, все замеры фиксируются в специальных журналах.

В таблице 2.2.7 отмечены помещения блока №1, в которых отмечены наиболее максимальные уровни МЭД гамма-излучения.

Таблица 2.2.7. Помещения блока №1, в которых отмечены максимальные уровни МЭД гамма-излучения

№ помещения	Наименование помещения	МЭД, мкЗв/ч
№17/1	Бокс монжюса дренажа кладки аппарата №1	1500
№21/1	Бокс монжюса дренажа кладки аппарата блока №1	1400
№26	Бокс вакуумного насоса монжюса трапных вод	1200
№79	Горячая камера	6000

По результатам обследования помещений были сделаны следующие выводы:

- общая радиационная обстановка в некоторых помещениях характеризуется присутствием в помещениях загрязненного оборудования, инструмента;
- часть активности сосредоточена в основном в дефектах поверхности покрытия пола в помещениях (открытые швы пластиката, щели и др.) и имеет точечный характер локализации;
- в некоторых помещениях наблюдались повышенные уровни МЭД на уровне 2 м вследствие прохождения излучения через стены или потолок из соседних помещений;



- загрязнение в помещениях в основном обусловлено продуктом деления  $\text{Cs}^{137}$ , активность продукта активации  $\text{Co}^{60}$  на 1-2 порядка меньше и для большинства проб не превышает уровней минимально детектируемой активности;
- доминирующий вклад  $\text{Co}^{60}$  в мощность дозы был обнаружен только возле некоторых металлических фрагментов РАО, находящихся в помещениях блока, что обусловлено присутствием на них отложений I контура, характеризующиеся высоким содержанием продукта активации  $\text{Co}^{60}$ ;
- присутствие  $\text{Am}^{241}$  было обнаружено только в помещениях 101, 102;
- учитывая периодическое выполнение работ по подготовке к ВЭ в рамках утвержденных на БЕЛАЭС мероприятий радиационная обстановка в помещениях подвержена изменениям в зависимости от интенсивности проведения работ (освобождение ТШ в ЦЗ от длинномеров и др.).

#### Радиационное обследование ЦЗ-1 аппаратного отделения

Радиационная обстановка на большей площади ЦЗ-1 аппаратного отделения меняется в зависимости от выполнения различных работ по подготовке к ВЭ блоков, выполняемых в ЦЗ. Контроль за изменениями радиационной обстановки ведется службой ОРБ с регистрацией в соответствующем журнале. В настоящее время контроль ведется с помощью АСРК.

По результатам проведенного в 2006 году радиационного обследования ТШ БЕЛАЭС были сделаны следующие выводы:

- максимальная МЭД гамма-излучения 50 Зв/ч имеет место в ТШ-1 блока №2 на поверхности кассеты с ОТВС;
- из трех шахт с квадратными пенами (ТШ-1 и ТШ-3 блока №1 и ТШ-3 блока №2) максимальное значение МЭД достигает 1,2 Зв/ч в ТШ-1 блока №1;
- в остальных шахтах, где радиационную обстановку определяют, в основном, каналы СУЗ, максимальные значения МЭД составляют 2,5-6 Зв/ч (в ТШ-5 блока №2 около 0,5 Зв/ч);
- гамма-излучение из остальных ТШ, где находятся элементы СУЗ, кроме  $\text{Cs}^{137}$  также определяется  $\text{Co}^{60}$ ;

– по предварительной классификации во всех ТШ имеется оборудование, которое относится к категории высокоактивных ТРО (МЭД гамма-излучения более 10 мЗв/ч на расстоянии 10 см).

Данные подробного радиационного обследования помещений СУЗ датируются 1990 г. Для помещений СУЗ реактора АМБ-100 (блок № 1) мощность экспозиционной дозы (МЭД) на поверхности оборудования оценивалась величиной 30-60 мЗв/ч. Загрязненность пола в смежных помещениях № 8 (бокс приводов СУЗ) и № 12 (боксы клапанов АЗ) по замерам бета-активности составляла 49000-250000 част/см<sup>2</sup>\*мин (значение 250000 относится к боксам 12).

Согласно расчетным данным, стальные двери помещения № 8 обеспечивают допустимую для пребывания персонала в смежных коридорах радиационную обстановку (менее 0,01 мЗв/ч), и дополнительной биологической защиты дверей не требуется.

Значения МЭД в помещении СУЗ (для блока №1):

- вблизи отдельных сифонов стояков каналов СУЗ - 30 мкЗв/с;
- на расстоянии 1 м от пола ~3 мкЗв/с;
- на полу помещения СУЗ ~2 мкЗв/с.

Выполненные в 2010 г. измерения показали, что высокие уровни МЭД гамма-излучения в помещениях СУЗ блока №1 сохраняются и в отдельных точках составляют до 5,4 мЗв/ч.

#### Радиационное обследование БВ -1

В 2008 г. было выполнено детальное обследование конструкций и помещений БВ-1 с применением различного радиометрического и спектрометрического оборудования. Также был выполнен отбор мазков и проб воды, воздуха, аэрозолей. Более детальные результаты представлены в отчете НИКИЭТ «Результаты радиационного обследования помещений, занятых в технологическом процессе разделки ОТВС на Белоярской АЭС. Отчет. 2008».

В помещениях БВ на высоте 10 см от пола средняя МЭД составляет около 160 мкЗв/ч, а максимальная МЭД - около 400 мкЗв/ч; на высоте 1 м МЭД примерно в 2 раза меньше.

Из бассейна выдержки и каньонов в контейнерной были отобраны пробы воды. Результаты анализа проб приведены в таблице 2.2.8.

Таблица 2.2.8. Удельная активность проб воды

Место отбора пробы	Удельная активность, Бк/л		
	Cs <sup>137</sup>	Sr <sup>90</sup>	Суммарная
БВ-1	$8,3 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^5$	$8,4 \cdot 10^6$
Контейнерная, каньон БВ-1	$8,3 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^6$

Результаты анализа содержания Cs<sup>137</sup> в воздухе помещений БВ-1 составили 4,7 Бк/м<sup>3</sup>, что в десятки раз меньше допустимой объемной активности для персонала. Аэрозоли Sr<sup>90</sup> в воздухе обнаружены не были (предел обнаружения 0,5 Бк/м<sup>3</sup>).

Результаты измерений проб воды из могильника ГК 1 очереди, полученные специалистами БЕЛАЭС (справка № 38-1/04 от 10.09.2007) показали, что активность воды по Cs<sup>137</sup> -  $1,96 \cdot 10^8$  Бк/л; Cs<sup>134</sup> <  $1,04 \cdot 10^5$  Бк/л; Co<sup>60</sup> <  $7,4 \cdot 10^4$  Бк/л. МЭД от емкости 200 мл с водой из могильника ГК (вплотную) составляла – 1 мЗв/ч.

По результатам радиационного обследования были сделаны следующие выводы:

- помещение БВ-1 (пом. 154/1): средняя МЭД – 2 мЗв/ч. На 1/3 площади МЭД превышает 2 мЗв/ч. Максимальная МЭД около 8 мЗв/ч. Уровни МЭД выше 3 мЗв/ч определяются пеналами с ТРО. Основной гамма-источник обнаружен в кассетах у границы раздела вода-воздух. Плотности потока бета- и альфа-излучений на поверхности настила достигают, соответственно, 81000 част/(см<sup>2</sup>\*мин) и 19 част/(см<sup>2</sup>\*мин). После зачехловки кассет К-17у средняя МЭД по БВ-1 составляет около 0,5 мЗв/ч;

- контейнерная между БВ (пом. 155): на уровне +9,2 м средняя МЭД - 1000 мкЗв/ч, максимальная МЭД более 6 мЗв/ч; на уровне +15,7 м средняя МЭД - 50 мкЗв/ч, максимальная МЭД более 200 мкЗв/ч. Основной гамма-источник на уровне +9,2 м - каньоны бассейнов выдержки. Плотности потока бета – и альфа –излучений

на поверхности пола достигают, соответственно, 25000 част/(см<sup>2</sup>\*мин) и 23 част/(см<sup>2</sup>\*мин);

- коридор между БВ (пом. 156): средняя МЭД - 160 мкЗв/ч, максимальная МЭД более 400 мкЗв/ч, плотность потока бета – излучения на поверхности пола достигают 4200 част/(см<sup>2</sup>\*мин);

- операторские БВ (пом.157/1 и 157/2): средняя МЭД - 4 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 40 мкЗв/ч, плотность потока бета–излучения на поверхности пола в среднем 300 част/(см<sup>2</sup>\*мин);

- коридор на отм.+5.5 м (пом. 118): средняя МЭД - 10 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 20 мкЗв/ч, плотность потока бета–излучения на поверхности пола достигают 2800 част/(см<sup>2</sup>\*мин);

- помещения на отм. 0,0 м: горячая камера (пом.79): средняя МЭД - 170 мЗв/ч, максимальная МЭД около 220 мЗв/ч; операторская ГК (пом.77): средняя МЭД - 15 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 55 мкЗв/ч, плотность потока бета–излучения на поверхности пола достигают 360 част/(см<sup>2</sup>\*мин), рем. зона ГК (пом.78): средняя МЭД - 220 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 300 мкЗв/ч;

- коридоры трубопроводов на отм.-3,3 м (пом.47/1 и 47/2): средняя МЭД - 280 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 1,3 мЗв/ч, плотность потока бета–излучения на поверхности пола достигают 36000 част/(см<sup>2</sup>\*мин).

- кольцевой коридор на отм.-7,5 м (пом.29/1 -29/2): средняя МЭД - 500 мкЗв/ч, максимальная МЭД около 3,3 мЗв/ч (определяется протечкой на стене коридора), плотность потока бета–излучения на поверхности пола достигают 37000 част/(см<sup>2</sup>\*мин).

Донные отложения бассейнов выдержки представляют собой мелкодисперсные осадки, основу которых составляют продукты коррозии конструкционных материалов.

Измерения радионуклидного состава проб отложений из БВ-1 проводились ОАО «ИРМ» в 2010-2011 гг. В таблице 2.2.9 приведены верхние значения удельных активностей радионуклидов донных отложений в БВ-1, полученные в результате измерений концентрации делящихся материалов и удельной активности продуктов

деления в донных осадках БВ-1, для сравнения в период до (2004 г.) и после (2010-2011 гг.) установки кассет К-17у в нержавеющие тонкостенные чехлы РТ5019. При этом для последних измерений приведены результаты для проб, взятых как из узла загрузки (УЗ), так и центральной щели (ЦЩ).

Таблица 2.2.9. Радионуклидный состав и удельная активность проб донных отложений в БВ-1, Бк/г

Год измерений		Cs <sup>137</sup>	α -излучатели	в том числе Am <sup>241</sup>	Sr <sup>90</sup>	Y <sup>90</sup>	Co <sup>60</sup>
2004 г.		4,1·10 <sup>5</sup>	1,3·10 <sup>4</sup>	7,2·10 <sup>3</sup>	1,7·10 <sup>5</sup>	(2,5·10 <sup>5</sup> )*	2,1·10 <sup>3</sup>
2010-2011 г.	УЗ	4,3·10 <sup>6</sup>	5,1·10 <sup>4</sup>	1,4·10 <sup>4</sup>	3,9·10 <sup>5</sup>	5,8·10 <sup>5</sup>	2,4·10 <sup>3</sup>
	ЦЩ	3,6·10 <sup>6</sup>	3,2·10 <sup>4</sup>	7,0·10 <sup>3</sup>	1,5·10 <sup>5</sup>	1,5·10 <sup>5</sup>	1,4·10 <sup>3</sup>
*-Восстановлено по пропорции Y <sup>90</sup> / Sr <sup>90</sup> по измерениям 2010-2011 гг.							

Количество донных отложений в БВ-1 первой очереди БЕЛАЭС до проведения работ по упаковке, оценивалось величиной около 1 т. При выполнении работ по упаковке кассет К-17у в тонкостенные чехлы, количество донных отложений увеличилось за счет осыпания продуктов коррозии с чехловых труб кассет.

При оценке суммарного количества донных отложений принято, что в ходе работ по упаковке количество осыпавшихся продуктов коррозии составило приблизительно столько же, сколько было накоплено за предыдущие годы хранения. Поскольку это предположение является неопределённым, а также с учётом того, что исследования проводились для ограниченных зон БВ (узла загрузки, центральной щели), далее в оценках принят консервативный коэффициент запаса по суммарному количеству донных отложений, равный двум. Таким образом, количество донных отложений в БВ-1 принято равным 4 т.

В таблице 2.2.10 представлены данные по суммарной активности донных отложений в БВ-1 на 2012г.

Таблица 2.2.10 - Оценка суммарной активности донных отложений БВ-1, Бк

Нуклид	Cs <sup>137</sup>	α -излучатели	Pu <sup>241</sup>	Sr <sup>90</sup>	Y <sup>90</sup>	Co <sup>60</sup>
БВ-1	1,7·10 <sup>13</sup>	2,0·10 <sup>11</sup>	7,4·10 <sup>11</sup>	1,6·10 <sup>12</sup>	2,3·10 <sup>12</sup>	9,6·10 <sup>9</sup>

Таким образом, активность донных отложений определяется в основном радионуклидами  $Cs^{137}$ ,  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  и составляет приблизительно на 2 порядка меньше активности, содержащейся в кассетах с ОЯТ АМБ.

### 2.2.2 Дизель-генераторная и компрессорная станция

Здание ДГС-1 первой очереди БЕЛАЭС введено в эксплуатацию в ноябре 1964г.

ДГС-1 представляет собой одноэтажное производственное здание без подвала, осевыми габаритами в плане 9х30 м и высотой 7,63 м. Под зданием расположены проходные железобетонные тоннели электрокабелей и технологических трубопроводов. Отдельно выделенной служебно-бытовой части в здании ДГС-1 нет.

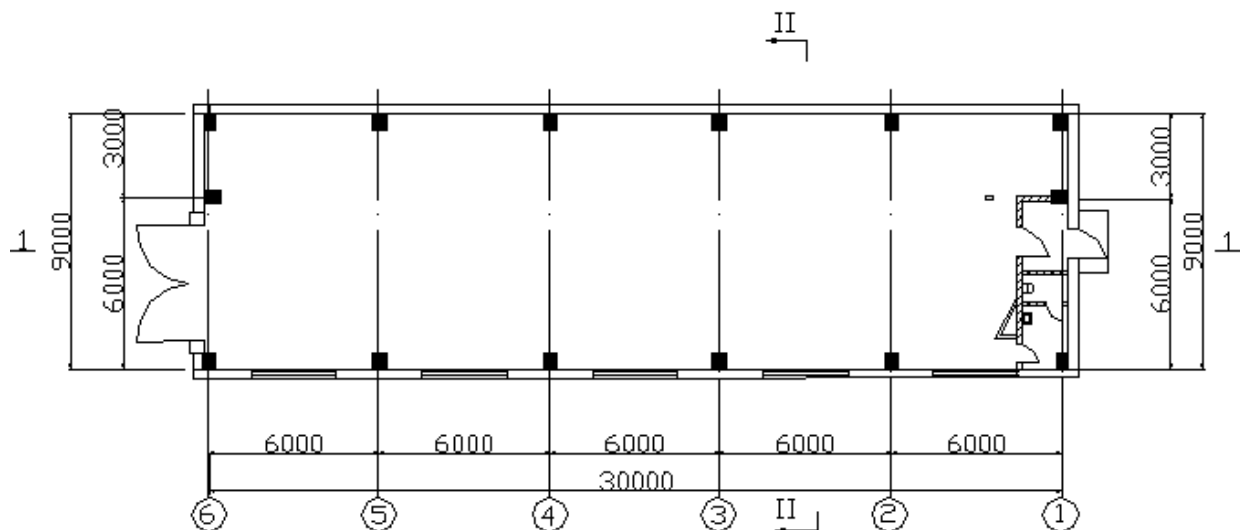


Рис. 2.2.5. Схема здания дизель-генераторной станции

Конструктивная схема здания ДГС-1 – каркасная, из сборного железобетона. Основные несущие ж/б конструкции: фундаменты, колоны, конструкции покрытия, подкрановые балки (см. рис. 2.2.5).

ДГС-1 предназначена для снабжения потребителей 1 очереди надежным питанием, а также всех потребителей промплощадки (1 и 2 очереди) сжатым воздухом.

В ДГС-1 расположено следующее основное технологическое оборудование:

- дизель-генераторные установки ДГ-1, ДГ-2, ДГ-Р (действующие);
- дизель-генераторные установки ДГ-3, ДГ-4 (выведенные из эксплуатации);

- компрессорные установки ВК-1, ВК-2, ВК-3 (действующие).

В части снабжения надежным питанием в настоящий момент ДГС-1 функционирует не в проектном режиме, а находится на этапе подготовки к выводу из эксплуатации. Основными потребителями надежного питания являются:

- установка пожаротушения и пожарной сигнализации кабельных сооружений 1 очереди (УПТ, УПС);
- аварийное освещение блоков №1,2 и части вспомогательных сооружений (ХВО, СВО);
- щиты дозиметрического контроля блоков №1,2 и КИП;
- связь.

### **2.2.3 Здание спецводоочистки**

Спецводоочистка расположена в отдельном здании (см. рис. 2.2.6) и предназначена для переработки всех радиоактивных вод БЕЛАЭС способом дистилляции и вывода радиоактивности из цикла.

Жидкие радиоактивные среды, образующиеся при эксплуатации блоков №1,2 и 3 поступают в соответствующие сборные емкости откуда они направляются на переработку в системы здания спецводоочистки.

Для переработки трапных, обмывочных, регенерационных вод и вод спецпрачечной в составе спецводоочистки предусмотрены следующие выпарные установки:

- выпарная установка I, состоящая из 3-х ниток (А, Б, В) производительностью по 6 т/ч каждая;
- выпарная установка II, состоящая из 2-х аппаратов производительностью по 2 т/ч каждый;
- выпарная установка III, состоящая из 2-х аппаратов производительностью по 6 т/ч каждый.

Дополнительная очистка конденсата перед подачей его потребителям или сбросом в баки чистого конденсата производится на ионообменных «барьерных» фильтрах.

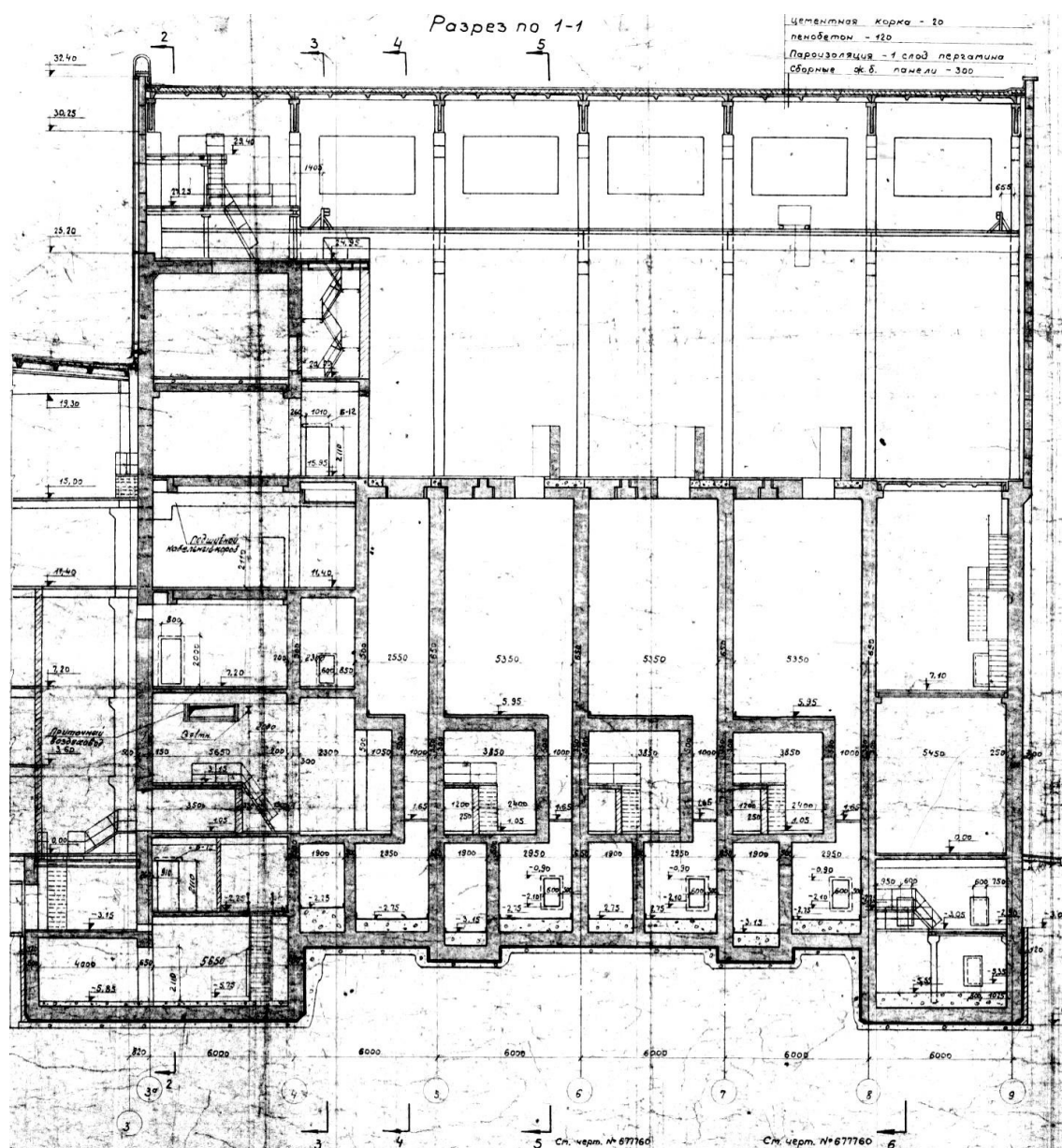


Рисунок 2.2.6. Эскиз поперечного разреза здания СВО

В связи с окончательным остановом блоков №1 и №2 суммарная производительность установок СВО обеспечивает значительный резерв мощностей для переработки радиоактивных вод, и поэтому с целью экономии трудовых и дозовых затрат выпарные установки I и II выведены из эксплуатации. Входящее в состав установки I СВО баковое оборудование сбора радиоактивных и очищенных жидких сред, насосное и теплообменное оборудование используется при работе установки III СВО. Оборудование и выпарная установка III находятся в состоянии нормальной эксплуатации.



Жидкие радиоактивные отходы, образующиеся в результате переработки на установках СВО радиоактивных сточных вод блоков №1, №2 и №3 Белоярской АЭС, хранятся в виде солевых растворов (кубовых остатков), пульп фильтрующих материалов и шламов трапных вод в баках хранилищ жидких радиоактивных отходов ХЖО.

Выпарная установка III СВО расположена в отдельно стоящем здании спецводоочистки (здание СВО).

Баки СВО для приема трапных, обмывочных и регенерационных вод и баки чистого конденсата расположены вне здания СВО по его периметру. Баки имеют железобетонную конструкцию, облицованную внутри нержавеющей сталью, и имеют со всех сторон и наверху земляную обваловку. Все баки соединены с оборудованием СВО нержавеющей трубопроводами, проложенными в непроходных подземных каналах, имеющих уклон в сторону здания СВО.

Эксплуатация спецводоочистки осуществляется в соответствии с «Технологическим регламентом эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС», «Инструкцией по эксплуатации II установки СВО», «Инструкцией по эксплуатации установок III СВО», «Инструкцией по ликвидации аварий на установках СВО БЕЛАЭС».

Ремонтное и техническое обслуживание оборудования осуществляется в соответствии с графиками планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания.

#### ***2.2.4 Хранилище жидких радиоактивных отходов (ХЖО)***

Хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО) расположены в отдельном здании, которое соединено со зданием СВО переходной эстакадой.

В состав системы ХЖО входят хранилища жидких радиоактивных отходов ХЖО-1 и ХЖО-2.

Хранилище жидких радиоактивных отходов (ХЖО-1) введено в эксплуатацию в ноябре 1964 г. Хранилище жидких радиоактивных отходов (ХЖО-2) введено в эксплуатацию в 1979 г.

Техническим решением № ТР-ХЦ-2019-2113 от 27.12.2019 срок эксплуатации

баков ХЖО-1 и ХЖО-2 продлен до 30.12.2030 года.

Хранилище жидких отходов предназначено для хранения жидких радиоактивных отходов (пульпы и кубового остатка), образующихся при переработке на спецводоочистке жидких радиоактивных сред блоков 1, 2, 3 Белоярской АЭС и хранения их в течение длительного времени. Здание ХЖО функционирует в настоящее время в проектом режиме эксплуатации. Поскольку ХЖО предназначено для временного хранения РАО, то его объем заполнения постоянно меняется.

ХЖО представляет собой отдельно стоящее частично заглубленное сооружение, выполненное в сборно-монолитном железобетонном варианте. По проекту сооружение первой очереди ХЖО (ХЖО-1) расположено в осях «1-9/А-Г». Осевые габариты надземной части - 45,0х18,0 м. (рис. 2.2.7-2.2.8). По проекту сооружение второй очереди ХЖО (ХЖО-2) расположено в осях «11-31/А1-Ж1. Осевые габариты надземной части - 54,0х24,0 м. (рис. 2.2.9-2.2.10).

Основными несущими конструкциями являются фундаменты, стены, колонны, подкрановые балки, конструкции перекрытий и покрытия в виде балок и плит.

Фундаментом под всем ХЖО служит монолитная железобетонная плита (поддон) толщиной 150 мм. Глубина заложения ленточных фундаментов -3,70, монолитной плиты -6.05.

Стены подземной части – монолитные железобетонные, надземной части - кирпичные. Перегородки подземной части – железобетонные, надземной – кирпичные.

Колонны в осях «1-9/В-Г» - сборные железобетонные, сечением 400х600 мм, с шагом 6 м. Подкрановые балки вдоль осей «В» и «Г» – сборные железобетонные, с опиранием на консоли колонн.

Несущие конструкции междуэтажных перекрытий ниже отм. 0,00 выполнены из монолитного железобетона с жестким сопряжением узлов со стеновыми конструкциями, а на отм. 0.00, в местах расположения люков и технологических отверстий - из сборных железобетонных плит.

ХЖО связано со зданием спецводоочистки (СВО) эстакадой. ЖРО хранятся в герметичных бетонных емкостях, облицованных внутри коррозионностойкой сталью

1X18H9T толщиной 3 мм. ХЖО включает в себя 13 емкостей. Емкости установлены на бетонном поддоне. Днище емкости и поддон разделяет слой гравия. Схема емкости хранения ЖРО представлена на рис. 2.2.11.

Контроль герметичности емкостей ХЖО осуществляется при помощи контроля уровня воды, ее химического состава и активности в дозиметрических колодцах и дозиметрическом приямке. Все дозиметрические колодцы и приямки оснащены сигнализаторами появления в них воды. Контроль герметичности емкостей ХЖО осуществляется также при помощи сигнализаторов уровней в емкостях.

Трубопроводы для приема ЖРО в емкости ХЖО проложены по эстакаде СВО-ХЖО в специальном металлическом лотке. Слив протечек ЖРО с лотка заведен в приямки П-8 ХЖО.

Трубопроводы с ЖРО (кубовый остаток и пульпа) расположены в трубных коридорах ХЖО на отметке - 2,5. На отметке 0,00 ХЖО расположены трубопроводы технической воды, пара, конденсата и сжатого воздуха.

Баки ХЖО выполнены из железобетонных конструкций, облицованных внутри нержавеющей сталью. Баки расположены по периметру здания ХЖО, установлены на бетонном поддоне и за периметром здания снабжены земляной обваловкой. Между днищем баков и поддоном находится слой гравия для отвода аварийных протечек в дренажный приямки.

В здании ХЖО расположена выпарная установка кубовых остатков - доупариватель жидких отходов (ДЖО), предназначенная для концентрирования ЖРО с солесодержанием 100 г/л и менее до солесодержания 400 - 500 г/л.

Эксплуатация ХЖО осуществляется в соответствии с «Технологическим регламентом эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС», «Инструкцией по эксплуатации выпарной установки кубовых остатков ХЖО», «Инструкцией по безопасному ведению работ на оборудовании хранилища жидких отходов», «Инструкцией по ликвидации аварий на 1 очереди БЕЛАЭС», Регламентом по эксплуатации хранилища жидких отходов.

Общий объем баков ХЖО-1,2 по проекту составляет 7400 м<sup>3</sup>.

Установленный инструкцией по эксплуатации рабочий объем баков при их

заполнении составляет 6050 м<sup>3</sup>, оставшийся свободный объем - для аварийного приема ЖРО в случае разгерметизации любого бака СВО или ХЖО и объем резервного бака.

Степень заполнения ёмкостей ХЖО на 01.01.2020 года составляет 70% (заполнено 4236,3 м<sup>3</sup> из 6050 м<sup>3</sup> разрешенного для заполнения объема ХЖО). Суммарная активность отходов в ХЖО составляет  $4,3545 \cdot 10^{14}$  Бк.

Жидкие радиоактивные отходы хранятся в виде солевых растворов (кубовых остатков), пульпы фильтрующих материалов и шламов трапных вод.

Характеристики ЖРО представлены в таблицах 2.2.11 – 2.2.13.

Таблица 2.2.11. Количественный и качественный состав ЖРО, поступающих с 1 и 2 блоков в ХЖО, в том числе от СВО

№ п/п	Период	Объем, м <sup>3</sup>		Активность, Бк/г	Радионуклидный состав (основной) Бк/г			
		1,2бл+СВО	Сумма		Cs-137	Cs-134	Co-60	Mn-54
1	2012	11,2+56,25	67,45	8,35+4	8,30+4	1,87+2	2,81+2	-
2	2013	10,7+50,30	61,00	8,88+4	8,83+4	1,60+2	1,91+2	1,61+2
3	2014	10,2+51,0	61,2	1,07+5	1,07+5	1,85+2	1,60+2	-
4	2015	10,2+48,55	58,75	7,47+4	7,39+4	6,15+1	2,56+1	-
5	2016	10,88+54,5	65,38	2,55+4	2,53+4	3,94+1	5,5+1	1,06+2
6	2017	13,78+29,31	43,09	1,03+5	1,03+5	6,04+1	1,07+2	1,59+1
7	2018	7,42+33,15	40,57	4,82+4	4,82+4	6,87+1	1,13+2	1,3+1
8	2019	9,7+35,7	45,4	2,01+4	2,01+4	1,0+1	1,3+1	1,4+1

Таблица 2.2.12. Характеристика химического состава ЖРО (вода) в емкостях ХЖО-1 и ХЖО-2

Емкость	ХПК	Оксалаты	Железо	Хлориды	Сульфаты	Нитраты	Аммоний	Натрий	Карбо- наты	Нефте- продукты
	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>
БКО-А	4,6	98,4	0,047	10,7	32,5	33,2	1,7	16	44,1	0,21
БКО-Б	5,8	20,2	0,070	4,5	21,9	0,96	0,075	67,0	42,8	0,08
БКО-В	6,25	13,2	0,039	4,5	29,9	0,96	0,085	17,0	52,8	0,22
БКО-Г	0,75	17,6	0,043	5,4	45,9	1,10	0,043	12,0	56,9	0,40
БПЛ-А	4,5	4,84	0,0039	17,3	16,0	1,07	0,058	20,0	2,4	0,027
БПЛ-Б	3,5	61,3	0,023	6,8	25,4	19,6	0,82	11,5	7,8	0,057
БПЛ-В	7,0	13,2	0,033	5,8	36,76	0,96	0,046	70,0	38,0	0,066
БПЛ-Г	6,9	11,0	0,024	5,0	33,0	0,95	0,065	56,0	58,8	0,073
БВ-А	6,9	22,0	0,080	6,5	32,5	0,65	0,052	74,0	33,0	0,080
БВ-Б	6,25	17,6	0,050	3,7	29,7	0,96	0,111	55,0	23,6	0,076
БКО-Д	5,8	2,2	0,010	1,5	21,9	0,92	0,033	64,0	10,1	0,009
БКО-Е	5,5	2,2	,013	1,1	4,5	0,96	0,070	75,0	7,4	0,041
БКО-Ж	5,6	2,1	0,010	1,1	4,5	0,93	0,068	76,0	7,2	0,039

Таблица 2.2.13 Динамика поступления ЖРО в емкости ХЖО (ЖРО от 1, 2 и 3 блоков)

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Поступление ЖРО, м <sup>3</sup>	106	108	102	102	99	96	88	85	58,4	42,9	57,0
Общий объем ЖРО в ХЖО, м <sup>3</sup>	4207	4087	4189	4173	4180	4116	4093	4128	4136,4	4179,3	4236,3

Годовой объем поступления ЖРО в хранилища за 9 последних лет был стабильным и находился в пределах 58 - 102 м<sup>3</sup>. Максимальный объем заполнения емкостей ХЖО составил 89% в 1999 году. Снижение объемов заполнения емкостей ХЖО обусловлено введением в 2000 году в работу доупаривателя ЖРО, предназначенного для упаривания кубовых остатков с относительно малым солесодержанием до солесодержания ЖРО 450-500 г/л.

Для возможности обеспечения переработки и хранения ЖРО на площадке БЕЛАЭС, образующихся при дальнейшей эксплуатации энергоблока №3 и выводе из эксплуатации энергоблоков №1 и №2 необходимо выполнить перечень работ по обследованию и переназначению ресурсного срока оборудования СВО и ХЖО, указанные в таблице 2.2.14.

Таблица 2.2.14 Мероприятия по обеспечению переработки и хранения ЖРО

№ п/п	Оборудование	Состояние на 2020 год	Необходимые работы для обеспечения переработки и хранения ЖРО
1	Баки СВО ББВ-1А, ББВ-1Б, БС-2А, БС-2Б	Назначенный ресурс продлен до 2032 года	В 2031 г. провести обследование и переназначить новый ресурсный срок.
2	Баки СВО БС-3А, БС-3Б	Назначенный ресурс продлен до 2029 года	В 2028 году провести обследование и переназначить новый ресурсный срок.
3	Выпарная установка III СВО	Назначенный ресурс продлен до 2027 года	В 2026 году провести обследование и переназначить новый ресурсный срок.
4	Баки ХЖО-1 и ХЖО-2	Назначенный ресурс продлен до 2030 года	В 2029 году провести обследование и переназначить новый ресурсный срок.

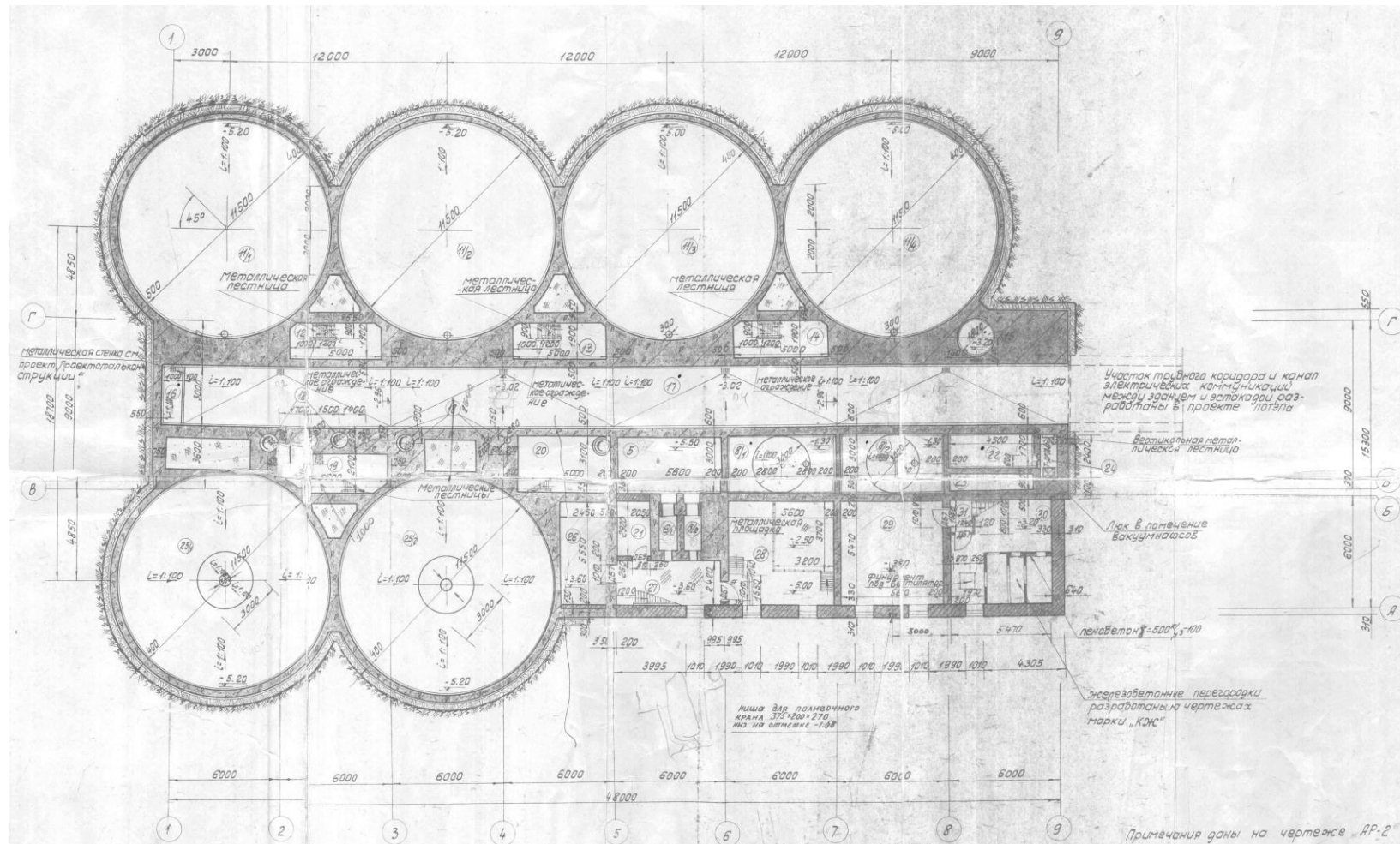


Рисунок 2.2.7. План первой очереди ХЖО на отм. -2.5

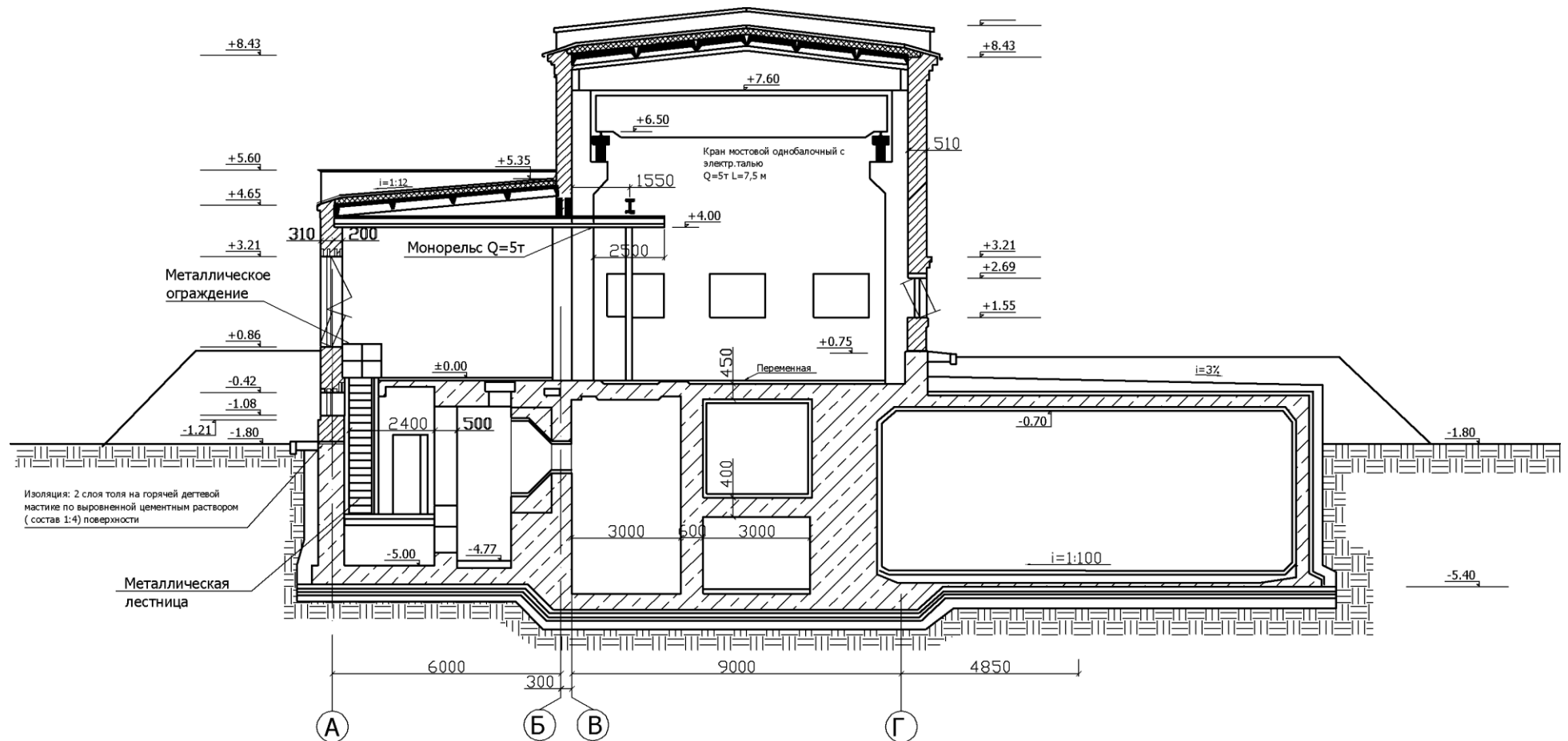


Рисунок 2.2.8. Разрез II-II первой очереди ХЖО. Выкопировка с листа ОКС № 1521, Белоярская АЭС, 1 блок, Теплопроект, Ленинградское отделение

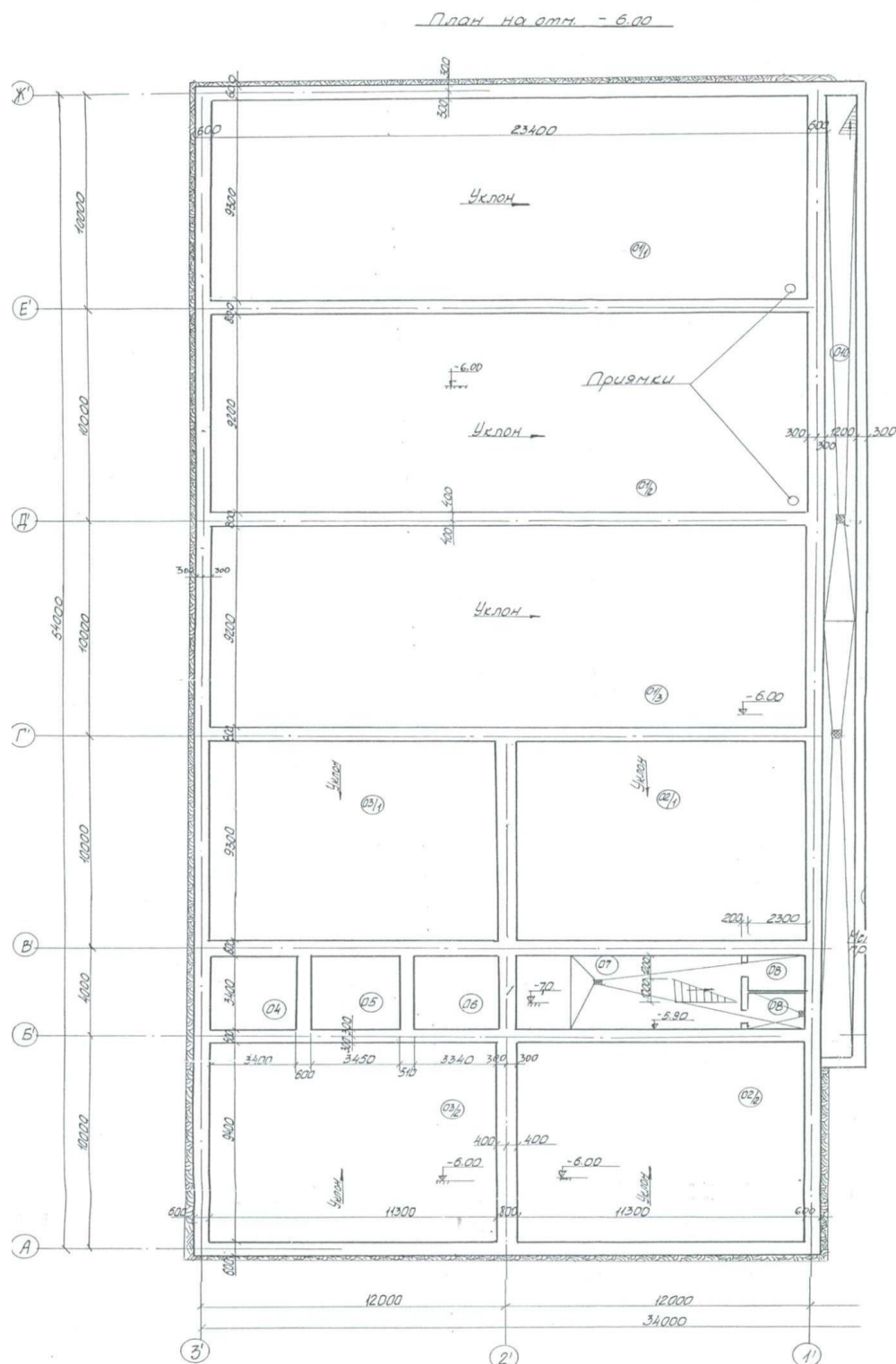


Рисунок 2.2.9. План второй очереди ХЖО на отм. -6.0. Выкопировка с листа ЛОТЭПа № 66-3143-1, Белоярская АЭС, расширение хранилища жидких радиоактивных отходов



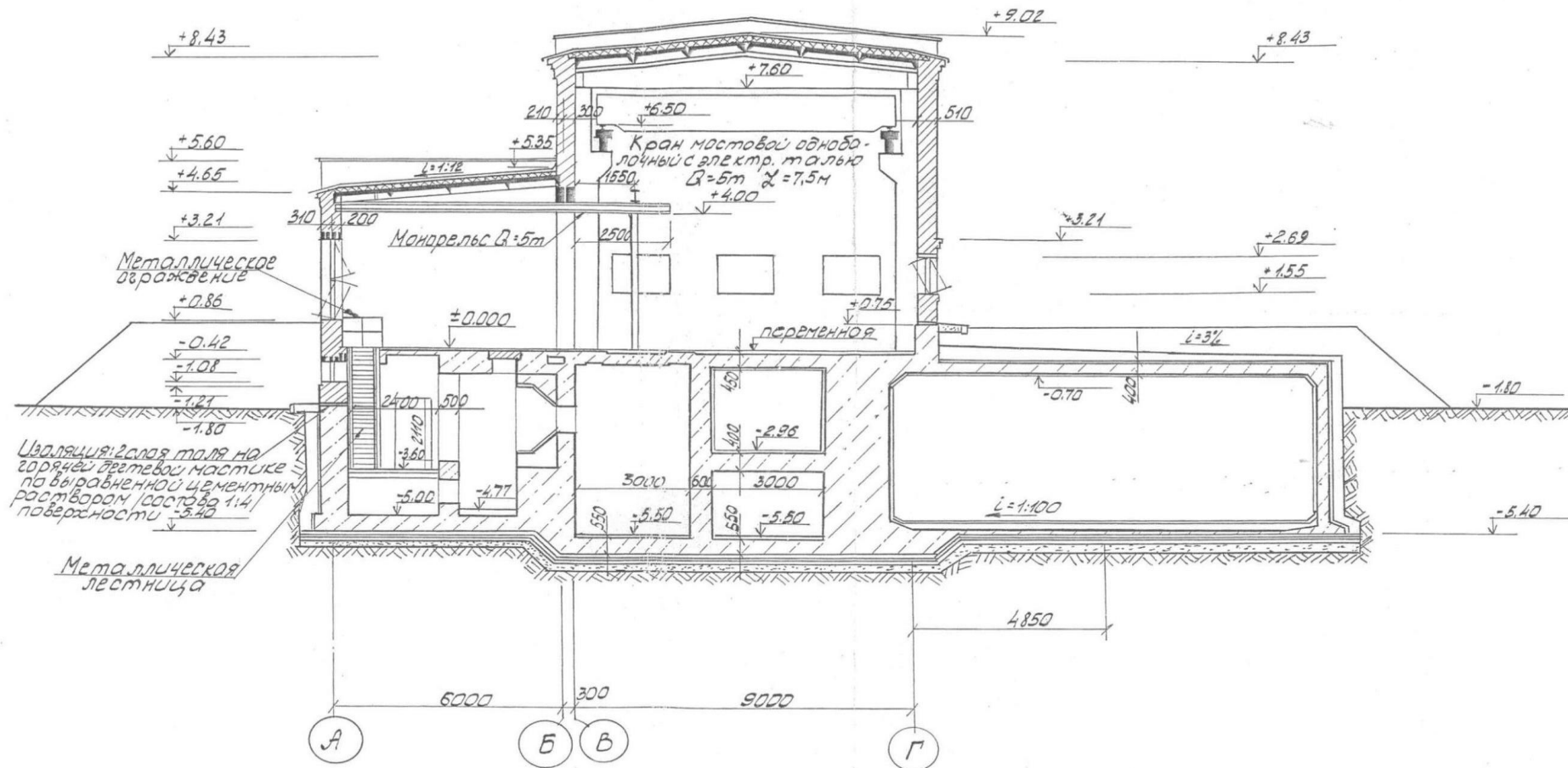


Рисунок 2.2.10. Разрез I-I второй очереди ХЖО. Выкопировка с листа ЛОТЭПа, №66-3143-3. Белоярская АЭС, расширение хранилища жидких радиоактивных отходов

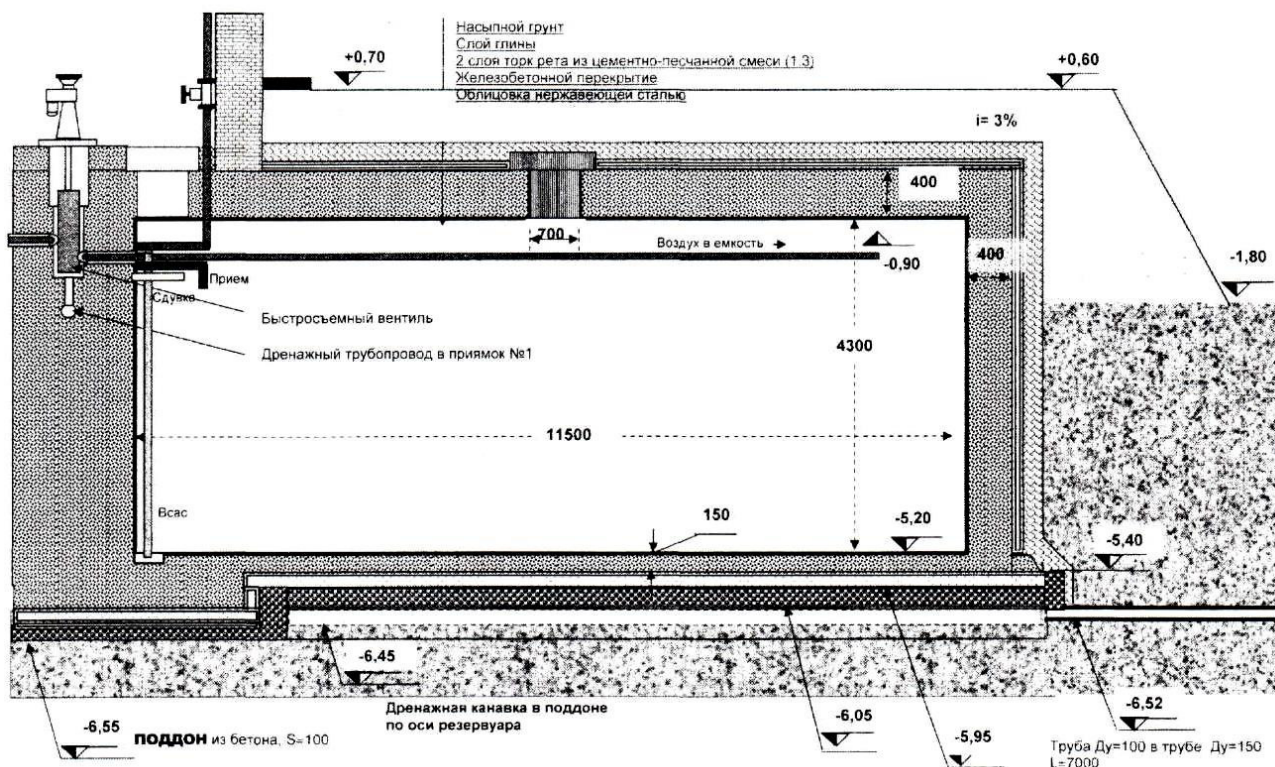


Рисунок 2.2.11. Схема устройства емкости хранения ЖРО

Радиационное обследование ХЖО

Радиационное обследование помещений ХЖО проведено путем измерения МЭД. Максимальные уровни МЭД гамма-излучения (до 9,0 мЗв/ч) зарегистрированы в районе трапа ХЖО. В среднем, уровни МЭД во всех помещениях ХЖО не превышают 0,1 мЗв/ч, за исключением локальных загрязнений (до 3,7 мЗв/ч).

По данным радионуклидного анализа, удельная активность ЖРО, находящихся на хранении в емкостях ХЖО обусловлена, в основном, присутствием радионуклидов кобальта- 60, цезия-134, цезия-137. По данным химического анализа, общее максимальное солесодержание ЖРО, находящихся на хранении в емкостях ХЖО, составляет 453 г/л.

## **2.2.5 Хранилище твердых отходов ХСО-1**

### **2.2.5.1 Общие сведения о хранилищах ТРО**

Хранение твердых радиоактивных отходов на БЕЛАЭС осуществляется с использованием следующих сооружений:

- хранилище твердых (сухих) отходов 1-й очереди (ХСО-1) общим объемом 13980 м<sup>3</sup> с отсеками для низкоактивных, средне- и высокоактивных отходов;
- хранилище твердых (сухих) отходов 2-й очереди (ХСО-2) общим объемом 8456 м<sup>3</sup> с отсеками для отходов среднего и низкого уровня активности.

Хранение ТРО 1-й очереди в настоящее время осуществляется в ХСО-2.

На 1-й очереди имеется штатный узел дезактивации съемного оборудования, оборудованный ваннами дезактивации объемом 2,5 м<sup>3</sup> и 0,25 м<sup>3</sup>. Узел дезактивации находится в главном корпусе.

Эксплуатация хранилищ ТРО ведется согласно «Инструкции по обращению с твердыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС».

### **2.2.5.2 Краткая характеристика хранилища ХСО-1**

Хранилище сухих отходов (ХСО-1) является отдельно стоящим сооружением БЕЛАЭС (рис. 2.2.10, 2.2.11), предназначенным для временного хранения низко- и среднеактивных ТРО объемом 13820 м<sup>3</sup> и высокоактивных ТРО объемом 160 м<sup>3</sup> фильтров, иодных колонок, чехлов с отходами из «горячей» камеры, сдувочных фильтров и других твердых отходов.

Дата ввода в эксплуатацию сооружения в осях «А-Б/1-6» – ноябрь 1964 года. В период эксплуатации сооружение подвергалось расширению: в осях «А-Б/6-8» по проекту 1966 г. (северный пристрой), в осях «А-Б/1'-14'» по проекту 1969 г. (южный пристрой), в осях «А-А'» по проекту 1975 г. (восточный пристрой) и в осях «Б-Б'» (западный пристрой).

Сооружение ХСО-1 представляет собой железобетонное приповерхностное хранилище, прямоугольное в плане, с осевыми размерами 131.2×23.2 м. В секции «Б-Б'» между осями «1» и «2» расположена площадка подъезда и разгрузки автотранспорта.

За относительную отметку сооружения  $\pm 0.00$  принята отметка потолочной поверхности плит покрытия секции в осях «А-А'». Высота помещений (от потолочной поверхности до пола) составляет: в осях «А-А'» – 4,46 м, «А-Б» – 5,60 м, «Б-Б'» – 3,86 м. Отметка поверхности земли – -4.30.

Фундаменты под ХСО-1 запроектированы в виде монолитных ж/б плит толщиной: в осях «А-Б» - 600 мм, в осях «А-А'» и «Б-Б'» - 400 мм. В конструкциях плит предусмотрены температурно-деформационные швы. Низ подошвы фундаментов находится на отметках: в осях «А-Б» – (-6.40), в осях «А-А'» – (-5.00), в осях «Б-Б'» – (-4.40).

Гидроизоляция фундаментов предусмотрена обмазкой битумом, устроенной по бетонной подготовке толщиной 100 мм, в осях «А-Б» - по щебню, втрамбованному в грунт, в осях «А-А'» и «Б-Б'» - по существующему деревянистому грунту.

По днищу ХСО-1 проектом предусмотрено устройство защитного слоя: в осях «А-Б» из слоя песка толщиной 200 мм, в осях «А-А'» и «Б-Б'» из 2-ух слоев гидроизола и цементной стяжки толщиной 40 мм.

Наружные стены ХСО-1, выполняющие функцию биозащиты, запроектированы из монолитного железобетона, при плотности бетона  $2,3 \text{ т/м}^3$  с армированием армокаркасами. Толщина наружных стен составляет: по осям «Б'» и «А'» - 400 мм, по осям «Б/1'-14'» и «А/1'-14'» - 300 мм, по осям «А/1-8» и «Б/1-8» - 600 мм. В зоне высокоактивных отходов стены отсеков имеют толщины 500, 700 и 1100 мм.

Несущими конструкциями кровли являются: в осях «А-Б» – монолитная ж/б плита покрытия толщиной 100 мм, в осях «А-Б/6-7» - сборные ж/б плиты толщиной 300 мм, уложенные по балочной клетке; в осях «А-А'» и «Б-Б'» – съемные сборные ж/б пустотные плиты типов ПТК и ПТС толщиной 220 мм. В монолитном ж/б покрытии предусмотрены люки со съемными крышками.

Хранение ТРО в ХСО-1 осуществляется в соответствии с проектом на основе нормативной базы 1960-х годов – «навалом», без сортировки и в некондиционированном виде. Хранение низко-, среднеактивных отходов осуществляется совместно. Отсеки ХСО-1 для ОНРАО, НАО и САО в настоящее время заполнены и загрузка в них не производится.

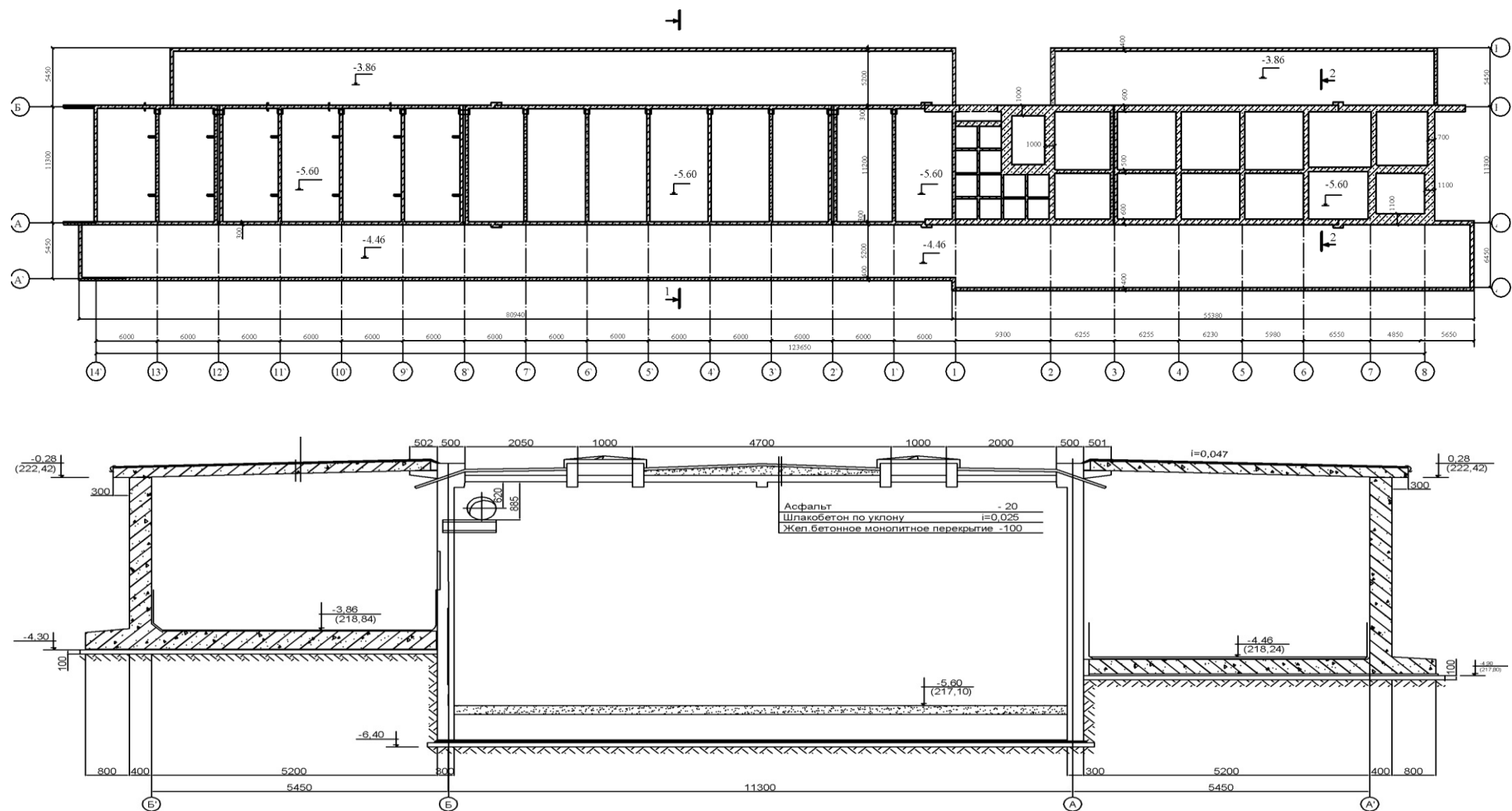


Рисунок 2.2.10. ХСО-1 первой очереди БЕЛАЭС. Выкопировка из техпаспорта СКС-1826-АС

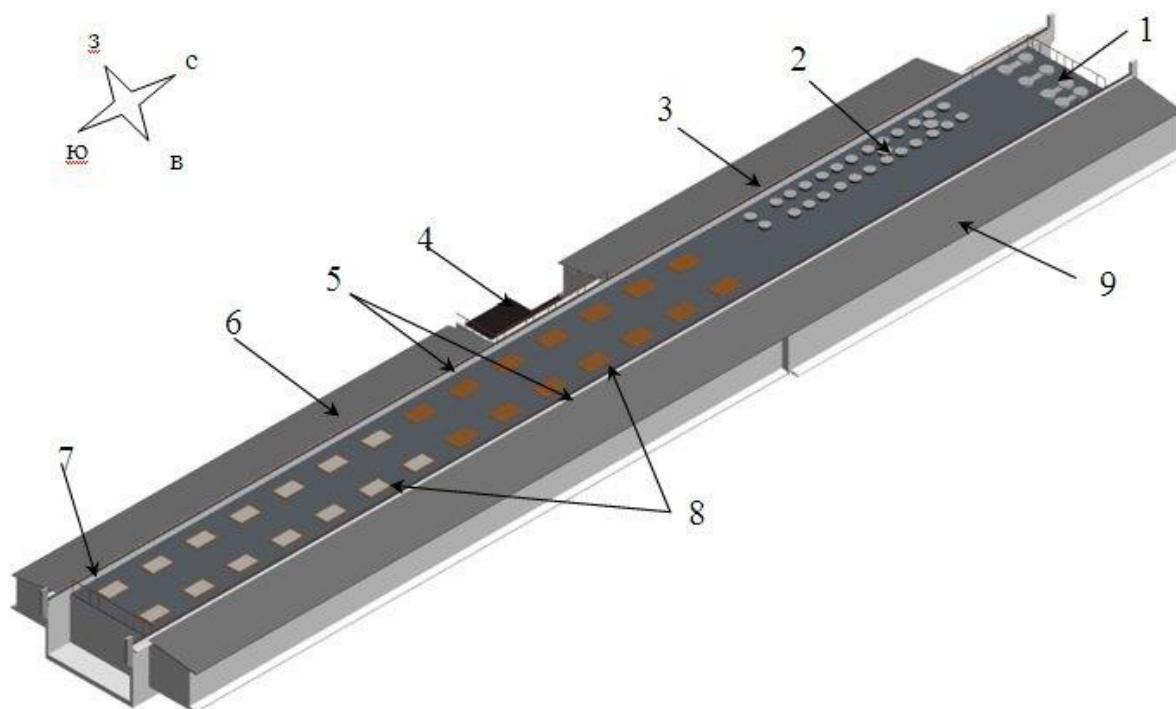


Рис. 2.2.11. 3D схема ХСО-1 БЕЛАЭС:

1 – пробки над северными отсеками с высокоактивными РАО; 2 – пробки над северными отсеками со средне - и низкоактивными РАО ; 3 – пристрой (северо-западная сторона); 4 – площадка для перегрузки РАО с автотранспорта на ХСО; 5- рельсы для крана; 6 – пристрой (юго-западная сторона); 7 – ограждение; 8 – люки южных отсеков; 9 – пристрой (восточная сторона).

В настоящее время фактически все ТРО, накопленные за весь период эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС, временно хранятся в ХСО-1.

Эксплуатация ХСО-1 осуществляется в соответствии с «Инструкцией по обращению с твёрдыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС» и «Положением по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов Белоярской АЭС». Оборудование и системы ХСО-1 ремонтируются в плановом порядке в соответствии с ремонтными циклами и годовыми графиками ремонта, утвержденными ГИС. Нормальное эксплуатационное состояние ХСО поддерживается с учетом результатов обследования хранилища в соответствии с «Графиком осмотра технического состояния ХСО-1,2, ХТРО-1,2,3 и ХНЗК».

За период эксплуатации ХСО-1 аварийных ситуаций, отклонений и изменений эксплуатационных режимов нагрузок и технологических воздействий не происходило.

Сооружение ХСО-1 оборудовано системой азотного пожаротушения и охранной сигнализаций, выполняющей также функции пожарной сигнализации, с выходом сигнала в здание спецкомендатуры на установку «Гранит-5», расположенную на АКС БЕЛАЭС.

Решением БЕЛАЭС Р-428К(04-03)2009 срок эксплуатации ХСО-1 продлен до 2024 года. На основании полученных результатов технического обследования (технический отчет АО «РАОПРОЕКТ» «КИРО хранилищ РАО, расположенных на площадке 1 очереди БЕЛАЭС», 2010) срок безопасной эксплуатации ХСО-1 можно продлить не менее чем на 10 лет дополнительно к срокам, определенным вышеуказанным решением. Для продления срока службы ХСО-1 в 2023 году необходимо провести обследование и установить новый срок эксплуатации.

#### 2.2.5.3 Радиационное обследование ХСО-1

Сооружение ХСО-1 расположено в зоне возможного загрязнения (ЗВЗ) промплощадки БЕЛАЭС и относится к необслуживаемым помещениям, исключаяющим пребывание в них персонала.

Согласно положениям действующих документов СП АС-03 и БЛ.1-2-0-0-ТОБ-001, регламентируемым (допустимым) уровнем мощности эквивалентной дозы излучения за ограждением ЗВЗ (20-30 м), т.е. в «чистой» зоне», для сооружения ХСО-1 является мощность дозы излучения, равная 1,2 мкЗв/ч.

На основании результатов комплексного радиационного обследования ХСО-1 сделаны следующие заключения (отчет АО «РАОПРОЕКТ» «КИРО хранилищ РАО, расположенных на площадке 1-й очереди БЕЛАЭС», 2010г.):

- среднее значение МЭД вокруг ХСО-1 составляет 4,8 мкЗв/ч;
- максимальные уровни МЭД гамма-излучения (до 3 мЗв/ч) зарегистрированы на северной стороне ХСО-1;

– продукт деления  $\text{Cs}^{137}$  оказывает доминирующий вклад (более 90%) в МЭД гамма-излучения на ХСО-1, как в северной, так и в южной части.

Помимо периодического обследования ХСО-1 в соответствии с регламентом, основным параметром контроля над выходом радионуклидов в окружающую среду является активность проб воды из наблюдательных скважин. Система наблюдательных скважин, расположенных по всей площадке БЕЛАЭС, позволяет контролировать выход нуклидов в грунтовые воды. Удельная радиоактивность радионуклидов, замеренная в воде наблюдательных скважин в районе расположения ХСО-1, не превышает допустимых значений.

Анализ результатов контроля уровня и температуры грунтовых вод в скважинах вблизи ХСО-1, показал, что повышения уровня и температуры грунтовых вод не наблюдается. Изменений химического состава грунтовых вод по результатам лабораторных исследований воды из скважин не выявлено.

## **2.2.6 Газгольдерная локализации аварий**

### **2.2.6.1 Краткая характеристика ГЛА**

Дата ввода в эксплуатацию ГЛА – ноябрь 1964 года.

По функциональному назначению здание ГЛА предназначалось для выполнения следующих операций:

- вентилирование реактора при заполнении кладки азотом перед первоначальным пуском реактора, а также после каждой его перегрузки;
- прием избыточного азота при разогреве, а также при переходных тепловых режимах реактора;
- прием парогазовой смеси, образующейся в реакторе при «мокрой» аварии технологического канала;
- конденсация пара принятого из реактора при аварии и выдача жидких активных сбросов на спецводоочистку;
- выдержка и очистка газовых сбросов из реактора после аварии;



- замена загрязненного азота кладки реактора после «сухой» аварии и сброс его через систему очистки;
- вентиляция реактора при извлечении технологических каналов во избежание выброса азота из реактора в центральный зал.

В настоящее время здание ГЛА не функционирует в проектном режиме, а находится в стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

Здание ГЛА имеет сложную конфигурацию в плане и состоит из подземной и наземной частей (см. рис.2.2.12, 2.2.13). Надземная часть ГЛА состоит из 2-х объемов газгольдеров и примыкающей к ним пристройки. Формы и размеры в плане подземной части здания ГЛА аналогичны надземной части.

Подземная часть ГЛА выполнена в монолитном железобетоне. Фундаментная плита толщиной 700 мм, наружные стены толщиной 600-900 мм и перекрытие на отм. 0.00 толщиной 300-800 мм образуют замкнутую, монолитную, заглубленную ж/б конструкцию.

Объемы газгольдеров представляют собой два смежных цилиндра высотой 17,63 м и диаметром 16 м. На отм. +7.00 эти объемы соединены между собой металлическими площадками. Стены подземной части газгольдеров выполнены из монолитного железобетона. Выше отм.  $\pm 0.00$  наружные стены газгольдеров толщиной 800 мм выполнены из сборных ж/б блоков и монолитного железобетона. Толщины стен определены условиями биологической защиты.

Пристройка представляет собой одноэтажную часть прямоугольной конфигурации в плане с размерами 36,7х10,05 м и высотой 5,90 м.

#### *2.2.6.2 Радиационное обследование ГЛА*

Радиационное обследование ГЛА проводилось на отметках -7.0, -4.0, 0.0 путем измерения МЭД и загрязненности поверхностей помещений и оборудования  $\alpha$ - и  $\beta$ -активными нуклидами (Технический отчет АО «РАОПРОЕКТ» «Радиационное обследование газгольдерной локализации аварии (ГЛА) первой очереди Белоярской АЭС», 104024.0000.170075-ТО, 2017 г.).

На отм. -7.0 ГЛА располагаются три помещения, предназначенные для размещения и обслуживания систем и оборудования монжуса промывочных вод (пом. 001), монжуса нейтральных вод (пом. 002) и коридора (пом. 003) для доступа к боксам монжусов. В среднем значения МЭД составили по пом.001 - 0,29 мЗв/час, пом.002- 0,21 мЗв/час, пом.003 – 0,11 мЗв/час.

Прямое измерение плотности потока  $\beta$ -частиц в помещениях на отм. -7.0 в среднем составило 2200 част/см<sup>2</sup>\*мин (снимаемое 500 част/см<sup>2</sup>\*мин).

На отм. -4.0 ГЛА располагаются тринадцать помещений 004 ÷ 016, предназначенные для размещения и обслуживания трубопроводов, запорной арматуры, фильтров и оборудования КИП. В среднем значения МЭД составили по помещениям от 0,1 до 0,45 мЗв/час, максимальное значение составило 1,5 мЗв/час в помещении 005.

Прямое измерение плотности потока  $\beta$ -частиц в среднем по помещениям составило от 1700 до 35600 част/см<sup>2</sup>\*мин (максимальное 140000 част/см<sup>2</sup>\*мин),  $\alpha$ -излучение - прямое измерение 10 част/см<sup>2</sup>\*мин (максимальное 25 част/см<sup>2</sup>\*мин).

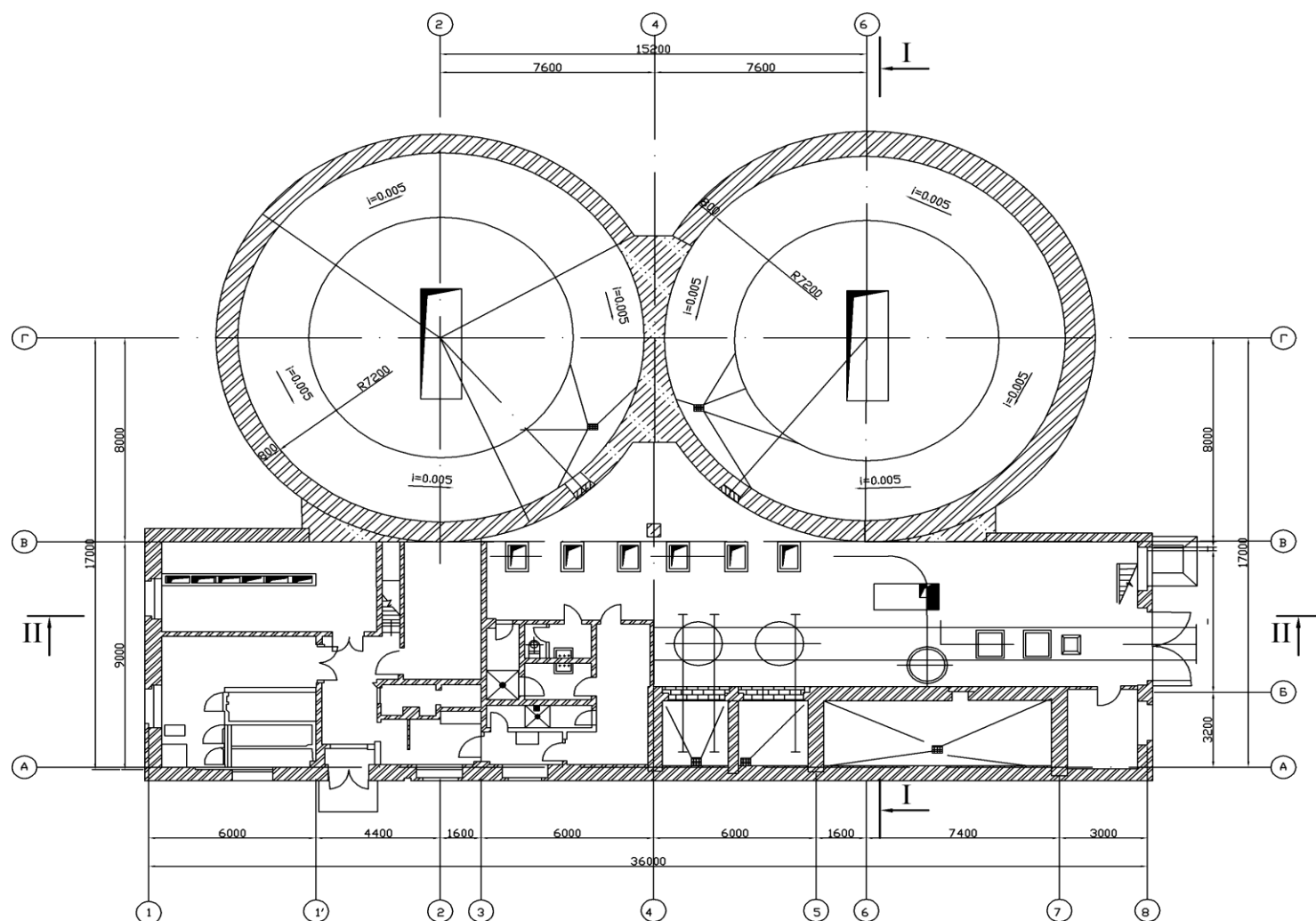


Рисунок 2.2.12. План ГЛА на отм.+0.0. Выкопировка с листа №289568, Белоярская АЭС, 1-блок (Теплоэлектропроект, Ленинградское отделение)

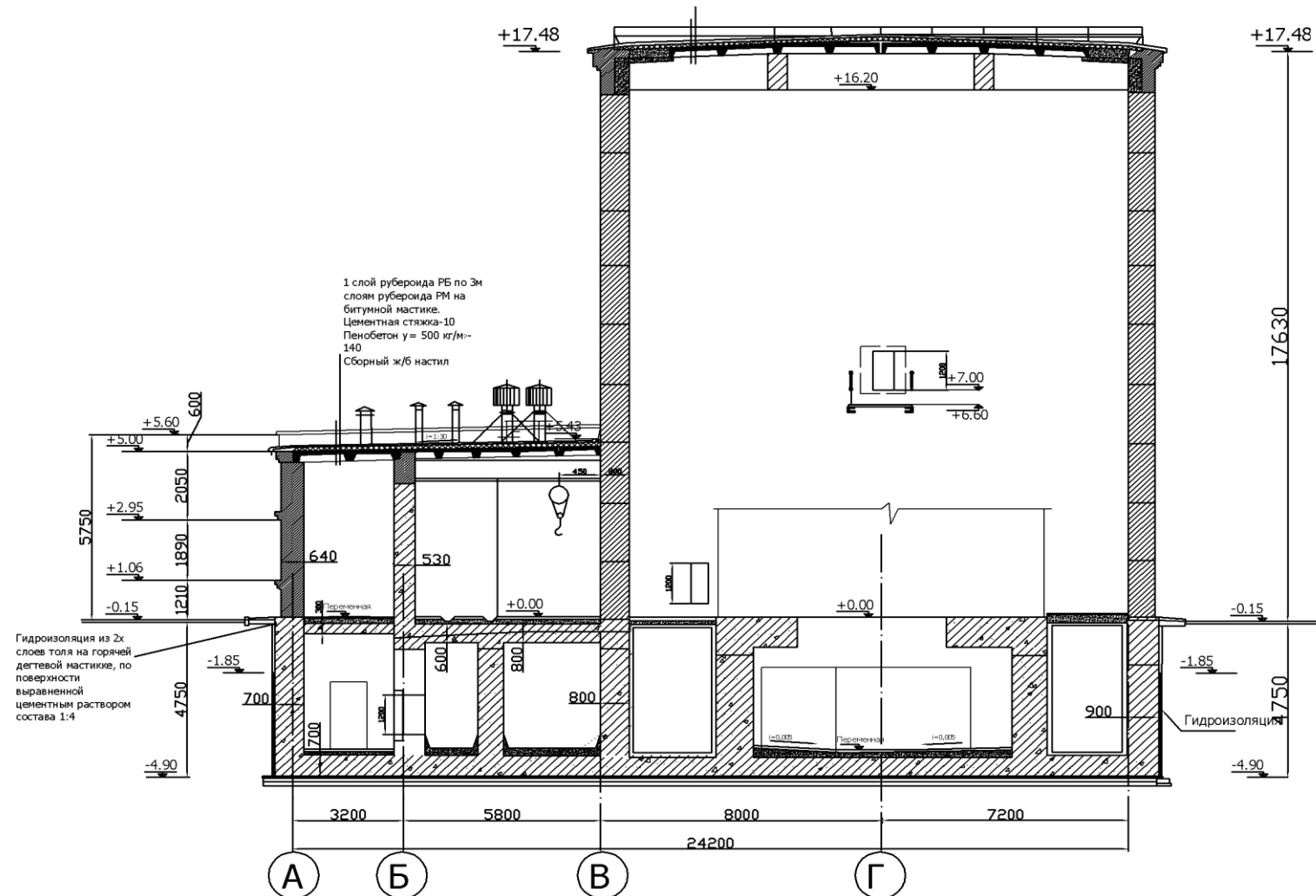


Рисунок 2.2.13. Разрез 1-1 ГЛА первой очереди БЕЛАЭС. Выкопировка с листа № 288865, Белоярская АЭС, 1-блок (Теплопроект, Ленинградское отделение)

На отм.0.0 ГЛА располагаются девятнадцать помещений 101÷119, из них:

- в пом. 101 на месте демонтированного газгольдера (левого) оставлено не демонтированным плоское днище газгольдера;
- в пом. 102 бак-газгольдер ГМ-300 (правый) локализации аварии 2-го блока выполнен технологический проем для прямого доступа во внутреннее пространство газгольдера;
- в пом. 103 щит КИП и Д (частично демонтировано);
- в пом. 104 распределительное устройство;
- в пом. 105 оборудование приточной вентиляции (частично демонтировано);
- в пом. 114 оборудование угольных фильтров вытяжной вентиляции (демонтировано);
- в пом. 115 оборудование вакуумнасосов (демонтировано);
- в пом. 116 оборудование вакуумнасоса службы «Д» (демонтировано);
- в пом. 119 (транспортный коридор) на монорельсах установлено два ГПМ грузоподъемностью 5 и 1т, проложен рельсовый путь для ввоза контейнеров в транспортный коридор (пом.119);
- пом. 106 – 113, 117 и 118 служат для хоз.-бытовых целей (частично демонтированы перегородки пом. 108, 110).

Максимальное значение МЭД зафиксировано в помещении 102 – 3,3 мЗв/час. По другим помещениям значения МЭД колеблются от 0,01 до 0,4 мЗв/час.

Прямое измерение плотности потока  $\beta$ -частиц в помещениях на отм. 0.0 составило: максимальное 50000 част/см<sup>2</sup>\*мин,  $\alpha$ -излучение - максимальное 200 част/см<sup>2</sup>\*мин.

### **2.2.7 Эстакада (переход) СВО-ХЖО**

Дата ввода в эксплуатацию эстакады СВО-ХЖО – ноябрь 1964 г. В настоящий момент эстакада СВО-ХЖО функционирует в проектном режиме эксплуатации.

Эстакада СВО-ХЖО представляет собой надземное сооружение, предназначенное для прокладки трубопроводов от здания СВО до здания ХЖО. Трубопроводы располагаются в каналах, устроенных по перекрытию на высоте от 5,0

до 9,2 м от поверхности земли за счет разности отметок рельефа. Каналы для трубопроводов располагаются в помещении коридорного типа, сверху закрыты плитами. Длина эстакады СВО-ХЖО составляет 241,2 м и ширина – 3,55 м.

Конструктивная система эстакады СВО-ХЖО – комбинированная: сборный ж/б каркас до отм. +221.55, а выше указанной отметки - с несущими кирпичными стенами. Основные несущие конструкции каркаса: фундаменты, колонны, ригели, плиты перекрытий и покрытия.

Каналы для трубопроводов шириной 400 мм выполнены из монолитного железобетона, уложенного по сборным плитам перекрытия, и сверху закрыты защитными сборными ж/б плитами марок ЭСП 3-1, ЭСП 3-2, ЭСП 3-3, толщиной 250 мм. Предусмотрена внутренняя облицовка поверхностей каналов листовым металлом.

В связи с тем, что значение МЭД от поверхности эстакады постоянно меняется, проведение её радиационного обследования признано нецелесообразным. Максимальные значения МЭД при радиационном обследовании эстакады были зафиксированы на концах эстакады, в районе вентилей и задвижек (до 10 мЗв/ч).

## **2.3 Характеристики района размещения Белоярской АЭС**

### **2.3.1 Описание расположения площадки**

Площадка Белоярской АЭС расположена на территории Свердловской области, городской округ Заречный, в 12 км к северу от райцентра Белоярский, в 38 километрах восточнее г. Екатеринбурга на восточном берегу водохранилища, созданного в верховье реки Пышмы.

Ближайшее жилое поселение от Белоярской АЭС, город Заречный, находится в 3-х километрах к югу от площадки, на берегу Белоярского водохранилища в районе дамбы сливной плотины.

Расстояние до других городов, расположенных в 100 км зоне от площадки следующее:

- Асбест – 17 км;
- Верхняя Пышма – 47 км;
- Реж – 55 км;

- Каменск-Уральский – 63 км;
- Первоуральск – 83 км;
- Ревда – 85 км.

К югу от станции на расстоянии 10 км расположен районный центр п. Белоярский с населением 13,8 тыс. человек.

Всего в зоне наблюдения (территория, где возможно влияние радиоактивных сбросов и выбросов и где облучение проживающего населения может достигать установленного предела дозы) - 70 населенных пунктов, большей частью в южном направлении.

В качестве границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) Белоярской АЭС приняты границы землеотводов. В СЗЗ включена Ольховская болотно-речная система, а также земли, расположенные от трубопроводов, отводящих воды хозяйственно-фекальной канализации в Ольховское болото, не менее 20 м в каждую сторону. Размеры и границы СЗЗ Белоярской АЭС утверждены органами местного самоуправления. В СЗЗ Белоярской АЭС в настоящее время размещены:

- блок №1, окончательно остановлен;
- блок №2, окончательно остановлен;
- блок №3, электрической мощностью 600 МВт, в эксплуатации с 1980 г.;
- блок №4 электрической мощностью 800 МВт, в эксплуатации с 2015 г.;
- институт реакторных материалов (АО «ИРМ»);
- биофизическая станция;
- Белоярское монтажное управление УЭМ;
- Рефтинское строительное управление УСЭМ.

Хозяйственно-питьевые нужды промплощадки обеспечиваются из артезианских скважин, техническая вода забирается из водохранилища. Хозяйственно-бытовые стоки и очищенные от радиоактивности, дебалансные воды промплощадки через самостоятельные очистные сооружения сбрасываются в Ольховское болото.

Вентиляционные выбросы с промплощадки осуществляются через венттрубы, в количестве 4 штук, имеющие отметки верха 100 м.

### 2.3.2 Метеорологические условия района

Климат района умеренно континентальный, климатические условия площадки Белоярской АЭС формируются под воздействием воздушных масс, поступающих с Атлантического океана.

Средние месячные скорости ветра изменяются в пределах  $2,1 \div 3,0$  м/с, при этом в зимние месяцы и переходные периоды скорость ветра больше (таблица 2.3.1). Скорости ветра более 10 м/с, как правило, наблюдаются при западных и юго-западных ветрах. Скорости ветра при шквалах могут достигать 26 м/с (10-минутное осреднение) и  $30 \div 40$  м/с при порывах.

Таблица 2.3.1. Сезонные и годовые скорости ветра, м/с

Сезоны	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Весна	2,1	2,5	2,4	2,5	2,3	2,3	2,4	2,6
Лето	1,9	1,8	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1
Осень	2,0	2,0	2,0	2,2	2,1	2,1	2,5	2,2
Зима	1,9	1,9	2,1	2,3	2,5	2,4	2,7	2,1
Год	2,0	1,9	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,3

В районе Белоярской АЭС в течение года преобладают западные и юго-западные ветры, составляющие более 50% от ветров всех направлений.

Температурный режим определяется особенностями атмосферной циркуляции, солнечными радиационными факторами и характером подстилающей поверхности. Среднегодовая температура воздуха составляет  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Наиболее низкие температуры воздуха наблюдаются в январе, среднемесячная температура воздуха –  $15,4^{\circ}\text{C}$ , абсолютные годовые минимумы достигают  $-46^{\circ}\text{C}$ .

Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура составляет  $17,2^{\circ}\text{C}$ , максимальные температуры могут достигать  $36 \div 37^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, в рассматриваемом районе амплитуда среднегодовых температур воздуха составляет  $32,6^{\circ}\text{C}$ , а экстремальных –  $83^{\circ}\text{C}$ .

Нормативная глубина сезонного промерзания, рассчитанная по СНиП 2.02.01-83, равна: для суглинков и глин – 1,72 м, супесей, песков мелких и



пылеватых – 2,1 м, песков гравелистых, крупных и средней крупности - 2,25 м, крупнообломочных грунтов – 2,55 м. Согласно региональной карте средних многолетних глубин сезонного промерзания глинистых грунтов, последние составляют 1,9-2 м.

### ***2.3.3 Инженерно-геологические условия размещения площадки, сейсмичность***

Рельеф района равнинный - амплитуда высот над уровнем моря варьирует в пределах 20-25 м.

Инженерно-геологические условия площадки в целом являются благоприятными для АЭС. Основанием фундаментов 1-й очереди служат скальные породы, характеризующиеся значительной прочностью и слабой трещиноватостью, и суглинки бурого цвета, тугопластичные и слабовлажные с включением дресвы.

Площадка находится на восточном склоне Урала, на левом берегу Белоярского водохранилища в седловине второй незатопляемой террасы левобережной части реки Пышма. В геоморфологическом отношении площадка располагается в пределах денудационной холмисто-увалистой поверхности выравнивания. Рельеф площадки слаборасчлененный, с небольшими пологими возвышенностями и с общим понижением с востока на запад в сторону Белоярского водохранилища.

Рельеф площадки изменен планировочными и строительными работами, абсолютные отметки изменяются от 223 до 218 м.

В пределах рассматриваемой территории какие-либо опасные геологические процессы (карст, оползни и другие склоновые процессы) отсутствуют. На всей площадке Белоярской АЭС широко развиты процессы выветривания, осложняющие проектирование объектов и строительство. Возвышенные участки сложены более устойчивыми к выветриванию породами, а понижениям в рельефе сопутствуют зоны повышенной трещиноватости и выветрелости.

Район площадки Белоярской АЭС оценивается невысокой сейсмичностью с тектоническими очагами слабых землетрясений в земной коре и верхней мантии: максимальное расчетное землетрясение (МРЗ) - 6 баллов; проектное землетрясение

(ПЗ) - 5 баллов (заключение научно-технической экспертизы Сейсмологического центра Института геоэкологии Российской Академии Наук от 10 марта 2005 года).

По картам Общего сейсмического районирования (ОСР-97) площадка Белоярской АЭС характеризуется сейсмичностью с МРЗ=7 и ПЗ=6 баллов для средних грунтовых условий.

В результате проведенных дополнительных исследований по уточнению общего сейсмического районирования территории размещения Белоярской АЭС, уточнена схема региональных зон ВОЗ Среднего Урала, зон ВОЗ до БЕЛАЭС и установлено, что на рассмотренной территории наиболее сильные землетрясения характеризуются магнитудой  $M_{MAX}=5,0 - 5,5$ , при  $J_0 < 6-7$  баллов и глубине очагов около  $H=15-25$  км.

Анализ землетрясений, зарегистрированных в районе, показывает, что район может быть отнесен к сеймотектоническим структурам платформенного типа с единичными землетрясениями с магнитудой  $M_{MAX} = 5,5$ .

На территории района с радиусом до 50 км от площадки за период с 1700 по 2002 гг. тектонических землетрясений не зарегистрировано. Интенсивность сейсмических колебаний на площадке от всех зарегистрированных землетрясений природного и техногенного генезиса не превышала 4 баллов для грунтов 2 категории по сейсмическим свойствам.

Для обоснования сейсмической безопасности АЭС при строительстве энергоблока №4 БЕЛАЭС были разработаны реалистичная и консервативная модели параметров реальных и потенциальных зон ВОЗ на основе которых обосновано, что при консервативных оценках сейсмические воздействия на площадке АЭС не превышают 4 баллов для грунтов I категории по сейсмическим свойствам.

Расчеты максимальной интенсивности сейсмических колебаний грунтов 2 категории по сейсмическим свойствам для площадки энергоблока № 4 БЕЛАЭС при расположении вероятных очагов землетрясений ВОЗ в ближайших точках к площадке БЕЛАЭС составили для максимальных расчетных землетрясений (МРЗ):

- при реалистичной модели параметров зон ВОЗ не превышают 4 баллов;
- при консервативной модели параметров зон ВОЗ не превышают 5 баллов.

Таким образом, сооружения I категории безопасности и сейсмичности на площадке Белоярской АЭС рассчитаны на сейсмические воздействия МРЗ - 6 баллов; II категории - на ПЗ - 5 баллов.

#### ***2.3.4 Гидрогеологические условия района размещения площадки***

Рассматриваемый район относится к системе бассейнов подземных вод в зонах трещиноватости скальных пород восточного склона Урала. Площадка Белоярской АЭС находится на водосборе р. Пышма. В 1964 г. на р. Пышма создано Белоярское водохранилище. Отметка нормального подпорного уровня 212,0 м. Кроме санитарных пропусков из водохранилища в нижний бьеф, перед весенним паводком осуществляется сброс воды через бетонный водослив. Отметка обязательной предпаводковой сработки - 211,5 м. Наивысший форсированный уровень воды, до которого допускается заполнение водохранилища при приеме многоводных паводков, имеет значение 212,29 м. Внутригодовой ход уровней в настоящее время характеризуется плавным понижением при зимней сработке, интенсивным ростом уровня при наполнении водохранилища и относительно стабильным состоянием уровня воды летом и осенью. Режим течений в водохранилище определяется: циркуляцией водных масс между подводящим и сбросным каналами блока №3, режимом работы сбросных сооружений Белоярского гидроузла, температурным градиентом водных масс, речным стоком и ветровым режимом. Скорости течения в районе сбросного канала Белоярской АЭС в поверхностном слое составляет  $0,1 \div 0,15$  м/с; в придонном -  $0,05 \div 0,1$  м/с.

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием подземных вод, приуроченных к элювиальным песчаным и крупнообломочным грунтам и трещиноватым скальным породам. Воды гидравлически связаны между собой и образуют единый двухъярусный водоносный горизонт. Кроме того, подземные воды приурочены к прослоям и линзам песков в толще глинистых грунтов. В период изысканий с 1983-85 гг. подземные воды на исследуемой территории были вскрыты на глубинах 0,5-2,0 м, что соответствует абсолютным отметкам 218,2-219,0 м.

Это объясняется проведением интенсивных водопонизительных работ при проходке котлована главного корпуса и дренажной насосной станции. Максимальный

подъем уровня подземных вод наблюдается, обычно, в мае за счет снеготаяния и в июне-сентябре за счет поступления осадков (по данным наблюдений метеостанции «Верхняя Дубрава» за столетний период). Амплитуда колебания уровня составляет 1,6-2 м.

Воды в основном безнапорные, но в период снеготаяния и обильных дождей приобретают небольшой напор – до 1 м.

По данным опытных откачек воды из скважин, выполненных на территории площадок главного корпуса и примыкающих к нему сооружений в 1983-85 гг., установлены следующие значения коэффициента фильтрации водовмещающих грунтов:

- элювиальные супеси и суглинки - 0,8-1,4 м/сут;
- элювиальные дресвяно-щебенистые грунты и рухляки - 0,3-0,5 м/сут;
- сильнотрещиноватые скальные породы - 2,5-10,5 м/сут;
- слаботрещиноватые скальные породы - 0,1-0,8 м/сут.

По данным кустовой откачки, выполненной на участке главного корпуса в 1984 году, среднее значение коэффициента фильтрации трещиноватых гранитогнейсов составляет 0,7 м/сут. По результатам одиночных откачек, выполненных в тот же период, значение коэффициента фильтрации колеблется в пределах от 0,1 до 4,0 м/сут.

Большой разброс значений коэффициента фильтрации объясняется неравномерной трещиноватостью скальных пород, существованием зон различной обводненности, как слабо, так и сильно фильтрующих. При устройстве котлованов строящихся сооружений могут быть вскрыты отдельные крупные трещины, по которым возможны значительные водопритоки.

Подземные воды движутся со скоростью 0,002-3,4 м/сут с востока на запад в сторону Белоярского водохранилища, где и происходит их разгрузка (дренаж). Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Основная доля питания подземных вод приходится на время весеннего снеготаяния и дождливые периоды.

По химическому составу подземные воды относятся по преобладающим анионам к гидрокарбонатным, реже к гидрокарбонатно-сульфатным, по

преобладающим катионам - к кальциевым, магниевым, реже к натриевым. По степени минерализации воды пресные, по водородному показателю pH - кислые, по общей жесткости – воды преимущественно мягкие, лишь в отдельных случаях умеренно жесткие.

### ***2.3.5 Радиационное состояние площадки***

Деятельность по контролю Белоярской АЭС в области обеспечения радиационной безопасности осуществляется в соответствии с «Регламентом радиационного контроля внешней среды в районе расположения Белоярской АЭС», определяющим объекты и объем радиационного контроля, перечень точек и периодичность контроля.

Радиационный фон на промплощадке Белоярской АЭС и прилегающих территориях в течение 2019 года соответствовал нормальной эксплуатации и не превышал естественных природных значений.

Радиационный контроль объектов окружающей среды осуществляется во взаимодействии с ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии №32» ФМБА России, Росгидрометом, Институтом экологии растений и животных УрО РАН.

В соответствии с СП АС-03 для действующих АС устанавливается квота на облучение населения, равная 250 мкЗв в год. В качестве нижней границы дозы облучения от отдельного радиационного фактора при оптимизации радиационной защиты населения в режиме нормальной эксплуатации АС принимается минимально значимая доза, равная 10 мкЗв в год. Соблюдение установленных на Белоярской АЭС значений допустимых выбросов гарантирует, что доза облучения лиц из критической группы населения за счет газо-аэрозольных выбросов АС при нормальной эксплуатации не превысит 10 мкЗв в год. В 2019 году максимальное значение выброса нормируемого радионуклида, подлежащего учету ( $^{137}\text{Cs}$ ) из венттруб энергоблоков № 1, 2 в атмосферу составил  $\approx 0,81$  % от допустимого выброса, установленного разрешением № УО-В-0024 на выброс радиоактивных веществ в атмосферный воздух для Белоярской АЭС, что подтверждает непревышение регламентируемой СП АС-03 минимально значимой дозы облучения населения.

В зоне наблюдения организованы 6 пунктов постоянного наблюдения, оборудованные аспирационными установками для отбора проб воздуха. В пунктах отбираются также пробы снега, почвы, травы, атмосферные выпадения. Контрольный пункт наблюдения расположен в 20-ти км с наветренной стороны от БЕЛАЭС на площадке гидрометеостанции «Высокая Дубрава». Контролируются сбросные и хозяйственные воды и данные отложения из водоема-охладителя, рек Ольховка и Пышма. Выбросы в атмосферу не превышают установленных ПДВ, а сбросы в Белоярское водохранилище не превышают утвержденных ПДС.

### ***2.3.6 Мониторинг компонентов окружающей среды***

Для оценки экологического состояния района размещения блоков Белоярской АЭС были проанализированы следующие направления экологической безопасности:

- производственный экологический контроль и мониторинг окружающей среды;
- забор воды из водных источников;
- сбросы в открытую гидрографическую сеть сточных вод, вредных химических веществ (ВХВ) и радионуклидов;
- выбросы в атмосферный воздух ВХВ и радионуклидов;
- обращение с отходами производства и потребления и РАО.

Анализ по указанным направлениям за рассматриваемый период позволяет заключить:

- случаев превышения установленных допустимых и контрольных уровней выбросов радиоактивных веществ в атмосферу с выбросами станции зарегистрировано не было;
- выбросы в атмосферный воздух ВХВ не превысили установленных нормативов;
- объемы сброса сточных вод в природные водоемы не превышали установленных лимитов;

- фактические суммарные сбросы ВХВ в водные объекты ни по одному показателю не превысили годовых нормативов допустимого сброса или установленного лимита;
- природоохранная деятельность на Белоярской АЭС осуществляется в соответствии с требованиями законодательства РФ и отраслевых нормативно-распорядительных документов.

## **2.4 Источники информации, использованные при разработке Программы**

- СПбАЭП, Проект вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС, 1042304.0000.110050, 2011г.)
- АО «РАОПРОЕКТ», «Локальная объектовая концепция вывода из эксплуатации 1 и 2 энергоблоков Белоярской АЭС» (3–я редакция), утвержденная заместителем Генерального директора ГК «Росатом» 06.12.2010 и согласованная Генеральным директором АО «Концерн Росэнергоатом»;
- Программа вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС №БЕЛАЭС1ПРГ-63К(5.2)-2016/01-дсп от 07.12.2016 с Изменением №1 (Извещение №10-37и-09-дсп от 29.03.2019), утвержденная заместителем Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом»;
- План мероприятий по подготовке к выводу из эксплуатации и получению лицензии на вывод из эксплуатации энергоблоков № 1, 2 Белоярской АЭС №ПЛ 1.2.2.01.003.027-2019 от 18.09.2019;
- БАЭС. Технологический регламент эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС, №02-41-215, утвержденный 07.09.2016 заместителем генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом», с изменениями;
- СПбАЭП. Техническое обоснование безопасности при хранении и обращении с ОЯТ реакторов АМБ первой очереди Белоярской АЭС, БЛ.1\_2-0-1-61-ТОБ-001, 2006 г.;

- СПБАЭП. Техническое обоснование безопасности при хранении и переработке РАО первой очереди Белоярской АЭС, БЛ.1\_2-0-0-ТОБ-001, 2012 г.;
- Техническое задание «Разработка проектной и обосновывающей безопасность документации для оснащения 1,2 блоков Белоярской АЭС оборудованием и установками для переработки ТРО», утвержденное заместителем Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом», 2016 г.;
- Техническое задание на разработку проектной, конструкторской, обосновывающей документации по теме: «Белоярская АЭС. I очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов», утвержденное заместителем Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом», 2015 г.;
- Программа по обеспечению безопасного хранения и подготовки к вывозу отработавшего ядерного топлива реакторов АМБ Белоярской АЭС, утвержденная заместителем Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом», 2015 г.;
- Решение № БЕЛАЭС-77Р(04-03)-2016 от 03.02.2016 о реализации вывоза опытной партии ОЯТ АМБ Белоярской АЭС на ФГУП «ПО «Маяк» в 2016 году;
- Программа по обеспечению безопасного производства работ при демонтаже оборудования, трубопроводов и арматуры турбогенератора № 1 блока № 1 Белоярской АЭС, утвержденная главным инженером филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция», 2013 г.;
- Программа по обеспечению безопасного производства работ по извлечению, контейнеризации и удалению РАО из юго-западного пристроя хранилища сухих отходов (ХСО-1) Белоярской АЭС, утвержденная главным инженером филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция», 2013 г.;
- Программа по обеспечению безопасного производства работ при извлечении отходов из МДКА и ликвидации МДКА блоков № 1 и № 2 Белоярской



АЭС, утверждённая и.о. заместителя Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014;

- Программа по обеспечению безопасного производства работ по демонтажу ГЛА 1-й очереди Белоярской АЭС, утверждённая и.о. заместителя Генерального директора – директором по производству и эксплуатации АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014;

- Итоговый отчет АО «Сибирский химический комбинат» «КИРО 1-2 блоков первой очереди Белоярской АЭС и площадки их размещения», 2010 г.;

- Программа по обеспечению безопасного хранения и подготовки к вывозу отработавшего ядерного топлива реакторов АМБ Белоярской АЭС, утвержденная заместителем Генерального директора - директором по производству и эксплуатации АЭС АО «Концерн Росэнергоатом» 03.10.2015;

- Заключительный отчет по результатам комплексного обследования текущего состояния блоков №1,2 Белоярской АЭС, остановленных для вывода из эксплуатации, Белоярская АЭС, 2017;

- НИКИЭТ. ФЭИ. ИРМ. Обоснование ядерной и радиационной безопасности помещений и оборудования первого и второго блоков Белоярской АЭС, содержащих просыпи ОЯТ. Отчет о НИР 3.969 От, 205 с, Москва-Обнинск-Заречный, 2007;

- «Программа удаления продуктов, содержащих фрагменты (просыпи) отработавшего ядерного топлива, из графитовой кладки РУ, систем и элементов оборудования блоков №1 и №2 Белоярской АЭС» № ПРГ 1.2.2.15.002.25-2020 от 28.09.2020;

- Программа «Дополнительные обследования состояния просыпей ОЯТ в необследованных зонах их локализации в помещениях, оборудовании и коммуникациях 1 очереди БАЭС», Инв. № ПМ. 030-0532, 2004;

- ФГУП НИКИЭТ. Результаты радиационного обследования помещений, занятых в технологическом процессе разделки ОТВС на Белоярской АЭС. Отчет 2008;

- БАЭС. Техническая справка «Фактическое состояние в местах герметизации РП блока № 1. Радиационная обстановка в местах герметизации РП

блока № 1 и в ячейках установки датчиков модернизированной СК», исх.№ 341-10-18 от 12.11.1999 г, 7 л.;

– НИКИЭТ. Дополнительные обследования состояния просыпей ОЯТ в необследованных зонах их локализации в помещениях, оборудовании и коммуникациях 1 очереди БАЭС. Программа 3.806, 22 с, М., 2004;

– НИКИЭТ. «Результаты измерений радиационной обстановки в местах проведения работ по герметизации РП блоков 1,2 БАЭС». Отчет 16.1299, 31 л., 2005;

– НИКИЭТ. Отчет «Основные результаты работ 2000-2006 гг. по герметизации реакторного пространства блока № 1 БАЭС.» 3.916 От, 2006;

– НИКИЭТ. «Радиоактивные обследования технологических шахт и исследования радиоактивного загрязнения верхней плиты блока № 2 БАЭС», Отчет 16.1366, 2006 г., 51 л.;

– БАЭС. Техническая справка «Фактическое состояние в местах герметизации РП блока № 1. Радиационная обстановка в местах герметизации РП блока № 1 и в ячейках установки датчиков модернизированной СК», исх.№ 341-10-18 от 12.11.1999 г, 7 л.;

– НИКИЭТ. «Реактор энергоблока № 1 БАЭС (Консервация)», АМБ-1-К.00.000 ПЗ, 1981;

– НИКИЭТ. «Расчётное обоснование ядерной безопасности помещений и оборудования 1 очереди БАЭС, содержащих просыпи ОЯТ». Отчёт 5.1318 От, на 30 листах, М., 2007;

– БАЭС. Отчёт № 10-08-268 «Обследование текущего состояния систем и оборудования блоков 1,2» от 29.06.2007 на 196 листах, г.Заречный, 2007;

– Отчет. Определение технического состояния строительных конструкций Главного корпуса 1 очереди и вспомогательных зданий и сооружений Белоярской АЭС в части определения осадок фундаментов зданий и сооружений, «УрлОРГРЭС», 2007, инв. № ЗиС 496;

– Отчет. Определение технического состояния строительных конструкций 1 очереди (блоки 1,2) Главного корпуса Белоярской АЭС, ООО ППК «Обсидиан», 2007, инв. №ЗиС 0734;

- Определение технического состояния строительных конструкций Главного корпуса 1 очереди и вспомогательных зданий и сооружений в части: определение технического состояния строительных конструкций аппаратного отделения Белоярской АЭС, ООО ППК «Обсидиан», 2007, инв. № ЗиС 0737;
- Определение технического состояния строительных конструкций вспомогательных зданий и сооружений 1 очереди Белоярской АЭС, ООО ППК «Обсидиан», 2007, инв. № ЗиС 0736;
- Заключение по результатам обследования основных строительных конструкций аппаратных отделений энергоблоков №1 и №2 Белоярской АЭС с целью оценки их технического состояния и остаточного ресурса, НИИЖБ, 2008;
- Заключение о техническом состоянии и остаточном ресурсе баков сооружений ХЖО-1 (БКО-А, БКО-Б, БКО-В, БКО-Г, БПЛ-А, БПЛ-Б) и ХЖО-2 (БКО-Д, БКО-Е, БКО-Ж, БПЛ-В, БПЛ-Г, БВ-А, БВ-Б) Белоярской АЭС, НИИЖБ, 2019;
- ФЭИ. «Расчеты активности графитовой кладки и металлоконструкций реакторного пространства блока № 1 Белоярской АЭС» Отчет инв.№ 11376, г.Обнинск, 2003;
- НИКИЭТ. «Расчётное обоснование ядерной безопасности помещений и оборудования 1 очереди БАЭС, содержащих просыпи ОЯТ». Отчёт 5.131 От, на 30 листах, М., 2007;
- Исследование надежности конструктивных элементов отработавших тепловыделяющих сборок АМБ-100 и АМБ-200 после длительного хранения в бассейнах Белоярской АЭС: Отчет о НИР / СФ НИКИЭТ; Инв. № Ф.03.851.- 1991;
- Ранжирование ОЯТ 1-го и 2-го энергоблоков Белоярской АЭС по степени риска разгерметизации оболочек твэлов в условиях мокрого хранения в бассейнах выдержки: Отчет о НИР (заключительный) / ГУДП «СФ НИКИЭТ»; Руководитель О.А. Голосов; Инв. № Ф.03.1002.- 1999.- 170 с.;
- Определение состава и количества делящихся материалов в донных осадках БВ-1, 2 БАЭС: Отчет о НИР / СФ НИКИЭТ. Инв № Ф. 02. 971.— 1998.— 53 с. (с приложениями на 7 л.);

- 
- Исследование выхода делящихся материалов, продуктов деления и активированных продуктов коррозии из негерметичных кассет К17 в воды БВ-1,2 БАЭС: Отчет о НИР / СФ НИКИЭТ. Инв № Ф.02.1044.– 2001.– 51 с. (с приложениями на 9 л.);
  - Отчет «КИРО 1-2 блоков первой очереди Белоярской АЭС и площадки их размещения», АО «СХК»;
  - Отчет «Результаты радиационного обследования помещений, занятых в технологическом процессе разделки ОТВС на Белоярской АЭС», 2008 / НИКИЭТ;
  - Отчет «КИРО хранилищ РАО, расположенных на площадке 1 очереди БЕЛАЭС», 2010 / АО «РАОПРОЕКТ» ;
  - Годовой отчет по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков №1 и №2 Белоярской АЭС, остановленных для вывода из эксплуатации, в 2019 году.

### **3 Подготовка к выводу из эксплуатации и поддержание в безопасном состоянии первой очереди Белоярской АЭС**

#### **3.1 Планирование работ и организационно-технические мероприятия на этапе подготовки к выводу из эксплуатации первой очереди БЕЛАЭС**

##### **3.1.1 Основные выполненные работы по подготовке к выводу из эксплуатации**

С момента окончательного останова блока №1 на 1-й очереди проведены следующие работы, направленные на повышение безопасности:

**1981÷1987 гг.:** проводилась выгрузка топлива. Топливо в виде ТВС выгружено полностью. Для выгрузки 16 заклиненных ТВС были демонтированы металлоконструкции и смешанная кладка. При этом было демонтировано:

- 75 стояков технологических каналов, из 998;
- 855 плетей водопаропроводов, из 1996;
- вырезано 18 люков в верхней плите, люки не заглушены.

Из реактора извлечены 280 графитовых и чугунных блоков с последующей неупорядоченной установкой.

**1981÷1987 гг.:** сдренированы 1-й и 2-й контуры блока, контуры охлаждения СУЗ.

**1982 г.** проведена дезактивация 1-го контура блока №1. Во время дезактивации из контура удалено 61 кг отложений в виде окислов, при этом на СВО удалены жидкие радиоактивные отходы суммарной активностью до  $1.8 \times 10^{12}$  Бк.

**1982÷1988 гг.:** выполнены работы по консервации тепломеханического оборудования. Подогреватели высокого и низкого давления турбины № 1 с трубопроводами обвязки по пару и конденсату законсервированы 1% раствором ингибитора М-1, ЦВД и ЦНД с основными конденсаторами консервировались летучим ингибитором НДА и КЦА.

**1984 г.:** произведен частичный демонтаж металлоконструкций и кладки реактора блока №1. Выполнены следующие работы:

- удаление бокового защитного перекрытия реактора на стороне “А”;
- удаление поперечных коммуникаций, препятствующих подъему пароводяных плетей (кабелей нейтронных датчиков и электромагнитов стержней аварийной защиты);
- демонтаж пароводяных трубопроводов, проходящих над зоной демонтажа;
- установка бокового защитного перекрытия;
- удаление стояков топливных каналов в зоне демонтажа;
- вырезка механическим способом отверстия Ø310мм в верхнем листе верхней плиты;
- вырезка удлиненным газовым резаком отверстия в нижнем листе верхней плиты; установка специальной защитной пробки над зоной демонтажа.

Демонтаж кладки реактора выполнялся специальным удлиненным инструментом с цанговыми, пальчиковыми и грейферными захватами, оборудованным пневмоцилиндром. При проведении опытных работ на блоке №1 было демонтировано 38 блоков в девяти ячейках.

**1986 г.:** сдано в эксплуатацию хранилище сухих отходов 2-ой очереди Белоярской АЭС (ХСО-2).

**1987÷1988 гг.:** создана комплексная опытно-промышленная установка глубокой химической дезактивации металлических отходов и переплавки металла. Установка размещена в боксах ГЦН-1Б, ГЦН-1Г. Для их размещения ГЦН и вспомогательное оборудование были демонтированы. Трубопроводы 1-го контура, расположенные в боксах, демонтированы с использованием кумулятивных трубобрезов типа ТРККН.

**1988 г.:** проведена переконсервация ЦНД и консервация барботера, испарителей и деаэратора 1Д-6 линасилом. В том же году деаэратор расконсервирован для использования металла головки для ремонта деаэратора 6 ата блока №2. Трубопроводы и оборудование промконтура СУЗ, бак биологической защиты и нижняя плита реактора законсервированы.

**1990÷2008 гг.** выполнены следующие основные работы:

- разработан проект и смонтирована система очистки воды БВ-1,2;

- определено содержание просыпей ОЯТ в кладке реактора;
- вырезаны образцы твэлов из ОТВС АМБ, проведены их исследования и оценена степень повреждения ОЯТ АМБ при хранении в БВ-1,2;
- разработан проект и изготовлен один универсальный ТУК-84/1 для транспортировки кассеты К-17 или К-35;
- разработан проект и изготовлены шесть вагонов-контейнеров ТК-84/1 для транспортировки ТУК-84/1;
- проведены работы по проектированию, доработке ЖДК и ЖД путей для возможности приема вагона ТК-84/1 с ТУК-84/1 на 1 очереди;
- проведены работы по проектированию, изготовлению и монтажу оборудования для загрузки кассет К-17 и К-35 в ТУК-84/1;
- проведены приемочные испытания головного образца вагона-контейнера ТК-84/1 в условиях железнодорожного коридора 1-й очереди;
- проведены работы по проектированию, изготовлению и испытанию мобильного устройства для обнаружения места течи облицовки БВ;
- выполнены дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности при возможной разгерметизации БВ-1,2 (система опорожнения; герметизация помещений, связанных с БВ; система непрерывного контроля уровня в БВ);
- разработан проект и проведена реконструкция систем вытяжной вентиляции из БВ-1,2;
- проведены работы по проектированию и изготовлению каналов системы контроля реакторного пространства (СК РП) блоков №№ 1,2;
- разработан технический проект и предварительный отчет по обоснованию безопасности на комплекс по переработке ЖРО;
- проведены работы по определению состава и количества ядерных материалов в оборудовании с ЖРО 1-й очереди;
- проведены работы по обследованию состояния графитовой кладки реактора АМБ-100;
- разработан проект и проведена герметизация реакторного пространства АМБ-100;

- введена в работу после реконструкции и модернизации установка доупаривания жидких отходов ХЖО;
- разработано техническое обоснование безопасности (ТОБ) при хранении и обращении с ОЯТ реакторов АМБ;
- разработано обоснование ядерной и радиационной безопасности установки кассет К-17у с ОЯТ в чехлы из нержавеющей стали;
- освобождены три ТШ для обеспечения проведения установки кассет К-17у в чехлы и для обеспечения проведения измерения газовыделения из кассеты К-17у с поврежденным топливом в герметичном чехле;
- проводились работы по созданию и наполнению базы данных по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС.

**2009÷2012 гг.** выполнены следующие основные работы:

- выполнены работы по установке кассет К-17у с ОЯТ в чехлы из нержавеющей стали;
- проведено комплексное инженерно-радиационное обследование (КИРО) блоков №1 и №2 БЕЛАЭС и хранилищ РАО;
- разработаны предпроектная и проектная документация по ВЭ блоков №1 и №2 БЕЛАЭС, включая локальную объектовую концепцию с технико-экономическими оценками вариантов ВЭ энергоблоков №1,2 БЕЛАЭС.

**2013÷2020 гг.** выполнены следующие основные работы:

- проведен монтаж ТУК-84/1 №№ 2 – 5 и системы внешнего контроля СВК Р641-Э1 в транспортеры ТК-84/1, приемочные испытания вагонов-контейнеров ТК-84/1 в условиях железнодорожного коридора 1-й очереди;
- получен сертификат-разрешение на конструкцию упаковки ТУК-84/1;
- разработана КД, изготовлено и смонтировано оборудование для реконструкции площадок обслуживания ТУК-84/1 в железнодорожном коридоре 1-й очереди;
- разработана КД и изготовлено оборудование для доработки транспортно-технологической части по загрузке кассет в ТУК-84/1;
- демонтировано оборудование турбоагрегата № 1;



- выполнены реконструкция, перепланировка помещений для размещения оборудования для выполнения демонтажа и частичный демонтаж оборудования и трубопроводов ГЛА;
- произведено частичное удаление РАО из юго-западного пристроя ХСО-1;
- выполнены демонтаж оборудования и освобождение помещений ГЦН 72/1А;
- осуществлен монтаж и проведены пуско-наладочные работы оборудования модернизированной автоматизированной системы радиационного контроля блоков №1 и №2;
- получен сертификат-разрешение на конструкцию и перевозку упаковок с ОТВС реакторов АМБ-100 и АМБ-200 Белоярской АЭС со сроком действия до 04.08.2020;
- проведена реконструкция спецгаража с целью обеспечения возможности транспортирования кондиционированных и упакованных в транспортные контейнеры твердых радиоактивных отходов, образующихся при проведении демонтажных работ на блоках № 1 и № 2;
- осуществлен вывоз 125 кассет с ОЯТ АМБ из БВ-1,2 на ФГУП «ПО «Маяк»;
- разработана проектная документация по оснащению 1,2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО и ЖРО.

### ***3.1.2 Организационно-технические мероприятия и работы на этапе подготовки к выводу из эксплуатации***

Основной целью этапа является поддержание в безопасном состоянии 1-й очереди Белоярской АЭС, в том числе обеспечение безопасности при хранении и вывозе ОЯТ с одновременной подготовкой к выводу из эксплуатации.

До момента удаления с площадки БЕЛАЭС ядерных материалов, свежего и отработавшего ядерного топлива и получения лицензии на вывод из эксплуатации реализация организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасного состояния и подготовку к выводу из эксплуатации, осуществляется в

---

рамках лицензии Ростехнадзора на эксплуатацию ядерной установки энергоблока №1 на основании изменений, внесенных в условия действия лицензии в установленном порядке.

План-график работ по подготовке к выводу из эксплуатации и поддержанию в безопасном состоянии первой очереди Белоярской АЭС представлен в таблице 3.1.1.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Наименование мероприятий	Сроки выполнения									
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
7.4 Разработка программы обеспечения качества при выводе из эксплуатации блоков № 1,2										
7.5 Разработка инструкции по ликвидации аварий на блоках № 1, 2										
7.6 Разработка программы и графика работ по демонтажу оборудования и систем										
7.7 Разработка инструкций по эксплуатации оборудования и систем, учитывающих этапы демонтажа оборудования и систем										
7.8 Разработка регламента эксплуатации, ремонта и технического обслуживания эксплуатируемых зданий, сооружений, систем и элементов блоков №1, 2 при выполнении работ по выводу из эксплуатации										
7.9 Оформление радиационно-гигиенического паспорта и получение санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии радиационной обстановки на площадке блоков № 1, 2 характеристикам, установленным в нормативных документах и в проекте ВЭ										
7.10 Актуализация программы вывода из эксплуатации блока № 1 по результатам КИРО										
7.11 Разработка отдельной программы управления ресурсом оборудования и трубопроводов, используемых при выводе из эксплуатации блоков № 1, 2										
7.12 Разработка плана мероприятий по защите работников (персонала) АЭС в случае аварии при выводе из эксплуатации блоков № 1, 2										
7.13 Направление комплекта документов в Ростехнадзор										
7.14 Получение лицензии на вывод из эксплуатации блока № 1										
<b>8 Подготовка персонала для проведения работ по выводу из эксплуатации 1-й очереди и поддержание его квалификации</b>										
<b>9 Эксплуатация, наполнение и развитие информационной системы по выводу из эксплуатации</b>										

¹Объект является общестанционным. Финансирование сооружения будет осуществляться за счет инвестиционной программы капитальных вложений АО «Концерн Росэнергоатом»



### **3.2 Информационная система по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС**

Информационно-аналитическая система «Система информационного обеспечения вывода из эксплуатации 1-й очереди Белоярской атомной станции» (ИСВЭ БЕЛАЭС) была разработана АО «НИКИЭТ».

ИСВЭ обеспечивает накопление, долговременное хранение, упорядочивание, поиск и представление информации об объектах предметной области, требуемой и влияющей на проведение работ на этапах вывода из эксплуатации, а также сведений о результатах выполнения работ на этапах вывода из эксплуатации блоков.

К объектам предметной области ИСВЭ относятся:

- площадка БЕЛАЭС и объекты на ее территории: помещения, системы и оборудование блоков;
- зона наблюдения БЕЛАЭС и объекты на ее территории;
- объекты за пределами зоны наблюдения БЕЛАЭС, связанные с процессом вывода из эксплуатации блоков.

Для разработки оболочки ИСВЭ БЕЛАЭС 1-й очереди использовалось программное обеспечение компании «Parametric Technology Corporation» – Windchill, доработанное необходимым образом под предметную область ВЭ Белоярской АЭС. В качестве СУБД используется станционная лицензия SQL server.

Работы по созданию и наполнению БД ведутся с 2003 года. ИСВЭ 1-й очереди БЕЛАЭС введена в эксплуатацию в 2009 году. Общий объем загруженных данных составляет около 20 тысяч документов.

На данный момент ПО и серверное оборудование является морально устаревшим, комплектующие для данного типа сервера не выпускаются производителем. Таким образом, сервер является неремонтопригодным.

Приказом Госкорпорации «Росатом» от 20.05.2016 № 1/440-П в промышленную эксплуатацию введена информационная система «Корпоративный уровень отраслевой информационной системы вывода из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов» (ОИС ВЭ ЯРОО). В рамках проекта N-111-02457

Госкорпорации «Росатом» разработан прототип информационной системы объектового уровня ОИС ВЭ ЯРОО, который является типовым решением для создания локальных информационных систем в эксплуатирующих организациях.

В целях приведения в соответствие с актуальными требованиями нормативных и распорядительных документов в 2018-2020 годах была осуществлена модернизация ИСВЭ БЕЛАЭС.

В рамках модернизации реализованы следующие основные мероприятия:

- разработано техническое задание на модернизацию ИСВЭ Белоярской АЭС;
- разработаны Технорабочий проект и эксплуатационная документация ИСВЭ; перенесены данные из базы данных текущей версии ИСВЭ БЕЛАЭС в модернизированную;
- проведены обучение персонала, пусконаладочные работы, установка и настройка программных средств;
- организован доступ к ИСВЭ с рабочих мест пользователей БЕЛАЭС и Центрального аппарата концерна посредством веб-интерфейса;
- выполнено первоначальное наполнение информацией;
- осуществлен ввод в промышленную эксплуатацию.

ИСВЭ введена в промышленную эксплуатацию приказом Белоярской АЭС от 31.07.2020 № 9/Ф02/1466-П.

Дальнейшее развитие ИСВЭ должно производиться по следующим направлениям:

- дальнейшая детализация информационного наполнения ИСВЭ в соответствии с требованиями нормативных и организационно-распорядительных документов;
- совершенствование функциональных возможностей ИСВЭ, периодическая модернизация ее программно-технических средств при смене поколений вычислительной техники с сохранением накопленных данных.

ИСВЭ должна использоваться в качестве источника исходных данных и централизованного средства учета и хранения информации, получаемой в рамках

подготовки и проведения комплексного обследования. Все данные и результаты проведения комплексного обследования (акты, протоколы, отчеты, фотоматериалы, результаты гамма-сканирования и т.п.) должны быть введены в ИСВЭ.

После завершения каждого этапа вывода из эксплуатации в ИСВЭ должны быть внесены сведения:

- об использованных технологиях, методах и технических средствах демонтажа и дезактивации;
- о полученных индивидуальных и коллективных дозах облучения персонала (работников) для каждого вида радиационно опасных работ, выполненных на этапе;
- о радиационной обстановке в помещениях блока №1 и на площадке АС;
- о проведенных работах по созданию дополнительных инженерных барьеров, предусмотренных в проектной документации вывода из эксплуатации блока №1.

После завершения всех работ по выводу из эксплуатации ИСВЭ будет использоваться в качестве основного архивного материала для хранения всех документов по выводу из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС, включая:

- программу вывода из эксплуатации блока №1;
- программу и график работ по демонтажу оборудования и систем;
- отчеты по результатам КИРО;
- проект вывода из эксплуатации блоков № 1,2;
- ООБ при выводе из эксплуатации блоков № 1,2;
- отчет по результатам заключительного обследования.

### **3.3 Изменение условий эксплуатации после окончательного останова блока №1**

Блок №1 БЕЛАЭС остановлен в 1981 году. После окончательного останова блока №1 и удаления топлива из активной зоны реактора в БВ было выведено из эксплуатации оборудование турбоустановок, генераторов и основных технологических контуров.

Выведены из эксплуатации следующие технологические системы и тепломеханическое оборудование:

- система циркуляции теплоносителя 1,2 контуров с ГЦН, АЦН, АПЭН, подогревателями 1, 2 ступеней, испарителями, сепараторами, коллекторами;
- турбина с регенеративными подогревателями высокого и низкого давления, конденсатными и питательными насосами, деаэратором;
- пусковой конденсатор, барботер, дренажный бак;
- газовая система реактора с газгольдерами выдержки азота, газгольдером локализации аварий с газодувками Г-30, Г-500;
- система охлаждения СУЗ реактора с насосами НОЗ, НОР, теплообменниками и баками;
- промконтур СУЗ с баками, теплообменниками и насосами;
- система ввода реагентов в контуры (частично демонтирована);
- система маслопроводов ТГ-1 с маслобаками и насосами.

Состояние систем и элементов блока №1 и перечень демонтированного оборудования представлены в п. 2.2.1 настоящей программы. Перечень действующих систем и оборудования приведен в разделе 3.8 настоящей программы.

Для эксплуатации блоков №1 и №2 на этапе подготовки к выводу из эксплуатации разработан и введен в действие «Технологический регламент эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС», учитывающий изменение условий эксплуатации после окончательного останова блоков. При изменении условий эксплуатации оборудования, систем и элементов 1 очереди при подготовке к выводу из эксплуатации блоков №1 и №2 эти изменения вносятся в установленном порядке в «Технологический регламент эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС».

### **3.4 Обращение с отработавшим ядерным топливом**

Работы с отработавшим ядерным топливом выполняются в соответствии с требованиями:

- Технологического регламента эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС.

- Инструкции по обеспечению ядерной безопасности при хранении, транспортировании и перегрузке ядерного топлива реакторов АМБ-100, 200;
- Инструкции по составлению рабочих программ на проведение ядерно-опасных работ на энергоблоках Белоярской АЭС;
- Инструкции по проведению физической инвентаризации ядерных материалов в ЗБМ АМБ Белоярской АЭС;
- Инструкции по учету и контролю ядерных материалов в ЗБМ АМБ Белоярской АЭС.

Анализ безопасности обращения с ОЯТ АМБ после окончательного останова блоков №1,2 приведен в «Техническом обосновании безопасности (ТОБ) при хранении и обращении с ОЯТ реакторов АМБ первой очереди Белоярской АЭС».

Проведенный в ТОБ анализ развития и возможных последствий аварий показывает, что в качестве аварии, характеризующейся наиболее тяжелыми радиационными последствиями, следует рассматривать аварию с опорожнением БВ. Радиационные последствия опорожнения БВ для населения не превышают допустимый дозовый предел для первого года при проектных авариях. При использовании и поддержании эффективности очистных фильтров в системе вытяжной вентиляции, а также при смачивании донных отложений, радиационные последствия опорожнения БВ для населения не превышают установленных значений критериев радиационной безопасности. При этом необходимо учитывать, что оцененное значение вероятности большой течи БВ, приводящей к опорожнению, составляет  $7,5 \cdot 10^{-5}$  1/год.

Для остальных рассмотренных аварий радиационные последствия не превышают последствия аварии с опорожнением даже в случае их наиболее неблагоприятного развития.

Выгрузка топлива из реактора блока №1 в виде ТВС и твэлов была проведена в 1981-1987 годы. Недовыгоревшие ТВС хранятся вместе с выгоревшими ТВС в кассетах в БВ-1,2, что допускается по условиям безопасного хранения. Подкритичность БВ-1,2 составляет более 5 %  $\Delta K/K$ , следовательно, ядерная безопасность при хранении ядерного топлива в БВ-1,2 обеспечивается. Поэтому в

настоящее время не требуется разработка отдельной Программы для обеспечения ядерной безопасности при обращении с ядерным топливом реакторов блоков №1,2. За время выгрузки ядерного топлива из реакторов блоков №1,2 и хранения его в БВ-1,2 нарушений ядерной и радиационной безопасности не было.

После выгрузки ТВС из реактора блока №1 была разработана «Программа измерений количества просыпей облученного топлива и мест их локализации в графитовой кладке реактора №1 БелАЭС». В основе этой программы лежит методика выполнения измерений «Определение массы просыпей и мест их локализации при зондировании графитовой кладки реактора АМБ-100 БелАЭС». Измерения по определению масс просыпей были проведены в реакторе №1 - в 1988-1991 годы. По результатам измерений были определены массы просыпей топлива и конкретные места (ячейки и нижние опорные «стаканы» реактора №1), в которых остались просыпи ядерного топлива. Подробно результаты исследований представлены в работах ФЭИ, в которых показано, что образование критических масс в графитовой кладке реактора блока №1 Белоярской АЭС, на нижней плите и в дренажных коммуникациях невозможно, и поэтому состояние данного оборудования характеризуется как ядерно безопасное.

Для решения проблемы обращения с просыпями ОЯТ принята долгосрочная «Программа удаления продуктов, содержащих фрагменты (просыпи) отработавшего ядерного топлива, из графитовой кладки РУ, систем и элементов оборудования блоков №1 и №2 Белоярской АЭС».

По рекомендации ОЯБ ГНЦ РФ ФЭИ для исключения неконтролируемых миграций просыпей топлива и обеспечения ядерной безопасности в реакторах №1,2 Белоярской АЭС реализованы следующие мероприятия:

- запрещены водные технологии при работах с кладкой;
- запрещены работы в горячей камере;
- гидроизолирована крыша главного корпуса первой очереди;
- обеспечен контроль качества гидроизоляции крыши;
- остановлена циркуляция и слита вода из контуров охлаждения реакторов и СУЗ.

В 2006 концерном «Росэнергоатом» принято «Решение №Бел1,2АЭСТР-1461К06 «Об установке в чехлы кассет К-17 с ОЯТ реакторов АМБ-100, АМБ-200 в бассейнах выдержки энергоблоков №1,2 Белоярской АЭС» в соответствии с которым разработано «Обоснование ядерной и радиационной безопасности установки кассет К-17у в чехлы РТ5019 и их хранения в БВ-1,2 Белоярской АЭС». В период 2009-2011 годов выполнены работы по установке 143 кассет К-17у с ОЯТ в чехлы из нержавеющей стали.

Упаковка кассет К-17у с ОТВС в чехлы обеспечивает соответствие бассейнов выдержки критерию ядерной безопасности ( $K_{эф} < 0,95$ ) во всех режимах хранения и перемещения кассет с ОТВС.

Для обеспечения безопасности хранения ОЯТ в БВ реализованы следующие мероприятия:

- введены в эксплуатацию следующие системы и установки:
  - система очистки воды БВ-1,2 с использованием неорганического сорбента «Термоксид»;
  - система сбора и возврата протечек БВ-1,2;
  - система опорожнения БВ;
  - система непрерывного контроля уровня воды в БВ;
  - мобильная установка обнаружения места течи;
  - установка для ремонта облицовки бассейнов выдержки;
  - вытяжные вентсистемы с высокоэффективными фильтрами;
  - система телевизионного наблюдения для дистанционного управления и контроля за выполнением транспортно-технологических операций;
  - мобильный робототехнический комплекс с комплектом вспомогательной оснастки для транспортно-технологических операций;
  - установка ультразвукового контроля толщины стенок чехловых труб кассет с ОЯТ АМБ;
- оценена степень повреждения чехловых труб кассет и ОЯТ АМБ при хранении в БВ-1,2;

– проведено оснащение мостового крана БВ-1 грузоподъемностью 10 т дополнительным грузоподъемным устройством грузоподъемностью 7 т вылетом 1,8 м для расширения зоны обслуживания кранов в зоне размещения периферийных кассет с ОЯТ АМБ;

– проведена реконструкция вентсистем 1,2В-6 (вытяжка из БВ-1,2) для ограничения потенциального выброса радиоактивных аэрозолей при возможном опорожнении БВ;

– разработано техническое обоснование безопасности (ТОБ) при хранении и обращении с ОЯТ реакторов АМБ.

В целях удаления с блоков №1 и №2 ОЯТ осуществляется вывоз кассет на ФГУП «ПО «Маяк» для переработки.

Для обеспечения вывоза ОЯТ АМБ были выполнены следующие мероприятия:

– создана транспортно-технологическая часть загрузки и вывоза кассет с ОТВС АМБ;

– изготовлены шесть вагонов-контейнеров ТК-84/1, укомплектованные ТУК-84/1;

– оформлено заключение ОЯБ ФЭИ по ядерной безопасности на транспортирование кассет К-17у, К-17н и К-35 с ОТВС реакторов АМБ-100, АМБ-200 в ТУК-84/1;

– выполнены работы по подготовке железнодорожного коридора (далее - ЖДК) здания 101А завода 235 ПО «Маяк» к приему вагона-контейнера ТК-84/1, в том числе с проведением приемочных испытаний с полномасштабным макетом кассеты К-35;

– утверждены технические условия «Неразделанные сборки тепловыделяющие, отработавшие, ядерных реакторов АМБ-100 и АМБ-200 Белоярской АЭС. Поставка на радиохимический завод ФГУП «ПО «Маяк». Уч. № 1011/15-2013 (далее – Технические условия);

– выпущено изменение № 1 к Техническим условиям уч. № 1011/15-2013, с обоснованием транспортирования всего объема ОТВС АМБ хранящихся на Белоярской АЭС на ФГУП «ПО «Маяк»;



- в декабре 2016 года осуществлен успешный пробный вывоз кассеты К-17Н с Белоярской АЭС на ФГУП «ПО «Маяк»;
- получен сертификат-разрешение на конструкцию и перевозку упаковки транспортный упаковочный комплект ТУК-84/1 с ОТВС реакторов АМБ-100 и АМБ-200 Белоярской АЭС.

На основании решения Госкорпорации «Росатом» «Об организации вывоза ОТВС АМБ Белоярской АЭС на ФГУП «ПО «Маяк» для временного хранения и последующей переработки» от 28.04.2017 № Р-1.2.3.06.001.0255-2017 с 2017 года вывоз ОТВС АМБ с Белоярской АЭС на ФГУП «ПО «Маяк» производится на регулярной основе. За период 2017-2019 годы с площадки Белоярской АЭС вывезено 125 кассет.

Дальнейшее планирование работ по обращению с ОЯТ осуществляется в соответствии с «Программой работ по реализации Решения Госкорпорации «Росатом» «О заключительной стадии обращения с ОТВС АМБ».

Для обеспечения безопасного обращения с ОЯТ АМБ БЕЛИАЭС должны быть решены следующие задачи:

- завершение строительства ОРП на площадке завода РТ-1 ФГУП «ПО «Маяк», ввод ОРП в эксплуатацию, разделка, пеналирование и переработка ОТВС АМБ;
- пересмотр сертификата-разрешения с обоснованием вывоза всех оставшихся ОТВС;
- вывоз оставшихся на начало 2020 года на Белоярской АЭС ОТВС АМБ в полном объеме;
- подготовка к радиохимической переработке и переработка всех ОТВС реакторов АМБ.

Перечень и сроки реализации основных мероприятий АО «Концерн Росэнергоатом» по обеспечению безопасного хранения, подготовки к вывозу и вывоза ОЯТ АМБ в ФГУП «ПО «Маяк» представлены в таблице 3.1.1.

### **3.5 Удаление рабочих сред из реакторной установки и связанных с ней систем**

После окончательного останова блоков АЭС на этапе подготовки к выводу из эксплуатации все технологические контура, системы и оборудование блоков, содержащие технологические (рабочие) среды и не требуемые для вывода из эксплуатации блоков, подлежат выводу из работы, а их рабочие среды – дренированию и удалению с блоков.

После останова блока №1 и выгрузки топлива из реактора в период 1981÷1987 гг. первый и второй контуры блока и контуры охлаждения СУЗ дренированы.

Радиоактивные иловые отложения, накопленные в технологических контурах и емкостях систем блоков, должны размываться, извлекаться и затем направляться на установки переработки и кондиционирования ЖРО. Сроки реализации мероприятий по удалению отложений из емкостей и контуров представлены в таблице 3.1.1. Масса иловых отложений в БВ-1 указана в п. 2.2.1.7.2.

Радиоактивные масляные рабочие среды должны дренироваться в специальные емкости и затем удаляться с блоков транспортно-технологическими системами.

Нерadioактивные водяные рабочие среды должны дренироваться в систему промышленно-ливневой канализации и затем удаляться с блоков. Другие нерadioактивные рабочие среды (масла, смолы) должны дренироваться в специальные емкости и удаляться с блоков с помощью транспортно-технологических систем.

Все операции, требуемые для вывода из работы и удаления рабочих сред из технологических контуров, систем и оборудования блоков, производятся эксплуатационным персоналом на основе действующих штатных регламентов и инструкций.

### **3.6 Дезактивация оборудования, систем, строительных конструкций, помещений и зданий Белоярской АЭС**

Дезактивация оборудования и помещений является одним из мероприятий, уменьшающих воздействие ионизирующих излучений на персонал АЭС и предупреждающих распространение радиоактивного загрязнения по ее помещениям.

Задачами дезактивации оборудования при подготовке и выводе из эксплуатации являются:

- уменьшение дозозатрат персонала при демонтаже;
- предотвращение переноса радиоактивных загрязнений на стадии демонтажа оборудования;
- уменьшение газоаerosольных выбросов в атмосферу при демонтаже;
- уменьшение количества твердых радиоактивных отходов.

В 1982 году проведена дезактивация 1 контура блока №1. Во время дезактивации из контура удалено 61 кг отложений в виде окислов, при этом удалено  $1.8 \times 10^{12}$  Бк радиоактивных отходов.

На этапе подготовки к выводу из эксплуатации первой очереди дезактивация проводится в следующем порядке:

- дезактивация отдельных загрязнённых систем и элементов, выведенных из работы (не используемых на этапах вывода энергоблока из эксплуатации);
- нанесение защитных покрытий на элементы систем, стены и полы помещений перед демонтажом при необходимости;
- дезактивация съёмных элементов систем, выведенных из работы;
- дезактивация фрагментов оборудования и трубопроводов при проведении демонтажных работ на отдельных загрязнённых системах и элементах, выведенных из работы (не используемых на этапах вывода энергоблока из эксплуатации);
- снятие защитных покрытий, дезактивация помещений и строительных конструкций при необходимости.

Для проведения дезактивации может использоваться штатная система дезактивации, имеющаяся на 1 очереди - узел дезактивации съёмного оборудования, оборудованный ваннами дезактивации объемом 2,5 м<sup>3</sup> и 0,25 м<sup>3</sup>.

В соответствии с проектной документацией «Белоярская АЭС. 1 очередь. Оснащение 1,2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО»

выполняются работы по оснащению 1-й очереди БЕЛАЭС установкой жидкостной ультразвуковой дезактивации и установкой сухоструйной абразивной дезактивации. Сроки ввода в эксплуатацию установок указаны в таблице 3.1.1.

Кроме этого могут быть использованы переносные средства дезактивации (пароэжекторы, установка приготовления съемных полимерных дезактивирующих покрытий).

Порядок выполнения дезактивационных работ с использованием штатного оборудования изложен в следующих инструкциях Белоярской АЭС – «Инструкции по эксплуатации узла дезактивации съемного оборудования 1 очереди» и «Инструкции по дезактивации поверхностей оборудования и помещений с использованием средств механизации».

Порядок и сроки проведения работ по дезактивации на этапе подготовки к выводу из эксплуатации будут установлены после ввода в эксплуатацию участков дезактивации при разработке проектов производства работ по демонтажу систем и оборудования, не используемых при подготовке и выводе из эксплуатации 1-й очереди оборудования, и оформлены отдельными решениями с внесением изменений в условия действия лицензии на эксплуатацию ядерной установки энергоблока №1 в установленном порядке.

### **3.7 Обращение с эксплуатационными радиоактивными отходами 1-й очереди Белоярской АЭС**

Перечень документов, в соответствии с которыми осуществляется обращение с РАО, накопленными за время эксплуатации, и объемы накопленных РАО представлены в пунктах 2.2.4, 2.2.5 настоящей Программы.

#### ***3.7.1 Обращение с жидкими радиоактивными отходами***

Для переработки ЖРО на Белоярской АЭС имеется следующее оборудование:

- выпарные установки №4, №5 для переработки трапных, обмывочных и регенерационных вод блоков № 1-3 производительностью 6 т/ч каждая;
- доупариватель ЖРО на ХЖО производительностью 0,5 т/ч.

Техническое состояние и рабочие характеристики средств переработки ЖРО соответствуют проектным. Суммарная производительность установок СВО обеспечивает значительный резерв мощностей для переработки ЖРО. Оборудование для сбора радиоактивных вод и хранения ЖРО находится в работоспособном состоянии. Сведения о состоянии ХЖО представлены в п. 2.2.4 настоящей Программы.

В настоящее время на Белоярской АЭС отсутствуют установки по кондиционированию жидких радиоактивных отходов для дальнейшей передачи Национальному оператору. С целью освобождения емкостей ХЖО и кондиционирования жидких радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации и подготовке к выводу из эксплуатации блоков № 1,2 на Белоярской АЭС ведутся работы по созданию КП ЖРО.

Перечень и сроки работ по созданию КП ЖРО представлены в таблице 3.1.1.

В состав КП ЖРО входят следующие установки:

- установка ионоселективной очистки кубового остатка;
- установка переработки отработавших ионообменных смол;
- установка цементирования.

### ***3.7.2 Обращение с твердыми радиоактивными отходами***

В настоящее время фактически все ТРО, накопленные за весь период эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС временно хранятся в хранилище сухих отходов 1-й очереди в некондиционированном виде, общий объем их составляет:

- высокоактивные отходы – 141,4 м<sup>3</sup>;
- смесь низко- и среднеактивных отходов - 13241 м<sup>3</sup>.

Вновь образующиеся ТРО (примерно 30 м<sup>3</sup> в год) поступают с 1-й очереди в хранилище 2 очереди (ХСО-2).

Сбор эксплуатационных отходов осуществляется в установленных местах в сортированном виде как по уровням радиоактивности, так и по способам их переработки. Неперерабатываемые отходы в специальных металлических контейнерах на спецавтомобиле вывозятся в хранилище для твердых радиоактивных отходов, где выгружаются в один из отсеков хранилища. Отходы в хранилище

хранятся навалом.

В настоящее время на Белоярской АЭС все работы по обращению с ТРО проводятся в соответствии с «Инструкцией по обращению с твердыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС» и «Положением по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов Белоярской АЭС».

В рамках выполнения Государственного контракта №Д.4ш.21.25.12.1131 от 04.07.2012 на Белоярской АЭС выполнены следующие работы:

- извлечение РАО из юго-западного пристроя ХСО-1 – 970 м<sup>3</sup>;
- сортировка по морфологическим и радиационным характеристикам, фрагментация и упаковка в контейнеры (ПУ-2, КРАД-3,1) извлеченных РАО – 302,6 т;
- паспортизация и передача в специализированную организацию части извлеченных РАО в количестве 250,1 т НАО.

В юго-западном пристрое ХСО-1 осталось неизвлечено около 450 м<sup>3</sup> ТРО.

Завершение работ по освобождению юго-западного пристроя ХСО-1 от ТРО планируется продолжить после ввода в эксплуатацию оборудования и установок по переработке ТРО.

Для выполнения работ по переработке и кондиционированию ранее накопленных и образующихся в процессе подготовки к выводу из эксплуатации ТРО на Белоярской АЭС ведутся работы по оснащению блоков № 1,2 оборудованием и установками по переработке ТРО.

Для переработки ТРО планируется создать следующие производственные участки:

- участок сортировки и прессования;
- участок фрагментации (включает в себя установку сухоструйной абразивной дезактивации);
- установка дезактивации (ванна для жидкостной дезактивации);
- система учета и контроля.

Установки и оборудование по переработке ТРО должны обеспечивать выполнение следующих технологических операций:

- прием, классификацию и сортировку ТРО по видам дальнейшей переработки;
- дезактивацию (жидкостную, сухоструйную), крупногабаритных, мелких и длинномерных металлических ТРО;
- прессование ТРО;
- фрагментацию ТРО до габаритов, позволяющих осуществлять загрузку отходов в установки по переработке;
- фрагментацию кабельной продукции и полимерных материалов для последующей переработки;
- перемещение и транспортировку ТРО с использованием сертифицированных контейнеров, грузоподъемных механизмов и специального транспорта;
- кондиционирование ТРО;
- сбор, переработку всех образующихся при эксплуатации установок вторичных ТРО;
- паспортизацию контейнеров с ТРО;
- вывод материалов из-под радиационного контроля;
- учет и контроль ТРО на всех стадиях обращения с ними.

Производственные участки по обращению с РАО планируется разместить в главном корпусе 1-й очереди.

Перечень и сроки работ по оснащению блоков № 1,2 оборудованием и установками по переработке ТРО указаны в таблице 3.1.1.

### ***3.7.3 Обращение с газообразными радиоактивными отходами***

Очистка газообразных РАО (выбросов) производится на фильтровальных установках.

С целью снижения радиоактивности газовых сбросов до допустимых значений перед их выбросом в атмосферу используется система очистки газовых сбросов.

Задача безопасности системы очистки газовых сбросов - снижение величины радиоактивных выбросов в атмосферу с целью улучшения экологической обстановки.

### 3.7.4 Обращение с продуктами, содержащими фрагменты (просьпы) ОЯТ

Образование фрагментов (просьпей) ОЯТ в графитовых кладках реакторов АМБ-100 и АМБ-200, их последующее накопление в оборудовании первой очереди БЕЛАЭС связано с отказами ТВЭЛов и ТВС при эксплуатации.

Фрагменты ОЯТ оставались в местах образования, а также частично перемещались в различное технологическое оборудование под действием эксплуатационных или иных факторов. Также были организованы зоны непроектного хранения продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) ОЯТ.

Форма и местонахождение продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) ОЯТ в оборудовании первой очереди Белоярской АЭС представлены в таблице 3.7.1.

Таблица 3.7.1. Местонахождение продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) ОЯТ в оборудовании первой очереди Белоярской АЭС

Оборудование	Примечания
Графитовая кладка АМБ-100	По результатам нейтронного и фотонного зондирования получены данные о распределении просьпей во всех 58 аварийных ячейках
Нижняя плита и стаканы АМБ-100	
Графитовая кладка АМБ-200	Просьпы ОЯТ обнаружены во всех 86 аварийных ячейках и смежных с ними
Нижняя плита и стаканы АМБ-200	
Просьпы ОЯТ на верхних листах верхних плит реакторных пространств АМБ-100 и АМБ-200. Графитовые блоки россыпью (открытого «безбарьерного хранения») под верхней боковой защитой АМБ-100	-
Монжюсы МДКА: МДКА-1А МДКА-1Б МДКА-2А МДКА-2Б	Поступление просьпей из кладки по дренажным трубам и коллекторам
Емкости ХЖО: БКО-Ж, БКО-Е	Кубовый остаток с остатками просьпей топлива и другими радионуклидами
ХСО	3 отрезка ТВС ПВЦ с обогащением 21% по урану-235 в отсеке 3 ХСО-1
Дно БВ-1	Актиноиды, включая делящиеся материалы
Дно БВ-2	Актиноиды, включая делящиеся материалы
Могильник ГК	
Емкости № 35/1, 35/2 СВО	Отстоявшийся раствор из МДКА
Бокс приводов СУЗ реактора АМБ-100	Мешки с графитом и просьпами ОЯТ в пом.8 Графитовые обломки и крошка с включениями ОЯТ в помещении. Наиболее загрязнены сильфоны СУЗ.



Оборудование	Примечания
Пеналы с графитом, извлеченным при ремонтах кладки	10 пеналов квадратного сечения в ТШ и межреакторном пространстве и 5 пеналов круглого сечения, хранящиеся в БВ.
Днища чехловых труб кассет К-17 в БВ-1,2	-
Дренажные трубы и коллекторы	-

Общее оцененное количество фрагментов (просыпей) ОЯТ в помещениях, оборудовании и коммуникациях первой очереди Белоярской АЭС примерно 520 кг (по урану).

Безопасное хранение и обращение с продуктами, содержащими фрагменты (просыпи) ОЯТ, ведется в соответствии с «Программой удаления продуктов, содержащих фрагменты (просыпи) отработавшего ядерного топлива, из графитовой кладки РУ, систем и элементов оборудования блоков №1 и №2 Белоярской АЭС».

Перечень и сроки реализации мероприятий вышеуказанной программы представлены в таблице 3.1.1.

За основу при обращении с продуктами, содержащими фрагменты (просыпи) ОЯТ, принят подход, предусматривающий их перевод в категорию РАО в соответствии с НП-072-13 «Правила перевода ядерных материалов в радиоактивные вещества или радиоактивные отходы» и Руководством Р 1.2.1.14.0082-2012 «Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами, содержащими фрагменты ОЯТ, на первой очереди Белоярской АЭС», а также кондиционирование образовавшихся РАО в соответствии с НП-093-14 «Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения».

### **3.8 Перечни систем и оборудования для подготовки и осуществления вывода из эксплуатации первой очереди**

На этапе подготовки к выводу из эксплуатации 1-й очереди предусмотрено выполнение работ по демонтажу систем и оборудования по отдельным решениям эксплуатирующей организации. Очередность и сроки выполнения работ представлены в таблице 3.1.1. Сроки производства работ по демонтажу систем и оборудования и последовательность их проведения на этапе вывода из эксплуатации

указаны в таблице 4.1.1 и будут уточнены при разработке Проекта вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС.

Перечень систем и оборудования общестанционного назначения, необходимых для обеспечения подготовки и вывода из эксплуатации блоков №1, 2 и эксплуатации блока №3 Белоярской АЭС, приведен в таблице 3.8.1.

Таблица 3.8.1. Перечень систем и оборудования общестанционного назначения, необходимых для обеспечения подготовки и вывода из эксплуатации блоков №1, 2 и эксплуатации блока №3 Белоярской АЭС

№№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
1	Система наружного пожарного и хозяйственно-питьевого водоснабжения	Артскважины Каменского водозабора насосные станции 2 и 3 подъемов резервуары насосных станций 2 и 3 подъемов хлораторная	Трансформатор 35/6; трансформатор 6/0,4; КРУН-6кВ; щиты 0,4 кВ, оборудование 5-ти скважин Каменского водозабора; водоводы от 2 до 3 подъемов; колодцы на трубопроводах; оборудование насосных 2 и 3 подъемов; оборудование хлораторной, трубопроводы противопожарного водопровода
2	Система теплоснабжения и горячего водоснабжения ГК 1 очереди, промплощадки и г. Заречный	ГК-1	Тепловые сети, камеры и узлы промплощадки Тепломагистраль Ду 350/300 от ГК 1 очереди до УТ1-7; паропроводы 13 и 22 ата от котельной промплощадки до ГК блока № 3; трубопроводы возврата конденсата с ТФУ-1; оборудование ТФУ-1
3	Система хозфекальной канализации	ФНС-1,2 ОСПП ТП со щитом 15Н	Прямки машзала ГК 1 очереди; колодцы на трубопроводах; оборудование насосных фекальных стоков-1, 2; бак-усреднитель (90 м³); оборудование очистных сооружений промплощадки
4	Система промливневой канализации нефтесодержащих сточных вод	ННС НСВ-1,2 ОСНС	Колодцы на трубопроводах; поддоны трансформаторов; аварийный бак сброса грязного масла; баки 9 м³ и 50 м³; регулирующая камера; оборудование насосной нефтесодержащих стоков, насосных случайных вод-1,2 и очистных сооружений нефтесодержащих стоков

№№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
5	Система промливневой канализации сточных вод	Промплощадка	Колодцы на трубопроводах
6	Система электроснабжения потребителей 6 кВ в ГК 1 очереди и на промплощадке	ГК-1 ГЩУ ТМХ	Выключатели, разъединители, заземлители, СШ1,2, ОСШ, ТН, ТТ ОРУ-110; трубопроводы воздушной сети; АТ1, АТ2; РТСН1; РТСН2; ТСН3; оборудование ГЩУ, компрессорной, КРУ 6 кВ в ГК 1 очереди
7	Система электроснабжения потребителей 0,4 кВ в ГК 1 очереди и на промплощадке	ГК-1 ДГС-1	Трансформаторы 6/0,4; оборудование ДГС-1; щиты 0,4 кВ
8	Система электроснабжения потребителей в ГК 1 очереди, ГЩУ постоянным током	ГК-1 ГЩУ	Аккумуляторные батареи; выпрямители; щиты постоянного тока
9	Система очистки радиоактивных вод и хранения ЖРО	СВО ХЖО Емкости СВО, ХЖО Баки чистого конденсата СВО	Емкости СВО: 35-1,2, 41-1,2, 41-а/1, а/2. Хранилище ЖРО: емкости БКО-А, БКО-Б, БКО-В, БКО-Г, БКО-Д, БКО-Е, БКО-Ж, БПЛ-А, БПЛ-Б, БПЛ-В, БПЛ-Г, БВ-А, БВ-Б, БА-А, БСП. Оборудование СВО, ХЖО, содержащее среднеактивные среды: насосы НДП-1Ч, 1Д, 1В, 1М, 2А, 2Б, НБВ-1А,Б, НПОВ-2А,Б, НПОВ-3,4, НПК-1,2, НБС-1,2, НОП, НП-12А,Б, 13, 14А,Б, 15, НФЛ, НПЖО-1,2,3, НПО, НЦД; ловушки насосов СВО; эжектор СВО; выпарные аппараты В-4,5; выпарной аппарат ХЖО; монжюс 4МКО; фильтр аэрозольный узлов удаления и очистки газовых сдувок СВО, ХЖО; фильтры ФБ-А,Б,В,Г, ФСД-А,Б; охладитель выпара доупаривателя. Оборудование СВО, ХЖО, не содержащее среднеактивные среды, подсистема приготовления и подачи реагентов.
10	Система обращения с ТРО	ХСО-1,2 СП500 ГК-1 ОСПП Спецгараж	Хранилища ТРО (ХСО-1,2) Г/п краны ХСО-1,2; установка сжигания УСТ-25; пресс «Брикет-1»; стиральные машины; гладильные прессы; электротехническое оборудование, спецавтотранспорт для транспортировки ТРО.

№№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
11	Система циркуляционного и технического водоснабжения	ГК-1 БНС КП БНС циркводоводы;	Оборудование БНС, камеры переключений; насосы сырой воды, технической воды, охлаждения калориферов, газоохладителей; теплообменники сырой воды; водяные фильтры; трубопроводы обвязки; трубопроводы подачи техводы на ХВО и СВО
12	Система снабжения потребителей сжатым воздухом	ДГС-1 ГК-1 АКС Спецпрачечная ХВО ОВК	Оборудование ДГС-1; трубопроводы разводки сжатого воздуха по промплощадке
13	Система снабжения потребителей азотом низкого давления	АКС	Оборудование АКС; трубопроводы разводки азота низкого давления по промплощадке
14	Система снабжения потребителей трансформаторным и турбинным маслом	ТМХ ГК-1 Открытый склад масла	Оборудование трансформаторно-масляного хозяйства; маслопроводы; баки; арматура
15	Система обессоленной воды и конденсата СВО	ГК-1 СВО, ХВО	Насосы подачи конденсата СВО, частично обессоленной и химобессоленной воды ХВО; трубопроводы обвязки; запорная арматура; трубопроводы ввода гидразина; подпиточные насосы НП-А,Б,В; трубопроводы подачи химобессоленной воды на блок № 3; дренажные баки; электротехническое оборудование
16	Система контроля технологических параметров (блокировки, защиты и сигнализация)	ГК-1 СВО, ХЖО, ХВО БНС АКС, ДГС-1 СП-500, ОСПП ФНС, ОСН, ННС, НСВ, ТМХ, ГЩУ Каменский водозабор	Импульсные линии; устройства, датчики КИП; электромагнитные клапаны; центральная и технологическая сигнализация; пожарная сигнализация; ключи управления и защит общестанционных систем, систем 1, 2 блоков

№№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
17	Системы противопожарной защиты общественного назначения	ГК-1 СВО, ХЖО ОВК, ХВО АКС, ДГС-1 СП-500, ОСПП ТМХ, ГЦУ Спецгараж Спецсооружение №2	Автоматическая автономная установка газового пожаротушения (ААУГП), автоматическая пожарная сигнализация и оповещение о пожаре в здании ГЦУ; автоматическая пожарная сигнализация в кабельных помещениях здания СВО, галереи ХЖО; сухотрубная разводка пожаротушения в кабельных помещениях здания СВО; автоматическая установка порошкового пожаротушения, пожарная сигнализация и оповещение о пожаре в пом. 101 ХЖО-2; автоматическая пожарная сигнализация ХСО- 1; автоматическая пожарная сигнализация в здании ДГС-1; автоматическая пожарная сигнализация в зданиях ОВК, АКС, СП-500, Спецсооружение №2; автоматическая пожарная сигнализация в зданиях Служебного корпуса и проходной №1; автоматическая пожарная сигнализация и оповещение о пожаре в здании ТМХ; автоматическая пожарная сигнализация и оповещение о пожаре в здании хранилища рабочих каналов и свежего топлива; система автоматической пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией при пожаре в здании спецгаража; система автоматической пожарной сигнализации и система оповещения и управления эвакуацией при пожаре в здании ХВО

Перечень систем и оборудования блоков № 1,2, которые могут быть демонтированы после вывоза ОЯТ АМБ, приведен в таблице 3.8.2.

Таблица 3.8.2. Перечень систем и оборудования блоков № 1,2, которые могут быть демонтированы после вывоза ОЯТ АМБ

№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
1	Система контроля чехловых труб и осмотра кассет	ГК-1	Манипулятор; телекамеры; ультразвуковые преобразователи; ультразвуковой дефектоскоп; штанга; рабочая головка; линии питания и связи
2	Система хранения и обращения с ОЯТ	ГК-1	Облицовка, трубопроводы опорожнения с первой запорной арматурой, демпфирующие устройства БВ; кассеты К-17н, К-17у в чехлах РТ5019, К-35; краны ЦЗ, БВ, контейнерной (краном г/п 10/7 т, краном г/п 10/1 т, передаточной тележкой г/п 7 т, краном г/п 15т. Стропы в соответствии с РД 10-33-93, специальный захват для извлечения упавших ОТВС, чехлов или пеналов (захват АИ-292); Оборудование для загрузки кассет в чехлы и загрузки кассет в ТУК-84/1; узел загрузки; оборудование контейнерной и горячей камеры; технологические шахты; корзины; пеналы; электротехническое оборудование; кран ЖДК; устройство определения местоположения протечек; устройство осмотра и очистки облицовки; установка для ремонта облицовки
3	Система телевизионного наблюдения за технологическим процессом обращения с ОЯТ	ГК-1	Телекамеры; оборудование передающей и приемной стороны
4	Система измерения распределения ОЯТ по высоте кассеты	ГК-1	Измерительные гамма- и нейтронные каналы; коллиматоры; устройство обработки измерительных каналов
5	Система очистки воды БВ	ГК-1	Насос подачи воды на фильтры; трубопроводы обвязки и запорная арматура Фильтры; контейнеры с сорбентом; гидроэлеватор; вакуумная емкость; трубопроводы подачи воды; конденсата; сжатого воздуха; сдувки
6	Система охлаждения воды БВ	ГК-1	Теплообменники охлаждения воды БВ-1,2; трубопроводы обвязки БВ-1,2; запорная арматура
7	Система сбора и возврата протечек БВ	ГК-1	Баки сбора протечек; насосы ДН-А, ДНББЗ-А,Б; ионитовые фильтры, ловушка ионита; трубопроводы обвязки

№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
8	Система опорожнения БВ	ГК-1	Насосы опорожнения (ДН-А, НОБВ-1(2)); трубопроводы обвязки; запорная арматура; обратные клапаны
9	Система заполнения и подпитки БВ	ГК-1 СВО ХВО	Коллекторы конденсата СВО; трубопроводы обвязки БВ; запорная арматура

Перечень систем и оборудования, эксплуатация которых должна осуществляться до перевода блоков № 1,2 в радиационно-безопасное состояние приведен в таблице 3.8.3.

Таблица 3.8.3. Перечень систем и оборудования, эксплуатация которых должна осуществляться до перевода блоков № 1,2 в радиационно-безопасное состояние

№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
1	Система контроля реакторного пространства	ГК-1	Датчики БДМГ-101-1, ИПТВ-056А, КТХКС-И-4,6, АИР-20А; аппаратура обработки и формирования сигналов.
2	Система радиационного контроля	ГК-1 СВО, ХЖО ХСО-1,2 ГЛА СП-500 ОСПП	Датчики, приборы, устройства ПО верхнего уровня системы РК; оборудование контроля аэрозольного выброса Датчики, приборы, устройства ПО нижнего уровня системы РК; переносные приборы РК; лабораторное оборудование; спектрометрическое оборудование; электротехническое оборудование
3	Система приточно-вытяжной вентиляции	ГК-1 СВО, ХЖО ГЛА	Вентиляторы с электродвигателями; calorifers; венткороба; запорная арматура; гермоклапаны; фильтровальные камеры; фильтры; механизмы подъема фильтров; вентиляционные трубы; электротехническое оборудование
4	Система дезактивации	ГК-1 СВО	Насосы СВО подачи обмывочной воды (конденсат СВО), кислоты и щелочи в ГК 1 очереди; трубопроводы подачи обмывочной воды, кислоты, щелочи, сжатого воздуха и греющего пара в ГК 1 очереди; ванна дезактивации, парозежкционный распылитель; стиральная машина; электротехническое оборудование
5	Система спецканализации (специальная дренажная система)	ГК-1 ГЛА	Приямки и трубопроводы спецканализации; дренажные баки (монжуса) МДКА-1(2)А,Б, МДГК, МТВ, машзала, сливов и переливов, БКЩВ-1,2, БДВ; насосы БКЩВ, БДВ; электротехническое оборудование

№ п/п	Наименование системы	Здания и сооружения	Основное оборудование
6	Автоматизированная установка пожаротушения распыленной водой агрегатного типа	ГК-1 Кабельные каналы	Трубопроводы подачи огнетушащего вещества (воды) по направлениям (включая оросители), запорная арматура по направлениям, напорный кольцевой магистральный трубопровод, с запорной арматурой, оборудование насосной станции пожаротушения включая насосы, подводящие трубопроводы пожаротушения и арматуру от точек врезки в существующие сети напорного цирк. водовода между задвижками ВНГО-А, ВНГО-Б в сторону насосной пожаротушения.

### 3.9 Обеспечение радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды

Контроль за состоянием радиационной безопасности и воздействием АЭС на окружающую среду должен осуществляться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15);
- «Правила безопасности при обращении с радиоактивными отходами атомных станций» (НП-002-15);
- «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции» (НП-012-16);
- «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009);
- «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010);
- «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций» (СП АС-03);
- «Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций» (ПРБ АС-99);
- Санитарные правила «Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции» СП 2.6.1.2205-07 (СП ВЭ БАС-07);



– Методические указания «Организация радиационного контроля в районе расположения атомных станций» (МУ 1.3.2.06.027.0045-2009).

Основными принципами, используемыми для обеспечения радиационной безопасности работ по выводу из эксплуатации, являются следующие:

- непревышение основных дозовых пределов и других нормативов облучения персонала при проведении работ по выводу из эксплуатации;
- снижение с учетом социальных и экономических факторов до минимально разумных значений уровня радиационного воздействия на персонал, население и окружающую природную среду при выводе из эксплуатации;
- исключение при выводе из эксплуатации блока работ, для которых полученная польза человеку и обществу не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к основным дозовым пределам облучения.

Указанные принципы обеспечения радиационной безопасности при организации и проведении работ по подготовке и выводу из эксплуатации 1-й очереди будут реализовываться путем:

- развития и поддержания культуры безопасности проведения работ по выводу из эксплуатации блока, в том числе работ по обращению с образующимися радиоактивными веществами и радиоактивными отходами;
- контроля подбора и уровня квалификации персонала, привлекаемого к работам по выводу из эксплуатации блока;
- разработки и контроля выполнения программ обеспечения качества выполняемых работ;
- поддержания в работоспособном состоянии оборудования, систем и средств технологического оснащения, необходимых при выводе из эксплуатации блока;
- физической защиты площадки блока и хранящихся на ней радиоактивных веществ и радиоактивных отходов.

Все радиационно-опасные работы, проводимые на блоках, выполняются по программам, утвержденным Главным инженером Белоярской АЭС и согласованным с Главным государственным санитарным врачом г. Заречный.

Для каждой радиационно-опасной работы производится оценка доз облучения персонала, для выработки и применения, соответствующих мер радиационной защиты с целью сведения к минимуму облучения персонала.

В рамках организационно-технических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности на блоках предусматривается выполнение следующих работ:

- поддержание АСРК блоков 1,2 в состоянии, соответствующем современным требованиям;
- радиационное обследование оборудования и помещений блоков №1 и №2;
- выполнение мероприятий по учету и контролю радиоактивных веществ и РАО;
- определение и поддержание достаточности системы существующих и создание, при необходимости, дополнительных физических барьеров при подготовке и выводе из эксплуатации блоков, ограничивающие выход радиоактивных веществ и ИИИ в окружающую среду;
- определение и поддержание достаточности объема радиационного контроля при подготовке и выводе из эксплуатации;
- соблюдение режима зон и осуществление контроля за пересечением установленных границ людьми и радиоактивными материалами;
- дезактивация оборудования и помещений, демонтаж (или консервация) систем и их элементов, окончательно выведенных из работы.

Для обеспечения радиационной безопасности на этапах подготовки и вывода из эксплуатации выполнены работы по модернизации СРК 1 и 2 блоков Белоярской АЭС в соответствии с технорабочим проектом «Модернизация системы радиационного контроля блоков 1,2 Белоярской АЭС для обеспечения радиационной безопасности работ по выводу 1 очереди из эксплуатации. АСРК блоков 1,2 БАЭС. 101А.828.000.00».

Контроль радиационной обстановки на площадке и в помещениях 1-й очереди, а также в окружающей среде при выполнении работ по подготовке к выводу и выводу из эксплуатации будет осуществляться на основе модернизированной системы

радиационного контроля. При необходимости в эту систему следует вносить изменения с учетом особенностей выполняемых работ на этапах подготовки к выводу и вывода из эксплуатации.

### **3.10 Обучение и подготовка работников (персонала) для вывода из эксплуатации**

Основной объем практических работ по подготовке и выводу из эксплуатации первой очереди выполняет аттестованный персонал подрядных специализированных организаций, имеющих разрешение (лицензию) на право производства данных работ. Ответственность за подбор и подготовку этого персонала несет администрация подрядных организаций.

Подготовку соответствующих специалистов и персонала необходимо своевременно организовать для выполнения работ на этапах вывода первой очереди из эксплуатации и, при необходимости, для выполнения демонтажа отдельных систем, элементов на этапе подготовки к выводу из эксплуатации.

Для подготовки персонала к организации и проведению работ по выводу из эксплуатации могут быть привлечены профильные отраслевые организации.

В настоящее время на базе Нововоронежской АЭС создан филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Опытно-демонстрационный инженерный центр по выводу из эксплуатации» (ОДИЦ). Одной из функций ОДИЦ является обучение и переподготовка персонала для решения задач при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Обучение организовано по следующим направлениям:

- планирование деятельности по подготовке и выводу из эксплуатации блоков АЭС;
- лицензирование;
- дезактивация оборудования и строительных конструкций;
- демонтаж оборудования (технические решения, методы и средства проведения работ и т.п.);
- радиационный контроль и экологическая безопасность;

– управление проектом вывода из эксплуатации. Проектные риски.

Кроме ОДИЦ, курсы повышения квалификации по тематике «Вывод АС из эксплуатации» проводятся в специальных учебных заведениях (например, АНО ДПО «Техническая академия Росатома», г. Обнинск).

Периодичность прохождения обучения на курсах повышения квалификации устанавливается с учетом производственной необходимости, исходя из практического уровня профессиональных знаний и навыков работника, а также его практического стажа и опыта работы.

Разработка документов, регламентирующих подготовку персонала для проведения работ по выводу из эксплуатации первой очереди, может быть осуществлена в соответствии с действующими на настоящий момент на БЕЛАЭС требованиями и инструкциями.

### **3.11 Подготовка документации для вывода из эксплуатации**

Выполнение работ по выводу из эксплуатации обеспечивается организационно-распорядительной, организационно-технической, проектно-конструкторской, технологической и нормативно-методической документацией, определяющей номенклатуру и последовательность проведения работ, регламентирующей принципы и правила обеспечения безопасности ведения работ, обосновывающей техническую реализуемость и экономическую приемлемость этих работ с учетом необходимых для их осуществления временных, трудовых, дозовых, материальных и финансовых ресурсов.

Для выполнения отдельных работ на этапе подготовки к выводу из эксплуатации Эксплуатирующая организация разрабатывает и направляет в Ростехнадзор комплект обосновывающих документов с целью внесения необходимых изменений в условия действия существующей лицензии на эксплуатацию блока № 1 Белоярской АЭС.

В соответствии с п.1.17 приложения №3 «Административного регламента предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по лицензированию деятельности в

области использования атомной энергии» для получения лицензии Ростехнадзора на выполнение работ по выводу из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС необходимо разработать новые или откорректировать имеющиеся документы:

- Проект вывода из эксплуатации 1 и 2 блоков Белоярской АЭС\*;
- Отчет по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации 1 и 2 блоков Белоярской АЭС\*;
- Отчет о результатах комплексного инженерного и радиационного обследования 1 и 2 блоков Белоярской АЭС;
- Программу вывода из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС;
- Программу и график работ по демонтажу оборудования и систем блоков №1 и №2 Белоярской АЭС;
- Программу обеспечения качества при выводе из эксплуатации блоков №1 и №2 Белоярской АЭС;
- Инструкцию по ликвидации аварий при выводе из эксплуатации на Белоярской АЭС;
- План мероприятий по защите работников (персонала) АЭС в случае аварии при выводе из эксплуатации блоков № 1, 2 Белоярской АЭС;
- Инструкции по эксплуатации оборудования и систем, учитывающие этапы демонтажа оборудования и систем по программе демонтажа (материалы представляются по запросу Ростехнадзора после подачи заявления на получение лицензии на вывод из эксплуатации блока №1);
- Справку по обеспечению учета и контроля РАО, образующихся при выводе из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС;
- Справку по обеспечению физической защиты при выводе из эксплуатации блока №1 Белоярской АЭС;

---

\* Так как блоки №1 и №2 скомпонованы в едином главном корпусе и имеют ряд общих вспомогательных зданий, сооружений и систем, технически и экономически целесообразно осуществлять разработку общей проектной документации вывода из эксплуатации и отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации для обоих энергоблоков.

- Документ, подтверждающий отсутствие на блоке №1 ядерных материалов, с указанием времени вывоза ядерных материалов;
- Результаты наблюдения за зданиями и сооружениями, относящихся к I и II категориям по влиянию на безопасность, за все время наблюдений (например, осадки, крены);
- Регламенты эксплуатации систем обращения с радиоактивными отходами;
- Информация о подборе, подготовке, поддержании квалификации и допуске к самостоятельной работе работников блока №1 Белоярской АЭС.

Указанные выше документы должны быть разработаны, утверждены и представлены эксплуатирующей организацией в Ростехнадзор не позднее, чем за один год до окончания этапа подготовки к выводу из эксплуатации.

В соответствии с п.3.18 СП 2.6.1.2205-07 "Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции" на начало работ по ВЭ эксплуатирующая организация должна обеспечить оформление радиационно-гигиенического паспорта установленной формы, и получить от органов, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии радиационной обстановки на площадке блоков № 1,2 характеристикам, установленным в нормативных документах и в проекте ВЭ.

## **4 Вывод из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС**

### **4.1 Работы и организационно-технические мероприятия на этапе вывода из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС**

В качестве варианта вывода из эксплуатации блока №1 и 1-й очереди Белоярской АЭС в целом выбран вариант «Немедленная ликвидация» после удаления ядерных материалов с 1-й очереди, как наиболее безопасный и экономически оправданный.

Конечным состоянием блоков № 1 и № 2 Белоярской АЭС и площадки 1-й очереди после завершения работ по выводу из эксплуатации должно являться состояние, при котором радиационно загрязненные объекты блоков № 1 и № 2 (здания, сооружения, линейные объекты и др.) ликвидированы как радиационно-опасные объекты, а территория площадки реабилитирована до уровня, обеспечивающего возможность ее дальнейшего промышленного использования. При этом здания и сооружения блоков после приведения их в радиационно-безопасное состояние могут быть использованы для хозяйственных нужд по решению Эксплуатирующей организации.

План-график работ по выводу из эксплуатации первой очереди представлен в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 - План-график выполнения работ по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС

Наименование мероприятий	Сроки выполнения					
	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1. Демонтаж металлоконструкций БВ						
2. Демонтаж баков РУ и дезактивация шахт реакторов						
3. Демонтаж систем спецканализации, вентиляции и энергообеспечения						
4. Дезактивация строительных конструкций						
5. Демонтаж зданий и сооружений 1-й очереди, не предназначенных для дальнейшего использования						
6. Переработка, кондиционирование РАО и вывоз на захоронение						
7. Дезактивация и демонтаж установок и оборудования по переработке РАО, не используемых в дальнейшем						
8. Рекультивация земельного участка						
9. Заключительное обследование площадки 1-й очереди, оформление радиационно-гигиенического паспорта, получение санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии радиационной обстановки на площадке 1-й очереди характеристикам, установленным в нормативных документах и в проекте ВЭ						
10. Подготовка персонала для проведения работ по выводу из эксплуатации и поддержание его квалификации						



## **4.2 Подпрограмма обращения с РАО при выводе из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС**

Решение проблемы обращения с РАО, образующимися в процессе выполнения работ на этапах вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС, должно осуществляться с учетом государственной политики и государственной программы по обращению с радиоактивными отходами, а также положений Федерального Закона об обращении с РАО от 11.07.2011 №190-ФЗ, в которых определено, что конечной стадией обращения с радиоактивными отходами АС должно являться их захоронение в пунктах захоронения РАО (ПЗРО).

В соответствии с «Положением об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами», введенным в действие Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2012 г. №1185 до 2018 года должна быть создана система захоронения низкоактивных и среднеактивных радиоактивных отходов.

В 2017 г. введен в эксплуатацию приповерхностный пункт захоронения ТРО (ППЗРО) отделения «Новоуральское» филиала «Северский» ФГУП «НО РАО» («Новоуральский ППЗРО») для захоронения РАО 3 и 4 классов, приведенных к критериям приемлемости для захоронения. Отходы 3 и 4 классов, образующиеся при ВЭ 1-й очереди Белоярской АЭС, после кондиционирования будут передаваться для захоронения в указанном ППЗРО.

Кондиционированные отходы 2 класса подлежат захоронению в пункте глубинного захоронения (ПГЗРО) в слабопроницаемом монолитном массиве пород в Красноярском крае. Согласно «Стратегии создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов», утвержденной Генеральным директором Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачевым в 2018 году, ввод в эксплуатацию 1-й очереди ПГЗРО планируется осуществить к 2037 году. Для временного хранения РАО до ввода в эксплуатацию ПГЗРО предусмотрено создание хранилища твердых радиоактивных отходов на площадке Белоярской АЭС.

При выводе из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС предполагается образование следующих видов РАО:

- загрязненное технологическое и прочее оборудование, не подлежащее фрагментации в стенах ГК-1;
- фрагменты после разделки крупногабаритного оборудования и трубопроводов;
- элементы и фрагменты коммуникаций (арматура, трубопроводы, воздухопроводы, электрические кабели);
- фильтрующие элементы систем вентиляции и газоочистки;
- теплоизоляционные материалы;
- ионообменные смолы; йодные колонки, фильтры;
- пластикат, изделия из резины, полимерные материалы;
- графит;
- продукты, содержащие фрагменты (просыпи) ОЯТ;
- твердые отходы, образующиеся при дезактивации оборудования, транспортных средств и помещений (ветошь, подручные средства и пр.);
- жидкие отходы, образующиеся при дезактивации оборудования, трубопроводов и т.п.;
- спецодежда и СИЗ персонала;
- полимерные материалы, использовавшиеся для обращения с ТРО;
- фрагменты загрязненных строительных конструкций (металлические, железобетонные);
- загрязненные строительные отходы (кирпич, штукатурка, стекло, древесина);
- загрязненный грунт.

Для обращения с ТРО категорий ОНРАО, НАО и САО, накопленными при эксплуатации 1-й очереди и образующимися в процессе выполнения работ по подготовке и выводе из эксплуатации, будет использована существующая и создаваемая на Белоярской АЭС инфраструктура обращения с РАО, представленная в подразделе 3.7 настоящей Программы. Принципиальная схема обращения с ТРО приведена на рисунке 4.2.1.

Оценка количества ТРО, которые подлежат переработке на производственных участках обращения с ТРО, выполнена в техническом отчете АО «Раопроект» 1040414.0000.140020-ТО «Технические требования к оборудованию, обоснование выбора оборудования, компоновочных, технологических решений КП ТРО» и представлена в таблице 4.2.1.

Производительность создаваемого комплекса установок по обращению с ТРО составит около 2800 м<sup>3</sup>/год, что является достаточным для переработки как накопленных РАО, так и образующихся при подготовке и выводе из эксплуатации.

Для временного хранения РАО предусмотрено создание хранилища твердых радиоактивных отходов на площадке Белоярской АЭС. График выполнения работ представлен в таблице 3.1.1.

Кроме отходов, подлежащих переработке на производственных участках обращения с ТРО, на этапах подготовки и вывода из эксплуатации необходимо осуществить кондиционирование накопленных и образующихся при выводе из эксплуатации отходов второго класса:

- реакторный графит – 1620 т;
- продукты, содержащие фрагменты (просьпы) ОЯТ - 0,52 т (по урану).

Обращение с вышеуказанными отходами 2 класса предусмотрено «Программой удаления продуктов, содержащих фрагменты (просьпы) отработавшего ядерного топлива, из графитовой кладки РУ, систем и элементов оборудования блоков №1 и №2 Белоярской АЭС». График выполнения работ представлен в таблице 3.1.1.

В соответствии с Решением тематического научно-технического совета №5 «Замыкающая стадия ядерного топливного цикла» Госкорпорации «Росатом» от 24 июля 2018 года признано целесообразным прекратить дальнейшие работы по дезактивации графита., поскольку результаты проведенных ранее научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, например, по окислению графита в расплаве солей и по сжиганию его в потоке воздуха, не позволили создать эффективную технологию по переработке реакторного графита.

В соответствии с расчетами, выполненными в техническом отчете АО «Раопроект» 104017.0000.140046-ТО «Оценка объемов и характеристик очень низкоактивных отходов (ОНАО), образующихся при подготовке и выводе из

эксплуатации 1,2 энергоблоков Белоярской АЭС» при выводе из эксплуатации будет образовано около 9500 м<sup>3</sup> ОНАО. Для захоронения ОНАО на БЕЛАЭС предусмотрено строительство пункта захоронения твердых промышленных отходов, загрязненных или содержащих радионуклиды техногенного происхождения, но не являющимися радиоактивными отходами.

Таблица 4.2.1 – Данные по количеству и морфологическому составу ТРО, м<sup>3</sup>

Характеристика РАО	Состав	Категория РАО			Всего
		ОНРАО	НАО	САО	
В пунктах хранения ТРО					
Сжигаемые	Бумага, картон, спецодежда, ветошь обтирочная, непригодная, СИЗ, обрезки досок и т.д.	1000	0	0	1000
Прессуемые	Теплоизоляция, грунт, ветошь, СИЗ	3000	0	0	3000
Металлические	Арматура, обрезки труб, металлоотходы, детали оборудования и т.д.	2000	600	142	2742
Неперерабатываемые	Кирпич, бетон, стекло, шлам, зола и т.д.	8000	165	0	8165
При выводе из эксплуатации блоков № 1,2					
Сжигаемые	бумага, картон, спецодежда, ветошь обтирочная, использованные СИЗ, древесина и т.д.	1252	3 000	0	4252
Прессуемые	Теплоизоляция, электротехническая продукция, полимеры, СИЗ и т.д.	4000	2740	50	6790
Металлические	Арматура, обрезки труб, металлоотходы, детали оборудования и т.д.	4000	3440	1470	8910
Неперерабатываемые	Строительные отходы	2000	882	58	2940
Неучтённое оборудование	ЗИП, материалы, ранее демонтированное оборудование и т.п.	1500	1500	1000	4000
Итого		26752	12327	2720	41799

В целях обеспечения радиационной безопасности при обращении с РАО на этапе вывода из эксплуатации должны выполняться радиационный контроль и мероприятия в соответствии разделом 3.9 настоящей Программы.

При обращении с РАО радиационный контроль включает измерение:

- уровней загрязнения поверхности помещений, оборудования в местах сбора РАО;
- объемной активности радионуклидов в воздухе в помещениях сбора и временного хранения РАО;
- мощности эквивалентной дозы гамма-излучения от упаковок с РАО при паспортизации;
- мощности эквивалентной дозы гамма-излучения автотранспорта с упаковками с РАО перед транспортированием на захоронение;
- уровней загрязнения транспортного контейнера для упаковок с РАО, автотранспорта и упаковок с РАО;
- уровней загрязнения автотранспорта после перевозки РАО.

Контроль за радиационной обстановкой при выполнении работ по обращению с РАО будет осуществляться с помощью средств:

- штатной системы радиационного контроля;
- носимых, передвижных или подвижных средств оперативного контроля;
- лабораторного анализа на основе стационарной аппаратуры, средств пробоотбора и подготовки проб.

При работах, связанных с обращением с РАО, будет осуществляться индивидуальный контроль за облучением персонала, включающий:

- контроль над характером, динамикой и уровнями поступления радиоактивных веществ в организм персонала с использованием методов прямой и косвенной радиометрии;
- контроль дозы внешнего излучения с использованием индивидуальных дозиметров;
- контроль над обязательным ношением индивидуальных дозиметров персоналом, работающим в соответствующих условиях.

По результатам радиационного и индивидуального дозиметрического контроля должны быть рассчитаны значения эффективных доз облучения персонала.

---

Перед выполнением работ по обращению с РАО должны быть своевременно разработаны (откорректированы) регламенты по обращению с ЖРО и ТРО, инструкции по эксплуатации комплексов, установок по переработке РАО, инструкции по обеспечению радиационной, технической и пожарной безопасности, осуществлена подготовка персонала.

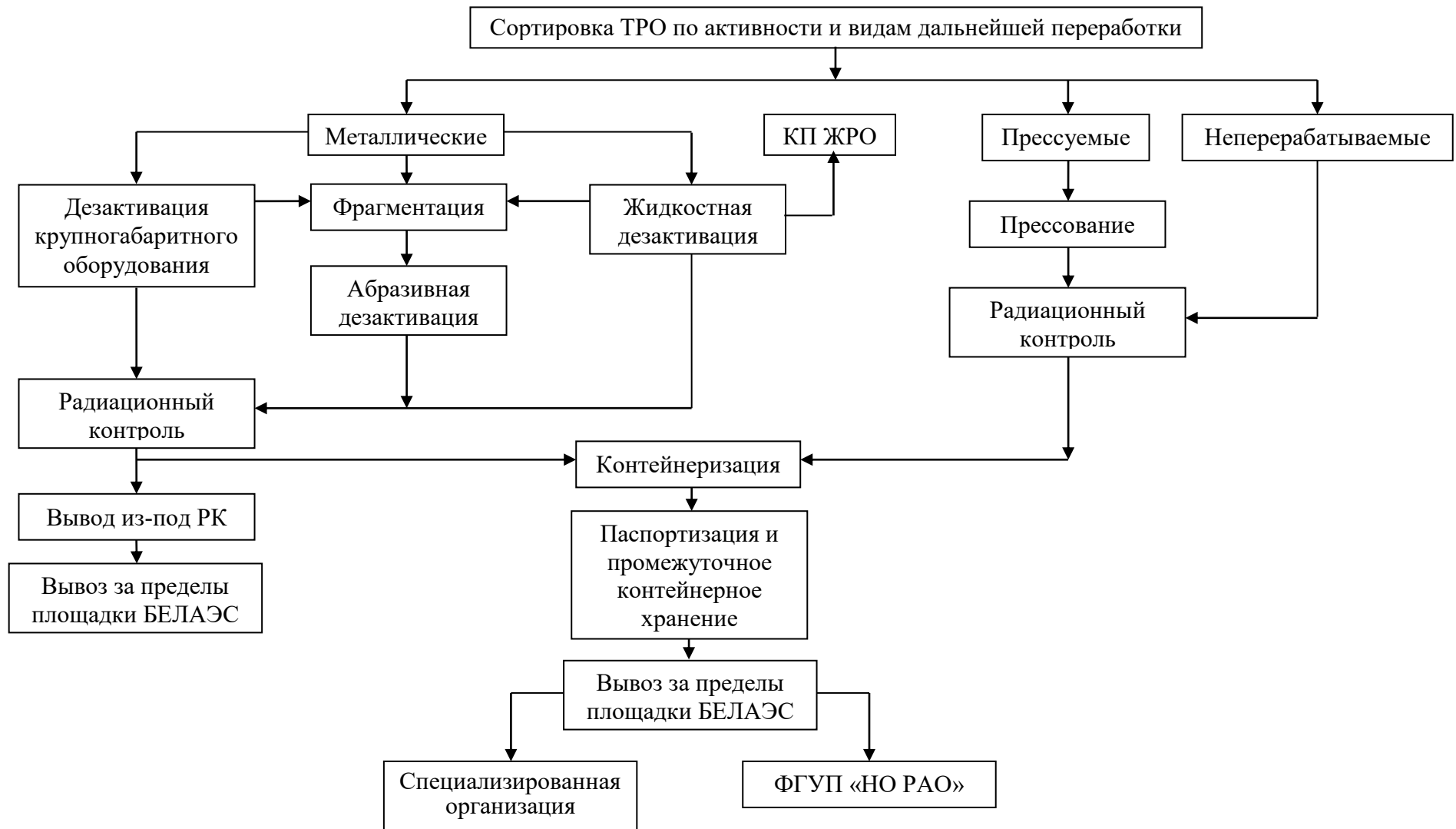


Рисунок 4.2.1. Схема обращения с ТРО

#### **4.3 Подпрограмма работ по дезактивации оборудования, систем и строительных конструкций**

Дезактивация оборудования, помещений, строительных конструкций проводится с целью:

- минимизации облучения персонала при выполнении работ, связанных с демонтажом оборудования и строительных конструкций энергоблока;
- уменьшения образования твердых радиоактивных отходов в рамках работ по демонтажу оборудования и строительных конструкций энергоблока;
- удаления или снижения радиоактивного загрязнения на поверхностях оборудования и помещений в ходе работ по демонтажу оборудования и строительных конструкций энергоблока;
- нераспространения радиоактивного загрязнения в период проведения работ по демонтажу оборудования и строительных конструкций энергоблока.

Принятие решения о необходимости проведения дезактивации оборудования проводится на основе принципа ALARA. Рассматривается подготовка к проведению демонтажа оборудования или строительных конструкций с большим объемом работ в условиях повышенных значений мощности дозы  $\gamma$ -излучения.

Целесообразность проведения дезактивации возникает тогда, когда радиационная обстановка на рабочих местах при проведении того или иного объема работ требует привлечения дополнительной рабочей силы, стоимость которой превышает расходы, связанные с проведением дезактивации.

Основным критерием для принятия решения о проведении дезактивации являются уровни радиоактивного загрязнения оборудования и трубопроводов, которые после дезактивации должны позволить персоналу проводить частичный демонтаж и транспортировку демонтированных узлов внутри объекта на дальнейшую, при необходимости, дезактивацию без ограничений в течение рабочего дня.

Дезактивация поверхностей строительных конструкций и наружных поверхностей оборудования и трубопроводов в необслуживаемых помещениях проводится при превышении норм на загрязненность наружных поверхностей



помещений периодического пребывания персонала, приведенных в СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009). В необслуживаемых помещениях загрязненность радионуклидами внутренних поверхностей трубопроводов и оборудования не нормируется.

Учитывая общую радиационную обстановку на блоке № 1, оборудование, системы, строительные конструкции, помещения, здания и сооружения, подлежащие дезактивации:

- строительные конструкции, помещения, системы и оборудование, расположенные в здании ГК-1, за исключением строительных конструкций, помещений, систем и оборудования, расположенных в пристройке постоянного торца на отм. 0,0 и выше;

- помещения и оборудование здания СВО и емкости СВО;
- помещения и оборудование здания ХЖО с переходом и емкости ХЖО;
- помещения и оборудование здания ХСО-1;
- помещения и оборудование здания ГЛА;
- помещение перехода ГК-1 – СВО.

Дезактивации подлежат:

- помещения и оборудование реакторных отделений после проведения работ по удалению продуктов, содержащих фрагменты (просыпи) ОЯТ, и демонтажу графитовой кладки перед началом работ по демонтажу оставшегося оборудования в этих помещениях;

- бассейны выдержки и емкости ХЖО-1 перед началом работ по демонтажу облицовки;

- металлические ТРО, образовавшиеся в результате демонтажа оборудования;
- системы спецканализации и СВО;

- помещения главного корпуса и газгольдерной локализации аварий перед демонтажем строительных конструкций с целью их разделения на РАО, нерадиоактивные строительные отходы и ОНАО.

В общем случае, дезактивация оборудования и помещений должна осуществляться следующими основными способами:

- химическим;
- пароэмульсионным;
- струйным;
- химико-механическим;
- ультразвуковым;
- с помощью защитных полимерных пленкообразующих композиций;
- вакуумирования.

Конкретные методы и средства дезактивации должны быть указаны в проектных решениях и организационно-технологической документации (ППР) по выводу из эксплуатации и демонтажу конкретных систем, оборудования, строительных конструкций.

Выбор способа дезактивации определяется на основе множества факторов, важнейшие из которых:

- эффективность;
- безопасность (технологическая, экологическая, токсикологическая);
- экономическая целесообразность;
- простота и доступность в применении;
- минимизация образования вторичных радиоактивных отходов.

Дезактивация внешних поверхностей оборудования, строительных конструкций и сооружений должна осуществляться преимущественно сухими механическими и физико-химическими методами.

Выбор сухих методов дезактивации обусловлен тем, что:

- объём образующихся плёнок, как правило, меньше объёма загрязнённых дезактивирующих растворов образующихся при жидкостных методах дезактивации;
- загрязнённые плёнки проще перерабатываются, чем загрязнённые дезактивирующие растворы;
- более простая и удобная технология их использования;
- меньше трудо- и дозозатраты на проведения работ по дезактивации;
- при примерно одинаковой трудоёмкости и сложности нанесения растворов, плёнок и гелей, гели наиболее просто и легко собираются.

Сухие способы с применением самоосыпающихся дезактивационных покрытий наносятся методом безвоздушного распыления. Растрескавшиеся и осыпавшиеся покрытия удаляются промышленным всасывающим агрегатом. Последовательно дезактивируются пол и стены помещения, внешние и внутренние поверхности оборудования.

После снижения мощности дозы до величины 36 мкЗв/ч и менее дезактивация может быть продолжена непосредственно персоналом без использования дистанционно-управляемых механизмов. Дезактивация должна проводиться в несколько приемов до тех пор, пока мощность дозы не перестанет существенно снижаться или до достижения мощности дозы в помещениях величины 12 мкЗв/ч и менее.

Дезактивация строительных сооружений и конструкций, бетонных и кирпичных, с покрытием и без выполняется преимущественно с использованием комплекса механической дезактивации. С помощью механизированного, абразивного инструмента удаляется поверхностный, загрязнённый слой лакокрасочных покрытий, бетона, штукатурки, кирпича, напольной плитки и при необходимости верхнего слоя цементной стяжки. При такой дезактивации в зоне работы инструмента устраивается местный пылеотсос и дополнительные меры пылеподавления.

По результатам радиационного обследования в процессе работ принимается решение о необходимой толщине снимаемого слоя. В зависимости от толщины слоя с удельной активностью от 300 до 10000 Бк/кг (ОНАО) дезактивация проводится до удаления радиоактивных отходов или до удаления радиоактивных отходов и ОНАО.

В случае, если загрязнение проникло глубоко в стены или межэтажные перекрытия и его удаление может привести к нарушению несущей способности строительных конструкций, данное место обозначают маяками и регистрируют в журнале параметры пятна загрязнения и его местоположение. При разборке строительных конструкций здания к обозначенным участкам применяют специальные методы демонтажа, а к образовавшимся при этом отходам – методы обращения с радиоактивными отходами.

Дезактивация металлических поверхностей радиоактивно загрязнённых

металлических строительных конструкций и оборудования осуществляется с помощью дезактивирующих гелей или с помощью сорбирующих полимерных плёнок.

Локализация снимаемого радиоактивного загрязнения (изоляция) выполняется нанесением на загрязненные (чистые) поверхности защитных полимерных составов или полиэтиленовой пленки. Нанесённая плёнка прочно удерживает и фиксирует радиоактивные загрязнения, исключая их поступление в окружающую среду. После проведения демонтажа со штатного места оборудование транспортируется на участок фрагментации, а затем на участок дезактивации.

Площади поверхности технологического оборудования и трубопроводов ГК-1, подлежащие дезактивации при ВЭ представлены в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1 - Площади поверхности технологического оборудования и трубопроводов ГК-1, подлежащие дезактивации при ВЭ

Отметка	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>			
	ВАО	САО	НАО	Всего
-7,500	170,4	2 535,0	2 341,5	5 046,9
-3,300 -3,600	-	448,0	435,1	923,1
0,000	-	429,6	3 825,9	4 429,9
+3,800 +5,500 +5,700	-	449,4	1 431,2	1 880,5
+8,000 +9,200	-	226,0	7 534,5	7 760,5
+12,35	-	12,0	292,0	304,0
+16,40	-	694,0	3 241,8	3 935,8
+20,00	-	-	990,7	990,7
+23,60 +24,80	-	-	3 177,6	3 177,6
+28,40 +29,60	-	-	1 023,8	1 023,8
+32,10 +34,50	-	-	21,6	21,6
+37,40 +38,00 +39,00	-	35,7	50,2	85,9
+43,15 +45,40 +47,35	-	-	205,7	205,7
Крыша ГК-1	-	-	65,7	65,7
<b>ИТОГО</b>	<b>170,4</b>	<b>4 829,7</b>	<b>24 637,3</b>	<b>29 851,7</b>

Площадь строительных конструкций главного корпуса, подлежащих дезактивации представлены в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.2. Площадь строительных конструкций главного корпуса, подлежащих дезактивации

Отметка	Площадь пола, м <sup>2</sup>	Площадь стен, м <sup>2</sup>
-7,500	3 262	6 678
-3,300	2 141	6 563
-3,600		
0,000	4 895	6 711
+3,800	1 752	1 654
+5,500		
+5,700		
+8,000	4 832	3 723
+9,200		
+12,35	1 836	822
+16,40	4 211	3 223
+20,00	1 210	1 721
+23,60	3 226	3 531
+24,80		
+28,40	1 548	1 329
+29,60		
+32,10	347	879
+34,50		
+37,40	957	1 458
+38,00		
+39,00		
+43,15	1 989	1 986
+45,40		
+47,35		
Машзал	4 284	5100
<b>ИТОГО</b>	<b>36 484</b>	<b>53 050</b>

При дезактивации строительных конструкций ГЛА образуется около 100 т РАО категорий НАО и САО. Результаты предварительного обследования ГЛА показали, что в процессе эксплуатации блоков № 1,2 БЕЛАЭС и ликвидации аварийных ситуаций в ГЛА отдельные строительные конструкции в помещениях здания ГЛА на отм.-4,0 были загрязнены на глубину до 550 мм. Таким образом, количество РАО при приведении здания ГЛА в радиационно безопасное состояние может увеличиться. Для уточнения количества и характеристик РАО, образующихся при завершении

работ по ликвидации ГЛА, как радиационно опасного объекта, необходимо провести дополнительное радиационное обследование.

Определение периодичности работ по дезактивации помещений и саншлюзов, детализация перечня мероприятий и работ по дезактивации при выводе из эксплуатации 1,2 блоков БЕЛАЭС и разработка графика их выполнения осуществляются в рамках разработки рабочей документации.

#### **4.4 Подпрограмма производства демонтажных работ**

На этапе подготовки к выводу из эксплуатации блока №1 допускается проведение демонтажа зданий, сооружений, систем и оборудования, неиспользуемых при подготовке и выводе из эксплуатации, по отдельным решениям, оформленным в установленном порядке.

Перед проведением демонтажных работ необходимо разработать следующую документацию:

- техническое решение на проведение работ по демонтажу;
- проект производства работ;
- программа по обеспечению безопасного производства работ при демонтаже;
- программа особо радиационно-опасных работ (при необходимости);
- мероприятия по охране труда, производственной санитарии, пожарной и радиационной безопасности при выполнении работ по демонтажу;
- извещение о внесении изменений в «Техническое обоснование безопасности при хранении и переработке РАО первой очереди Белоярской АЭС» (при необходимости);
- норматив образования отходов и лимитов на их размещение в пределах промплощадки Белоярской АЭС;
- извещения об изменениях в технологический регламент, производственные инструкции, технологические схемы;
- извещение об изменении УДЛ в связи с демонтажем систем и элементов.

Демонтажные работы осуществляются после полного опорожнения оборудования и трубопроводов систем, находящихся в аппаратном отделении и пристройках к нему, от технологических сред и консервирующих составов, проведения дезактивации наружных поверхностей.

Демонтаж оборудования, трубопроводов и инженерных сетей осуществляется с верхних отметок вниз по помещениям. Исключением являются элементы теплофикационной установки, расположенные на разных отметках главного пристроя. Демонтаж системы теплофикационной установки может быть осуществлен только после переноса установки и всех инженерных сетей в новое здание.

В первую очередь на каждой отметке демонтируются оборудование, трубопроводы и инженерные коммуникации в помещениях ЗСД на всех отметках для исключения возможности загрязнения образующихся отходов при демонтаже грязных систем. Далее демонтируются оборудование и инженерные системы в помещениях с низким уровнем загрязнения, далее – со средним уровнем загрязнения и далее – с высоким уровнем загрязнения.

По данным КИРО прослеживается тенденция увеличения радиоактивного загрязнения оборудования и помещений в сторону нижних отметок.

Приведенная выше последовательность производства дезактивационных и демонтажных работ позволяет исключить возможность загрязнения отходов категорий НАО и ОНРАО при фрагментации и дезактивации в узле обращения с РАО.

Демонтаж оборудования проводится в соответствии со следующими группами оборудования:

- крупногабаритное неразъемное оборудование с толщиной стенки корпуса более 10 мм и массой свыше 1000 кг;
- крупногабаритное разъемное оборудование массой свыше 500 кг;
- оборудование массой не более 1000 кг – к этой группе относятся: различные фильтры, насосы, теплообменники, задвижки, баки, датчики, вентиляторы, компрессоры;
- трубопроводы.

Для каждой группы установлена возможность удаления оборудования через имеющиеся и вновь организуемые проемы в помещениях.

В соответствии с группами установлены следующие конечные состояния демонтируемого оборудования:

- крупногабаритное неразъемное оборудование с толщиной стенок корпуса более 10 мм и массой свыше 1000 кг - фрагменты с габаритными размерами до 4000×2000 мм, в первичной упаковке (полиэтиленовой пленке), масса упаковки до 5000 кг. Габаритные размеры и вес фрагментов определены в соответствии с габаритами и грузоподъемностью транспортного контейнера УКТН-24000;
- крупногабаритное разъемное оборудование - составные части в соответствии со штатной технологией;
- оборудование массой до 500 кг в неразборном состоянии (целиком);
- трубопроводы: фрагменты длиной не более 1000 мм.

Демонтированное оборудование транспортируется на участок фрагментации. Демонтированное оборудование в сборе (электродвигатели, насосы и прочее) разбирается с целью осуществления сортировки металла, отделения неметаллических отходов и фрагментации МРАО. Фрагментация крупногабаритных металлических изделий производится до размеров, позволяющих осуществлять их загрузку в установки дезактивации.

Ведомость объемов демонтажа оборудования и трубопроводов главного корпуса БЕЛАЭС представлена в приложении А к подразделу 7 Раздела 5 Проектной документации «Проект вывода из эксплуатации 1, 2 блоков Белоярской АЭС» (1042304.0000.110050-ИОС7.1.1, АО «СПбАЭП», 2011г.).

Укрупненный график и последовательность выполнения демонтажных работ представлены в таблице 3.1.1 и 4.1.1 настоящей программы.

При разработке проектов производства работ для всей совокупности демонтажных работ на каждом промежуточном этапе должны быть описаны и представлены:

- перечень оборудования, систем, элементов и строительных конструкций, подлежащих демонтажу;



- временной график и последовательность выполнения демонтажных работ;
- перечень организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности (радиационной, технической, пожарной и т.д.) при проведении демонтажных работ;
- необходимость и последовательность разработки необходимой эксплуатационной, технологической, распорядительной документации и документации по обеспечению безопасности при проведении демонтажных работ;
- оценки объемов образующихся при демонтаже отходов (радиоактивных и нерадиоактивных) и материалов (металлов и неметаллов) для каждого промежуточного этапа;
- перечень необходимой документации на случай аварии при проведении демонтажных работ;
- организация радиационного и дозиметрического контроля при проведении демонтажных работ в местах фрагментации оборудования, систем, строительных конструкций и т.п. с образованием РАО;
- оценка дозозатрат на выполнение работ.

Перечень организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности (радиационной, технической, пожарной и т.д.) при проведении демонтажных работ приведены в разделах 6÷7 подраздела 7 Раздела 5 Проектной документации «Проект вывода из эксплуатации 1, 2 блоков Белоярской АЭС» (1042304.0000.110050-ИОС7.1.1, АО «СПбАЭП», 2011г.).

Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности проведения демонтажных работ должны быть представлены в Отчете по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации (ООБ ВЭ) 1-й очереди БЕЛАЭС или при выполнении работ на этапе подготовки к выводу из эксплуатации в Программе по обеспечению безопасного производства работ.

#### ***4.4.1 Демонтаж крупногабаритного оборудования***

Демонтаж крупногабаритного оборудования выполняется в следующей последовательности:

- освобождение оборудования и трубопроводов от теплоизоляции при наличии таковой;
- упаковка фрагментов теплоизоляции в пластиковые мешки и вывоз упаковок на установки по обращению с РАО;
- отсоединение трубопроводов от оборудования;
- резка трубопроводов на фрагменты длиной не более 1000 мм;
- укладка фрагментированных трубопроводов в первичные упаковки или внутри объектовые контейнеры, транспортировка их на установки по обращению с РАО;
- разметка оборудования под резку, при необходимости, на элементы массой до 5 т;
- установка под оборудование (под каждый крупногабаритный фрагмент) транспортных ложементов;
- демонтаж опорных конструкций;
- резка оборудования;
- упаковка каждого элемента в полиэтиленовую пленку с закреплением краев скотчем;
- транспортировка элемента к монтажным проемам;
- транспортировка фрагмента в контейнер, установленный на платформу, расположенную в железнодорожном коридоре;
- транспортировка контейнера в узел обращения с РАО.

#### ***4.4.2 Демонтаж малогабаритного оборудования***

Демонтаж малогабаритного оборудования производится в соответствии с общей схемой демонтажных работ. Работы проводятся с верхних отметок по помещениям.

Перед началом работ в каждом помещении производится радиометрический контроль. В соответствии с проектом производства работ на данное помещение и радиационной обстановкой участок работ оснащается необходимым оборудованием, инструментами, приспособлениями и средствами радиационной защиты.

Далее производится дезактивация наружных поверхностей оборудования и трубопроводов и контроль наличия снимаемого радиоактивного загрязнения. При отсутствии снимаемого загрязнения производится отсоединение трубопроводов от оборудования. Работы проводятся аналогично работам с крупногабаритным оборудованием.

Трубопроводы демонтируют и фрагментируют. Фрагменты трубопроводов, арматуру, опоры трубопроводов укладывают во внутриобъектовый контейнер, установленный на грузовую тележку. Тележка устанавливается рядом с помещением, в котором производятся работы. При проведении работ в помещениях со средним и высоким уровнях загрязнения у входа в помещение устанавливается сборно-разборный шлюз для предотвращения выноса РВ за пределы помещения.

Освобожденное от трубопроводов оборудование, при необходимости, разбирается или разрезается и укладывается в контейнеры.

После демонтажа технологического оборудования производится дезактивация и демонтаж имеющихся в помещении инженерных сетей. Фрагменты упаковываются во внутриобъектовые контейнеры. Далее производится дезактивация стен и полов помещения.

Все образовавшиеся при демонтаже отходы на тележках транспортируются по коридорам отметки, на которой производятся работы, к грузовому подъемнику. Контейнеры на тележках опускаются на отметку 0.00 и поступают в узел обращения с РАО.

#### ***4.4.3 Демонтаж зданий, сооружений и реабилитация территории***

Перечни объектов 1-й очереди Белоярской АЭС, подлежащих сносу (демонтажу) и предназначенных для дальнейшего использования, уточняются при корректировке проектной документации вывода из эксплуатации.

Критериями выбора объектов 1-й очереди, подлежащих дальнейшему использованию, являются:

- функциональное назначение объекта, в случае продления его эксплуатации для использования по прямому назначению или при его перепрофилировании;

- остаточный ресурс объекта, включая его технологические системы и оборудование;
- уровень радиационного загрязнения объекта, в том числе его технологических систем и оборудования, и возможность их дезактивации с целью снятия с регулирующего контроля;
- экономическая целесообразность перепрофилирования объекта по сравнению с новым строительством.

Разборка строительных конструкций зданий и сооружений будет выполняться после проведения работ по их приведению в радиационно безопасное состояние.

Разборка стен, перегородок осуществляется:

- вручную - с помощью стенорезных машин, машин канатной резки, пневмоинструментом, перфораторами;
- механизировано - с помощью экскаваторов оборудованных ковшом, гидромолотом, гидравлическими ножницами.

Демонтаж сборных железобетонных конструкций:

- вручную - пневмоинструментом, перфораторами;
- механизировано - с помощью экскаваторов, оборудованных ковшом, гидромолотом, гидравлическими ножницами; миниэкскаваторов (устанавливаются непосредственно на перекрытия), оборудованных ковшом, гидромолотом.

Демонтаж монолитных плит покрытия и перекрытий:

- вручную - с помощью машин канатной резки, пневмоинструментом, перфораторами;
- механизировано - с помощью экскаваторов, оборудованных ковшом, гидромолотом, гидравлическими ножницами; миниэкскаваторов (устанавливаются непосредственно на перекрытия), оборудованных ковшом, гидромолотом.

Демонтаж металлических балок, ферм:

- вручную - с помощью газорезки, перфораторов, отбойных молотков;

Демонтаж монолитных железобетонных балок:

- вручную - с помощью стенорезных машин, машин канатной резки, пневмоинструментом, перфораторами;

– механизировано - с помощью экскаваторов, оборудованных ковшом, гидромолотом, гидравлическими ножницами;

Демонтаж фундаментов:

– - механизировано - с помощью экскаваторов, оборудованных ковшом, гидромолотом, гидравлическими ножницами, с помощью машин канатной резки.

На всех этапах демонтажа предусматривается использование автомобильных и башенных кранов.

Все отходы от демонтажа подлежат сортировке и паспортизации.

По результатам дозиметрического контроля отходы делят на ТРО, ОНАО и промышленные отходы. Строительный мусор, классифицируемый по результатам радиационного контроля как ТРО, упаковывается в контейнеры типа КРАД и передается на захоронение Национальному оператору. Отходы категории ОНАО подлежат захоронению в ПЗ ОНАО на БЕЛАЭС. Промышленные отходы сортируют по видам (бутобетон, бетон, металл, дерево, стекло и др.) отгружают на автотранспорт и вывозят на полигон отходов.

Котлованы, образовавшиеся от разборки фундаментных конструкций зданий, подлежат обследованию для выявления мест, имеющих радиоактивное загрязнение. Грунт, имеющий радиоактивное загрязнение и отнесенный к категории ТРО удаляют из котлованов, упаковывают в металлические бочки. Бочки с грунтом, закрытые крышками, устанавливают в транспортный контейнер, контейнер проходит операцию паспортизации. Наружная поверхность контейнера, при необходимости, подвергается дезактивации. Далее контейнер транспортируется на площадку временного хранения.

После очистки площадки, где проводились работы по демонтажу зданий, от остатков строительного мусора проводится рекультивация (комплекс работ, направленный на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды).

#### **4.5 Подпрограмма работ по обращению с материалами повторного использования**

Проектом вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС (1042304.0000.110050, АО «СПбАЭП», 2011г.), на основе результатов комплексного инженерного и радиационного обследования разработан перечень материалов, получаемых в процессе вывода из эксплуатации систем и элементов ГК-1 и их демонтажа, в которых содержание радионуклидов, в том числе после дезактивации, не превышает пределов, установленных ОСПОРБ-99/2010, для материалов ограниченного и неограниченного использования в хозяйственной деятельности, в том числе и в области использования атомной энергии, т.е. перечень материалов повторного использования.

Очередность и график демонтажных работ с высвобождением, в том числе, оборудования и материалов для последующего повторного использования представлены в таблице 4.1.1 программы.

Создание участка вывода материалов из-под радиационного контроля предусмотрено п. 3.7.2 программы. Детализация схемы обращения с материалами повторного использования будет проведена на стадии проектирования соответствующих участков.

К материалам повторного использования относится оборудование, расположенное в помещениях ЗСД, частично в обслуживаемых помещениях ЗКД, и цветные металлы, полученные после разборки электрооборудования и разделки кабельной продукции.

Состав и количество материалов повторного использования приведены в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1. Состав материалов повторного использования при ВЭ 1-й очереди Белоярской АЭС

Наименование	Материал	Объем отходов, м <sup>3</sup>	Масса отходов, т
Оборудование (генераторы турбин)	Сборка	213,5	469,8
Оборудование	Углерод,сталь	122,8	270,1
Трубопроводы	Углерод,сталь	54,6	120,1
Кабельная продукция	Медь	6,2	13,7
Кабельная продукция	Алюминий	58,3	128,3
Электрооборудование	Углерод,сталь	83,2	183,1
Электрооборудование	Медь	22,4	49,3
Электрооборудование	Алюминий	115,4	253,9
Системы отопления и вентиляции	Сборка	88,2	194,2
Системы водоснабжения и канализации	Сборка	11	21
<b>ИТОГО</b>		<b>775,6</b>	<b>1 703,5</b>

Вывоз материалов повторного использования с площадки осуществляется после проведения измерений на участке вывода из-под радиационного контроля и оформления санитарно-гигиенического заключения для повторного ограниченного или неограниченного использования материалов.

#### 4.6 Подпрограмма работ по ликвидации последствий возможных аварий

Для этапа вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС разрабатывается общий «Отчет по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации 1 и 2 блоков Белоярской АЭС», в составе которого должны быть представлены:

- классификация исходных событий и аварий, которые могут привести к радиационному облучению персонала и населения сверх установленных пределов;
- перечень и наличие документации по ликвидации последствий аварии;
- обеспеченность средствами защиты и оборудованием на случай аварии.

В «Отчете по обоснованию безопасности» должны быть установлены предполагаемые способы ликвидации последствий наиболее вероятных аварий при выполнении запланированного объема работ по выводу из эксплуатации.

С учетом анализа перечня радиационно-опасных аварий, рекомендуемых РБ-031-04 «Состав и содержание отчета по обоснованию безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции», а также ранее рассмотренных при выводе из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов (ПУГР), при обосновании безопасности проведения работ по выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС можно рекомендовать учитывать возможность возникновения радиационно-опасных аварий, связанных с двумя следующими основными факторами:

- внешние природные и техногенные воздействия;
- внутренние воздействия.

В числе внешних природных, техногенных и другого рода воздействий следует проанализировать следующие:

- экстремальные ветровая и снеговая нагрузки;
- сейсмическое воздействие;
- ударная волна;
- падение тяжелых предметов (в том числе, самолета) на реакторные конструкции или на помещения с радиоактивным оборудованием и трубопроводами.

К числу факторов внутреннего воздействия следует отнести следующие:

- ведение демонтажных работ, связанных с применением различных технологий резки или сварки, и возможность в результате применения подобных высокотемпературных технологий возникновения пожаров и, как следствие этого – аварийных радиоактивных выбросов в рабочую зону и окружающую среду;

- падение контейнеров при транспортировке радиоактивных отходов и просыпания их содержимого;

- отказы систем технологического обеспечения работ (например, отказы оборудования, устранение которых приводит к повышенному облучению персонала, и т.п.);

- нарушения работы систем и оборудования, которые приводят к выбросу радиоактивных веществ из систем и оборудования;

- отказ систем вентиляции;
- отказ систем радиационного контроля;



- ошибки персонала, прочие внутренние причины.

Из результатов анализа аварийных ситуаций, рассматриваемых при обосновании безопасности вывода из эксплуатации ПУГР, следует, что наиболее тяжелой по своим последствиям может быть авария, связанная с возгоранием радиоактивного графита кладки реактора, являющегося основным горючим материалом, который находится в шахте реактора.

Возгорание радиоактивного графита кладки реактора возможно как при воздействии внешних факторов (например, падение самолета в шахту реактора), так и воздействия внутренних факторов (например, вследствие нарушения соблюдения противопожарных мероприятий при проведении демонтажных работ в кладке реактора или в непосредственной близости от нее).

На этапе вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС должна быть откорректирована (разработана вновь) «Инструкция по ликвидации аварий на 1-й очереди Белоярской АЭС».

Основным документом, определяющим требования к планированию и выполнению мероприятий в случае аварии и/или возникновения чрезвычайных ситуаций на БЕЛАЭС является «План мероприятий по защите персонала в случае аварии на Белоярской АЭС».

При планировании мероприятий по организации строительства или перепрофилирования зданий на площадке БЕЛАЭС должны быть выполнены требования ведомственных строительных норм проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны на атомных станциях, касающиеся обеспечения:

- полного укрытия в убежищах наибольшей по численности работающей смены АЭС;
- укрытия персонала АЭС и членов их семей в имеющихся и приспособленных защитных сооружениях города Заречного;
- выполнения индивидуального дозиметрического контроля персонала АЭС;
- подготовки фонда производственных, общественных, жилых зданий и сооружений на территории АЭС и в городе Заречном (при недостаточном количестве

убежищ и противорадиационных укрытий) для первоначального укрытия персонала АЭС и членов их семей в случае возникновения ЧС;

- полной защиты в противорадиационных убежищах персонала станции и членов их семей.

В качестве критериев для объявления на АЭС состояния «Аварийная обстановка» приняты значения, соответствующие «нижнему» уровню дозовых критериев, определенных НРБ-99/2009.

При установлении факта нарушения основные действия оперативного персонала с момента объявления на АЭС состояния «Аварийная готовность» и/или «Аварийная обстановка» должны быть регламентированы «Планом мероприятий по защите персонала» и должностными инструкциям.

Для ограничения последствий нарушений нормального вывода из эксплуатации, в соответствии с требованиями действующих норм и правил, проектной документацией ВЭ 1-й очереди Белоярской АЭС предусматривается:

- сохранение сейсмостойкости строительных конструкций при устройстве монтажных проемов, установке оборудования и других строительных работах, вплоть до ликвидации потенциальных источников радиационной опасности;

- постоянное наличие противопожарных средств во всех помещениях во время производства работ;

- резервирование оборудования.

Для предотвращения отказов проектной документацией предусматривается:

- выполнение элементов, важных для безопасности, в соответствии с требованиями специальных норм и правил; прочность элементов должна быть подтверждена расчетами разработчиков конструкторской документации на оборудование;

- возможность обнаружения отказа по нескольким контрольным точкам;

- сигнализация о нарушении технологического процесса;

- возможность ручного воздействия при обнаружении отказа.

Для предупреждения отказов и обеспечения безопасности, надежности и эффективности при выводе из эксплуатации должны проводиться регулярное

техническое обслуживание и ремонт оборудования в соответствии с техническим регламентом, принятым на предприятии.

#### **4.7 Подпрограмма работ по радиационному и дозиметрическому контролю**

##### **4.7.1 Радиационный и дозиметрический контроль**

На этапах подготовки и вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС должно быть обеспечено проведение радиационного и дозиметрического контроля:

- облучаемости работников (персонала) и контрольной группы населения (дозиметрический контроль);
- состояния защитных барьеров;
- нераспространения радиоактивности в помещениях, на промплощадке и за её пределами;
- загрязнения окружающей среды;
- при аварийных ситуациях.

Радиационный контроль осуществляется при выполнении всех работ по ВЭ, включая:

- контроль при выполнении дезактивационных работ;
- контроль при выполнении демонтажных работ;
- контроль за сортировкой ТРО в соответствии с их классификацией.

Радиационный контроль в зависимости от характера проводимых работ включает:

- контроль мощности дозы гамма-излучения, плотности потоков альфа и бета-частиц на рабочих местах, в отдельных помещениях и на территории площадки 1-й очереди БЕЛАЭС;
- контроль возможного радиоактивного загрязнения различных нерадиоактивных отходов, вывозимых с территории объекта;
- контроль уровней загрязнения транспортных средств;

- контроль уровней загрязнения радиоактивными веществами поверхностей помещений и оборудования, кожных покровов, спецодежды и спецобуви работников, личной одежды;
- индивидуальный дозиметрический контроль внешнего и внутреннего облучения;
- контроль сбросов;
- контроль содержания и радионуклидного состава радиоактивных аэрозолей в воздухе помещений, а также на территории;
- контроль выбросов радиоактивных веществ в атмосферу и его радионуклидного состава;
- контроль эффективности фильтров очистки вытяжных вентсистем;
- контроль мощности дозы гамма-излучения и годовой дозы на местности;
- контроль содержания радионуклидов в атмосферном воздухе, выпадениях, почве, растительности, воде, гидробионтах и продуктах питания местного производства.

Автоматизированный контроль радиационной обстановки в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения БЕЛАЭС в режиме нормальной эксплуатации и при радиационной аварии осуществляется автоматизированными системами контроля радиационной обстановки.

На случай радиационной аварии предусмотрен аварийный радиационный контроль мощности дозы гамма-излучения в дополнительных точках промплощадки и зоны наблюдения.

Радиационный контроль осуществляется с помощью:

- стационарной системы радиационного контроля (АСРК) главного корпуса;
- носимых, передвижных или подвижных средств оперативного контроля;
- лабораторного анализа на основе стационарной аппаратуры, средств пробоотбора и подготовки проб.

#### **4.7.2 Производственный экологический контроль**

Производственный экологический контроль проводится в соответствии с природоохранными нормативными документами, которыми являются:

- Федеральные нормативные правовые акты и стандарты в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;
- Федеральные нормативные и методические документы, утвержденные или согласованные специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей среды, определяющие критерии и величины предельно допустимых нормативов или лимитов воздействия на компоненты окружающей природной среды, лимитов размещения отходов, порядок и методы контроля за соблюдением природоохранных норм и нормативов, ответственность за их нарушение;
- отраслевые нормативные и методические документы в области охраны окружающей среды и природных ресурсов;
- региональные нормативные и методические документы, утвержденные или согласованные с территориальными природоохранными органами.

Основные задачи производственного экологического контроля:

- контроль за выполнением требований природоохранного законодательства, нормативных документов в области охраны окружающей среды, в том числе контроль за соблюдением установленных нормативов воздействия на компоненты окружающей природной среды, соблюдением лимитов размещения отходов, использованием природных ресурсов;
- обеспечение полноты и достоверности информации, представляемой в контролирующие организации.

К объектам производственного экологического контроля относятся:

- источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – стационарные и передвижные;
- источники сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водоемы или на рельеф местности (в т.ч. после очистных сооружений);
- источники образования отходов (производственные цеха, службы);

- природные ресурсы (поверхностные водоемы и артезианские скважины);
- почвы.

По результатам проводимого производственного экологического контроля выполняется анализ природоохранной деятельности Белоярской АЭС с составлением соответствующей отчетности.

При разработке проектной документации вывода из эксплуатации 1-й очереди Белоярской АЭС с учетом результатов инженерных изысканий должна быть разработана (откорректирована) программа мониторинга компонентов окружающей среды в соответствии с требованиями НП-032-19.

#### **4.8 Подпрограмма работ по физической защите**

В соответствии с «Правилами физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов», утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июля 2007 г. № 456, обеспечение физической защиты должно осуществляться на всех этапах проектирования, сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов, а также при обращении с ядерными материалами.

Физическая защита блока и находящихся в нем ядерных и радиоактивных материалов при эксплуатации блока обеспечивается существующей на атомной станции системой физической защиты, которая является составной частью общестанционной системы мер по обеспечению ядерной, радиационной и технологической безопасности объекта, представляющей собой комплекс инженерно-технических средств и организационных мероприятий, направленных на предотвращение хищения ядерных и радиоактивных материалов и диверсионных воздействий.

При выполнении работ по ВЭ блоков №1,2 на площадке БЕЛАЭС остаётся в эксплуатации блок № 3, поэтому общая организация физической защиты объектов на БЕЛАЭС изменяться не будет.

Система физической защиты, существующая на БЕЛАЭС, предусматривает обеспечение контроля за движением делящихся материалов, хранением ядерного топлива, отходов ядерного топливного цикла и других радиационно-опасных загрязнителей как через периметр площадки атомной станции, так и внутри периметра станции.

Цели, задачи и состав комплекса инженерно-технических средств физической защиты для обеспечения безопасности на период вывода из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС приведены в разделе 12.4 «Физическая защита объекта» Проекта вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС.

#### **4.9 Подпрограмма по обеспечению пожарной безопасности**

Пожарная безопасность при выполнении работ по подготовке и выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС обеспечивается в соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов по пожарной безопасности:

- Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (№ 123-ФЗ от 22.07.2008);
- Правила противопожарного режима в Российской Федерации (постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390);
- СТО 1.1.1.04.001.1500-2018 «Правила пожарной безопасности при эксплуатации атомных станций»;
- СТО 1.1.1.04.001.0870-2012 «Требования пожарной безопасности при выводе энергоблоков атомных станций из эксплуатации»;
- Атомные станции. Требования пожарной безопасности (СП 13.13130-2009);
- ГОСТ 12.1.004 Пожарная безопасность. Общие требования;
- ГОСТ Р 12.3.047 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля;
- ГОСТ 12.1.044 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения;

– РД ЭО 1.1.2.19.0036 Техническая документация. Инструкция по расследованию и учету пожаров на атомных станциях.

Противопожарный режим и меры обеспечения пожарной безопасности установлены соответствующими распорядительными документами АЭС (инструкциями) по пожарной безопасности, разработанными в соответствии с требованиями правил противопожарного режима в Российской Федерации.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приведены в разделе 9 Проекта вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС.

Перед началом работ по демонтажу оборудования должен быть выпущен приказ директора АЭС об организации выполнения противопожарных мероприятий.

Приказом должно быть определено:

- проведение инструктажей с руководителями и производителями огневых и других пожароопасных работ;
- определение мест проведения пожароопасных работ;
- назначение лиц, ответственных за производство пожароопасных работ;
- перечень лиц, ответственных за выдачу нарядов-допусков на производство огневых работ;
- перечень лиц, ответственных за организацию технического обслуживания и ремонта систем и установок пожарной сигнализации, пожаротушения, противодымной защиты и другого оборудования противопожарной защиты;
- места, порядок хранения и использования горючих и легковоспламеняющихся жидкостей;
- места установки дополнительных пожарных постов и их комплектация;
- порядок и места хранения баллонов с газами;
- места временного хранения демонтированного оборудования;
- порядок уборки горючих отходов.

Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения при выполнении работ по демонтажу оборудования в случае пожара должны обеспечивать:

- проектную огнестойкость зданий и сооружений;



- возможность эвакуации людей наружу на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану и ее техническое оснащение;
- приоритетное выполнение противопожарных мероприятий, предусмотренных проектом, разработанным в соответствии с действующими нормами и утвержденным в установленном порядке;
- соблюдение противопожарных правил, наличие и исправное содержание средств борьбы с пожаром;
- возможность безопасной эвакуации и спасения людей, а также защиты материальных ценностей при пожаре на объекте.

В соответствии с Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности после окончания работ по демонтажу оборудования должна быть проведена корректировка декларации пожарной безопасности.

Перепланировка и изменение функционального назначения зданий и помещений должны производиться с учётом действующих противопожарных требований, норм и правил.

Пожарная безопасность при выполнении работ по подготовке и выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС обеспечивается:

- проектом вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС (частными проектными решениями);

- выполнением персоналом требований инструкций, норм и правил пожарной безопасности;
- системой автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации, предназначенной для автоматического определения места возникновения загорания, подачи огнетушащего состава в защищаемое помещение и на трансформаторы, выдачу звукового и светового сигналов на БЦУ;
- пожарохозяйственным водопроводом;
- первичными средствами пожаротушения;
- пожарными щитами и пожарными пунктами;
- наличием защитных средств и средствами связи;
- исправной работой систем и средств противопожарной защиты (система противопожарного водопровода, система обнаружения и тушения пожаров, система противодымной защиты, система оповещения и управления эвакуацией, первичные средства пожаротушения; система огнезащиты кабельных трасс и воздухопроводов, противопожарные преграды и заполнение проемов в них);
- наличием и исправностью средств защиты от опасных факторов пожара, и средств связи.

За системами и средствами противопожарной защиты осуществляется постоянный контроль оперативным персоналом. В соответствии с графиками, регламентами производится их техническое обслуживание и ремонт, обеспечивающие содержание их в исправном состоянии и постоянную готовность.

В рамках организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности при выполнении работ по подготовке и выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС выполняются следующие работы:

- анализ фактического состояния, продление ресурса и поддержание в работоспособном состоянии элементов и оборудования систем извещения о пожаре и пожаротушения;
- анализ фактического состояния электротехнического оборудования, кабельного хозяйства, остающихся в эксплуатации, с целью определения

возможности дальнейшей эксплуатации, соответствия ресурсу работы и выполнения требований пожарной безопасности;

- анализ фактического состояния систем вентиляции блока, остающихся в эксплуатации, с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации, соответствия ресурсу работы и выполнения требований пожарной безопасности;

- перепланировка, изменение функционального назначения помещений при выводе из эксплуатации блока по проектам, разработанным с учетом действующих требований норм и правил. При этом снижение пределов огнестойкости строительных конструкций и ухудшение условий эвакуации персонала не допускается;

- выполнение проектной организацией перерасчета категорий производств по взрывопожарной и пожарной опасности и классов исполнения электрооборудования в соответствии с ПУЭ для помещений с измененным функциональным назначением;

- разработка проектов накопительных площадок в помещениях зоны контролируемого доступа для временного хранения горючих радиоактивных отходов с учетом требований норм и правил пожарной безопасности;

- обеспечение установок по переработке и сжиганию РАО, имеющих взрывопожароопасное и пожароопасное производства или технологию, техническими средствами пожаротушения и пожароизвещения.

#### **4.10 Оценка затрат на вывод из эксплуатации**

Детальный расчет общей стоимости выполнения работ по выводу из эксплуатации 1-й очереди БЕЛАЭС приведен в составе Раздела 11 «Сметная документация» Проекта вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС (1042304.0000.110050, АО «СПбАЭП, 2011г.).

Согласно сводному сметному расчету стоимость вывода из эксплуатации 1,2 блоков Белоярской АЭС составляет 25 487,3 млн. руб. без НДС в ценах 2019 года.

#### **4.11 Финансовое обеспечение работ по выводу из эксплуатации**

В соответствии с положениями Федерального закона от 21 ноября 1995 года № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» (ст. 33 и 34) финансирование работ по выводу из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных материалов должно осуществляться из средств резерва вывода из эксплуатации.

Указ Президента РФ от 2 июля 1996 года № 1012 постановил Правительству РФ разработать необходимый порядок образования и использования Резерва.

В соответствии с данным Указом было разработано соответствующее «Положение о порядке, источниках образования и правилах использования специального фонда для финансирования затрат, связанных с выводом из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных материалов, и для финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обоснованию и повышению безопасности этих объектов», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 2 апреля 1997 года № 367.

Согласно данному «Положению...», для действующих АЭС основным источником накопления финансовых средств в Резерве должны являться текущие отчисления атомных станций, включаемые в себестоимость отпускаемой с них товарной продукции (электричество и тепло) и осуществляемые станциями в соответствии с определенными нормативами.

Постановлением Правительства РФ от 30 января 2002 года №68 (с изменениями от 05 декабря 2003 г. № 737, от 21 января 2005 г. № 33, от 24 февраля 2009 г. № 164, от 19 ноября 2012 г. № 1189, от 04 сентября 2014 № 894, от 04 сентября 2015 № 941) утверждены «Правила отчисления предприятиями и организациями, эксплуатирующими особо радиационно-опасные и ядерно-опасные производства и объекты (атомные станции), средств для формирования резервов, предназначенных для обеспечения безопасности атомных станций на всех стадиях их жизненного цикла и развития».

Этими «Правилами...» регламентируется, в том числе, порядок начисления и использования резерва для обеспечения финансирования работ по выводу из эксплуатации блоков АЭС и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обоснованию и повышению безопасности выводимых из эксплуатации блоков АС АО «Концерн Росэнергоатом».

Норматив отчисления средств по резерву, предназначенному для финансирования затрат по обеспечению вывода из эксплуатации атомных станций, утверждается Государственной корпорацией «Росатом» на основании программы мероприятий, подготовленной эксплуатирующей организацией в целях реализации программы деятельности Корпорации на долгосрочный период в размере не выше 3,2% от выручки, полученной эксплуатирующей организацией и атомными станциями от реализации товаров (работ, услуг), связанных с использованием атомной энергии.

Средства резерва в соответствии с «Единым отраслевым порядком формирования и использования средств резервов, предназначенных для обеспечения безопасности организаций Госкорпорации «Росатом», эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты, на всех стадиях жизненного цикла и развития» ПОР-УТР.04.00.01 могут направляться на выполнение следующих работ:

- обеспечение вывода из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;
- НИОКР по обоснованию и повышению безопасности особо радиационно опасных и ядерно опасных производств и объектов;
- обеспечение функционирования отраслевой системы вывода из эксплуатации, включая:
- ведение баз данных по объектам, выводимым из эксплуатации, включая сохранение сведений, передаваемых будущим поколениям, по консервируемым объектам;

- 
- мониторинг объектов, выведенных из эксплуатации по вариантам конверсии, консервации, «коричневых» площадок и т.д.;
  - независимая экспертиза разрабатываемой документации по выводу из эксплуатации;
  - разработка локальных концепций (принципиальных организационно-технических и конструкционно-технологических решений) по выводу ЯРОО из эксплуатации;
  - разработка проектов (проектно-сметной документации) по выводу ЯРОО из эксплуатации, включая проведение комплексного инженерно-технического и радиационного обследования;
  - практическая реализация мероприятий по выводу ЯРОО из эксплуатации в соответствии с утвержденной проектно-сметной документацией, включая удаление (локализацию) из остановленных ЯРОО отработавшего ядерного топлива, ядерных делящихся и радиационно опасных материалов, вредных химических, токсических и ядовитых веществ;
  - мониторинг состояния выведенных из эксплуатации ЯРОО;
  - НИР и ОКР по разработке типовых проектных решений, технологий и технических средств, необходимых для решения задач вывода из эксплуатации объектов, включая пилотные (опытные) работы;
  - разработка нормативной базы, включая нормы, правила и иные руководящие документы, регламентирующие порядок, сроки вывода из эксплуатации ЯРОО, обеспечение безопасности, экономические аспекты при выводе ЯРОО из эксплуатации;
  - обеспечение вывода из эксплуатации атомных станций:
    - подготовка энергоблоков атомных станций к выводу из эксплуатации, в том числе создание информационных баз данных;
    - проведение комплексного инженерного и радиационного обследования, разработка программ и проектов вывода из эксплуатации энергоблоков атомных станций, создание инфраструктуры и дополнительных объектов, необходимых для обеспечения вывода из эксплуатации энергоблоков

атомных станций, удаление ядерно опасных материалов, выдержка и вывоз отработавшего ядерного топлива, дезактивация систем, оборудования и помещений, определение технического состояния, остаточного ресурса систем и оборудования, используемых при выводе из эксплуатации энергоблоков атомных станций;

- выполнение регламентных работ на остановленных для вывода из эксплуатации энергоблоках атомных станций в соответствии с технологическими регламентами эксплуатации энергоблоков, регламентами и графиками технического обслуживания и ремонта оборудования, и другой технической документацией, регламентирующей работу подразделений атомных станций по обеспечению безопасной эксплуатации, ремонту, техническому обслуживанию элементов энергоблоков;
- выполнение работ по обеспечению безопасного состояния, надежности и устойчивости энергоблоков, остановленных для вывода из эксплуатации, в том числе выполнение технического обслуживания и ремонта, замена выработавших ресурс элементов энергоблоков, восстановление ресурсных характеристик в соответствии с утвержденными решениями и программами управления ресурсными характеристиками элементов энергоблоков, оснащение дополнительным оборудованием и системами, повышение пожарной безопасности, модернизация оборудования и систем в соответствии с утвержденными решениями и программами модернизации; устранение выявленных дефектов элементов энергоблоков в соответствии с утвержденными решениями и актами обследования, повышение устойчивости энергоблоков атомных станций от воздействий природного и техногенного характера в соответствии с утвержденными программами;
- выполнение работ по обеспечению радиационной и технической безопасности энергоблоков, остановленных для вывода из эксплуатации, в том числе совершенствование систем радиационного контроля, систем контроля и учета радиоактивных веществ и радиоактивных отходов,

реализация мероприятий по снижению дозовых нагрузок, проведение дезактивации оборудования и строительных конструкций, проведение консервации, демонтажа и удаление с энергоблоков элементов, не используемых при эксплуатации, создание локализирующих барьеров для предотвращения или ограничения радиационного воздействия на персонал, контроль технического состояния элементов атомных станций, выполнение в соответствии с требованиями действующей на атомных станциях технической документации мероприятий по обеспечению надежной и безопасной эксплуатации строительных конструкций, грузоподъемных механизмов, лифтов, воздухопроводов, вентиляционных систем, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды и других элементов, влияющих на техническую безопасность энергоблоков;

- содержание остановленных для вывода из эксплуатации энергоблоков атомных станций до окончания работ по выводу из эксплуатации;
- подготовка и поддержание квалификации персонала для обеспечения безопасной эксплуатации остановленных для вывода из эксплуатации энергоблоков атомных станций и выполнения работ по выводу из эксплуатации;
- создание оборудования, систем, установок, технологий для проведения работ по подготовке к выводу из эксплуатации и выводу энергоблоков атомных станций из эксплуатации, включая оборудование и системы для обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;
- разработка проектной и технической документации, необходимой для подготовки к выводу из эксплуатации и выводу энергоблоков атомных станций из эксплуатации;
- разработка документов, необходимых для получения лицензий Ростехнадзора на вывод из эксплуатации энергоблоков атомных станций;
- вывод из эксплуатации энергоблоков атомных станции в соответствии с полученными лицензиями Ростехнадзора;



- 
- проведение НИОКР по созданию новых технологий и оборудования, необходимых для обеспечения вывода энергоблоков атомных станций из эксплуатации;
  - создание временных барьеров для предотвращения распространения радиоактивных загрязнений;
  - дезактивация помещений и оборудования;
  - реализация технических мероприятий по непосредственному выводу энергоблоков атомных станций из эксплуатации в соответствии с проектом вывода атомных станций из эксплуатации;
  - консервация, частичный или полный демонтаж активированных и загрязненных радионуклидами оборудования, зданий и сооружений;
  - осуществление работ по обращению с радиоактивными отходами при подготовке к выводу из эксплуатации и выводу энергоблоков атомных станций из эксплуатации;
  - расширение существующих или строительство дополнительных пунктов хранения отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов для обеспечения вывода из эксплуатации энергоблоков атомных станций;
  - медико-санитарное обеспечение персонала, участвующего в выполнении работ по подготовке к выводу из эксплуатации и выводу энергоблоков атомных станций из эксплуатации, включая проведение научно-исследовательских работ по созданию соответствующих санитарных норм и правил;
  - разработка соответствующих норм и правил, осуществление инженерно-технической поддержки для обеспечения подготовки к выводу из эксплуатации и вывода энергоблоков атомных станций из эксплуатации;
  - проведение НИОКР по обоснованию и повышению безопасности остановленных для вывода из эксплуатации энергоблоков атомных станций;

- затраты на содержание персонала, в функциональные обязанности которого входит обеспечение и выполнение работ по программе мероприятий по выводу из эксплуатации и НИОКР;
- другие мероприятия по подготовке к выводу из эксплуатации и выводу энергоблока атомной станции из эксплуатации, определенные утвержденными программами и проектами вывода из эксплуатации, отраслевыми программами работ и мероприятий, решениями, нормативными и распорядительными документами органов государственного управления и регулирования, эксплуатирующей организации.

До 2019 года финансирование мероприятий по поддержанию в безопасном состоянии, подготовке и выводу из эксплуатации блоков АЭС, в том числе блоков, являющихся объектами ядерного наследия, осуществлялось полностью за счет Резерва ВЭ в рамках соответствующей программы мероприятий по обеспечению вывода из эксплуатации атомных станций и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обоснованию и повышению безопасности выводимых из эксплуатации объектов.

Так как блоки № 1,2 Белоярской АЭС не производили отчисления в Резерв ВЭ и не сформировали отчислений, достаточных для финансирования мероприятий по их поддержанию в безопасном состоянии и выводу из эксплуатации, то они относятся к объектам ядерного наследия.

В связи с прогнозируемым дефицитом Резерва ВЭ для финансирования работ по поддержанию в безопасном состоянии остановленных блоков АЭС в необходимом объеме с 2019 года начато софинансирование из средств федерального бюджета затрат на поддержание в безопасном состоянии остановленных блоков АЭС.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.10.2019 № 1315 утверждены Правила предоставления из федерального бюджета субсидий юридическим лицам на возмещение затрат на поддержание остановленных ядерных и радиационно опасных объектов ядерного наследия в безопасном состоянии.

С целью финансирования за счет средств федерального бюджета работ по подготовке и выводу из эксплуатации остановленных блоков АЭС, относящихся к ядерному наследию, необходимо принятие федерального закона «Об особенностях безопасного содержания и вывода из эксплуатации отдельных объектов использования атомной энергии и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – ФЗ о ядерном наследии), который разграничивает ответственность Российской Федерации и эксплуатирующей организации за ядерные и радиационно опасные объекты ядерного наследия.

В настоящее время разработана концепция проекта ФЗ о ядерном наследии, которая проходит процедуру согласования в федеральных органах исполнительной власти. По предлагаемой концепции принципом разграничения ответственности является год акционирования ФГУП Концерн «Росэнергоатом» – 2008 год.

Прогнозируемый срок принятия ФЗ о ядерном наследии – 2023 год, начиная с которого возможно финансирование работ по подготовке и выводу из эксплуатации остановленных блоков АЭС из средств федерального бюджета.

До этого срока ежегодно осуществляется формирование отдельных программ мероприятий для финансирования работ из Резерва ВЭ и за счет субсидии из федерального бюджета, прочих расходов и чистой прибыли.

Финансирование поддержания в безопасном состоянии и вывода из эксплуатации остановленных блоков АЭС, отнесенных к объектам ядерного наследия, осуществляется в рамках Программы мероприятий по поддержанию в безопасном состоянии остановленных блоков атомных станций и выводу их из эксплуатации, расходы на финансирование которых планируются к включению в заявку на возмещение за счет средств федерального бюджета и (или) финансированию за счет прочих расходов и чистой прибыли Концерна.

Финансирование работ по подготовке к выводу из эксплуатации осуществляется за счет Программы мероприятий по обеспечению вывода из эксплуатации атомных станций и проведения НИОКР.

Формирование Программ осуществляется в соответствии со следующими документами Концерна:

---

– ПОР-ВИЭ.03.00.02 «Порядок формирования и контроля реализации программы мероприятий по поддержанию в безопасном состоянии остановленных блоков атомных станций и выводу их из эксплуатации и перечня мероприятий по подготовке к выводу из эксплуатации действующих энергоблоков, поддержанию в безопасном состоянии остановленных блоков атомных станций и выводу их из эксплуатации»;

– ПОР-ВИЭ.03.00.01 «Порядок формирования и контроля реализации Программы мероприятий по обеспечению вывода из эксплуатации атомных станций и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обоснованию и повышению безопасности выводимых из эксплуатации объектов».