



**Оценка воздействия на окружающую среду для целей получения
разрешения на размещение АЭС в Республике Узбекистан,
1-этап процедуры ОВОС
Резюме нетехнического характера**

Содержание

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	7
1 ВВЕДЕНИЕ	10
2 ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	13
2.1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРИМЕНИМЫЕ К ПРОЕКТУ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС В УЗБЕКИСТАНЕ	13
2.2 МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРИМЕНИМЫЕ К ПРОЕКТУ	14
2.3 ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ МАГАТЭ	15
3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АЭС В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН	16
3.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ТИП РЕАКТОРА	16
3.2 СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС	23
4 АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА	37
4.1 ПЕРЕЧЕНЬ РАССМОТРЕННЫХ ПУНКТОВ И ПЛОЩАДОК	37
5 СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН	38
5.1 КЛИМАТИЧЕСКИЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	38
5.2 РАДИАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ	39
5.3 СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ	39
5.4 ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГИОНА	40
5.5 ОПИСАНИЕ ПОЧВ, РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА	41
5.6 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ	44
6 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	46
6.1 ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ РАБОТЕ СТАНЦИИ В РЕЖИМЕ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ	46
6.2 СБРОСЫ: ФОРМИРОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ РАДИОНУКЛИДЫ	48
6.3 ОЦЕНКА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА НАСЕЛЕНИЕ	48
6.4 ОЦЕНКА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА ПРИРОДНОЕ ОКРУЖЕНИЕ РЕГИОНА	49
6.5 ОЦЕНКА НЕРАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ	49
7 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	51
7.1 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	51
8 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОЕКТА УЗАЭС	52
8.1 ПЕРЕЧЕНЬ РАССМОТРЕННЫХ ПУНКТОВ И ПЛОЩАДОК	52
9 ВЫВОДЫ	55

Термины и определения

Айдар-Арнасайская система озер (ААСО)	Айдар-Арнасайская система озер – система бессточных озер, включающая в себя Айдаркуль, Тузкан и Восточно-Арнасайские озера. Расположена на востоке пустыни Кызылкум, к юго-западу от Чардарьинского водохранилища.
Активный разлом	Тектонический разлом, по которому за последние 1 млн. лет (четвертичный период) произошло относительное перемещение примыкающих блоков земной коры на 0,5 м и более.
Антропогенные ландшафты	Антропогенными ландшафтами следует считать как заново созданные человеком ландшафты, так и все природные комплексы, в которых коренному изменению под влиянием человека подвергся любой из их компонентов, в том числе и растительность с животным миром.
Вегетационный период	Период года, в который возможны рост и развитие (вегетация) растений. Продолжительность периода зависит главным образом от географической широты и климата.
Вещество радиоактивное	Вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования санитарных норм и правил Республики Узбекистан.
Воды сточные производственные	Воды, после использования в производственном процессе.
Воды сточные хозяйственно-бытовые	Воды, образующиеся из сбросов населенных пунктов.
Воздействие природного происхождения	Воздействие, вызванное внешними по отношению к АЭС процессами, явлениями и факторами природного происхождения.
Воздействие техногенного происхождения	Внешнее по отношению к АЭС воздействие, вызванное непосредственно деятельностью человека или как результат использования им техники и технологий на объектах, находящихся как за пределами площадки АЭС, так и в её пределах. Примерами источников, находящихся в пределах площадки АЭС, являются блоки АС по отношению к другим блокам АС той же многоблочной АС, либо общестанционное оборудование АС по отношению к блоку АС.
Выброс аварийный	Поступление загрязняющих веществ в окружающую человека среду в результате нарушения технологического процесса или аварии.
Газоаэрозольные радиоактивные отходы	Не подлежащие использованию радиоактивные газы и аэрозоли, образующиеся при производственных процессах с объемной активностью, превышающей ДОА, значения которой приведены в приложении 2 НРБ-99.

Геоботаническая площадка	Пробная площадь (2х2, 10х10, 100х100 и т.д), выделяемая в фитоценозе для его описания, так чтобы были представлены все характерные особенности.
Доза эффективная (эквивалентная) годовая	сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год. Единица годовой эффективной дозы - зиверт (Зв)
Доза эффективная коллективная	Мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы - человеко-зиверт (чел.-Зв).
Естественные радионуклиды (ЕРН)	Основные радионуклиды природного происхождения, содержащиеся в породообразующих материалах земной коры: 226 Ra, 232Th, 40K.
Загрязнение радиоактивное	Присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные действующими нормами и правилами
Захоронение радиоактивных отходов	Безопасное размещение радиоактивных отходов без намерения последующего их извлечения
Зона наблюдений	Зона за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль. Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения рассчитываются
Зона санитарно-защитная	Территория вокруг радиационного объекта, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения может превысить установленный предел дозы облучения населения
Зона планирования защитных мероприятий	Территория вокруг атомной станции, в границах которой возможно радиационное воздействие при запроектных авариях и планируются мероприятия по защите населения, предусмотренные действующими нормами радиационной безопасности. За пределами этой зоны для вышеуказанных аварий проведение мероприятий по защите населения не требуется
Зона планирования мероприятий по обязательной эвакуации населения	Территория прогнозируемого облучения при запроектных авариях, в границах которой в начальном периоде радиационной аварии может быть достигнут или превышен верхний уровень дозового критерия по обязательной эвакуации критической группы населения, установленный действующими нормами радиационной безопасности
Запроектная авария	Авария, вызванная не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями или сопровождающаяся дополнительными по сравнению с проектными авариями

	отказами элементов систем безопасности сверх единичного отказа, реализацией ошибочных решений персонала.
Консервативный подход	Подход к проектированию и конструированию, когда при анализе причин аварий для параметров и характеристик принимаются значения и пределы, заведомо приводящие к более неблагоприятным результатам.
Контейнмент	Система защитных герметичных оболочек.
Минерализация воды	Суммарная концентрация анионов, катионов и недиссоциированных растворенных в воде неорганических веществ, выражающаяся в г/дм ³ . Различают пресные воды с минерализацией до 1 г/дм ³ ; солоноватые - с минерализацией до от 1 до 10 г/дм ³ ; соленые воды - с минерализацией до от 10 до 50 г/дм ³ ; рассолы - с минерализацией свыше 50 г/дм ³
Мощность дозы	Доза излучения за единицу времени (секунду, минуту, час).
Мощность экспозиционной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения	Отношение суммарного заряда ионов одного знака, созданных излучением в единицу времени в воздушном объеме, к массе воздуха в этом объеме (в системе СИ).
Население	Все лица, включая лиц из персонала вне работы с источниками ионизирующего излучения (категория В).
Нуклид	Разновидность атомов с данным массовым числом (массой протонов и нейтронов в ядре) и атомным номером (числом протонов и нейтронов в ядре).
Отработавшее ядерное топливо	Ядерное топливо, облученное в активной зоне реактора и окончательно удаленное из нее.
Персонал	Лица, работающие с техногенными источниками излучения (категория А).
Предельно допустимые концентрации	Максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом, утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив.
Проектная авария	Авария, для которой в проекте АС определены исходные события и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие при независимом от исходного события отказе одного из элементов систем безопасности, учитываемом в проекте АС, или при одной, независимой от исходного события, ошибке персонала ограничение ее последствий установленными для таких аварий пределами.
Радиационные источники	Не относящиеся к ядерным установкам комплексы, установки, аппараты, оборудование и изделия, в которых содержатся радиоактивные вещества или генерируется ионизирующее излучение.
Радиационная безопасность населения	Состояние защищенности настоящего и будущего поколения людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Радиоактивность	Самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер, приводящее к изменению их атомного номера или массового числа.
Радионуклид	Радиоактивный нуклид. Атом, имеющий нестабильное ядро, склонное к самовольному радиоактивному распаду, сопровождающемуся ионизирующим излучением.
Радиоактивные отходы	Вещества в любом агрегатном состоянии, не предназначенные для дальнейшего использования, содержащие радионуклиды с уровнем активности, превышающим значения, установленные в актах законодательства.
Расстояние безопасное	Удаление источника опасности от АЭС, за пределами которого можно пренебречь влияниями данного источника внешних воздействий природного или техногенного происхождения на безопасность АЭС.
Риск радиационный	Вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.
Тепловыделяющая сборка ядерного реактора	Машиностроительное изделие, содержащее ядерные материалы и предназначенное для получения тепловой энергии в ядерном реакторе за счет осуществления контролируемой ядерной реакции.
Трапные воды	Воды неорганизованных протечек или случайных проливов.
Физические факторы	Шум, вибрация, электромагнитные излучения и пр., потенциально опасные для жизни и здоровья человека.
Эманиационный фактор	Доля радона, выделяющегося из горных пород.
Эффекты излучения детерминированные	Клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше - тяжесть эффекта зависит от дозы.
Эффекты излучения стохастические	Вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, не имеющие дозового порога возникновения, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы.
Ядерное топливо	Ядерный материал, предназначенный для получения тепловой энергии и (или) потоков излучения в ядерной установке за счет осуществления контролируемой ядерной реакции деления.
Ядерные материалы	Материалы, содержащие или способные воспроизвести делящиеся (расщепляющиеся) ядерные вещества.
Ядерные установки	Сооружения и комплексы с ядерными реакторами, в том числе атомные станции.

Перечень сокращений и обозначений

CEC	- емкость поглощения (катионного обмена) почв
DBC	- Международная аббревиатура условий НЭ (Design Basis Conditions)
MSK-64	- шкала сейсмической активности Медведева-Шпонхойера-Карника
ААСО	- Айдар-Арнасайская система озер
АС	- атомная станция
АСКРО	- автоматическая система контроля радиационной обстановки
АСММ	- Атомная станция малой мощности
АСУ ТП	- автоматическая система управления
АЭС	- атомная электростанция
БВ	- бассейны выдержки
Бк	- беккерель (Бк), системная единица измерения радиоактивности. Равна одному распаду в секунду
БОУ	- блочная обессоливающая установка
БПК ₅	- биохимическое потребление кислорода за 5 суток
БРУ-А	- быстродействующая редуцирующая установка сброса пара в атмосферу
ВВЭР	- водо-водяной энергетический реактор
ВХР	- водно-химический режим
ГУП	- государственное унитарное предприятие
ГЦНА	- главный циркуляционный насос
ДОАнас	- допустимая среднегодовая объемная активность
ЕРН	- естественные радионуклиды
ЖРО	- жидкие радиоактивные отходы
ЖРС	- жидкие радиоактивные стоки
Зв	- зиверт
ЗВОС	- заявление о воздействии на окружающую среду
ЗЛА	- зона локализации аварии
ЗПА	- запроектная авария
ИРГ	- инертный радиоактивный газ
ИЯФ АН РУз	- институт ядерной физики Академии Наук Республики Узбекистан
КДС	- коллекторно-дренажная сеть
КИУМ	- коэффициент использования установленной мощности
Коэффициент	- коэффициент сорбционного распределения между твердой и жидкой фазами
Kd	- минимально значимая удельная активность радионуклидов – норматив, используемый в оспорб 99/2010 для отнесения сред к радиоактивным отходам
МЗУА	- микрозиверт
МКЗв	- микрозиверт
МКРЗ/ICRP	- международная комиссия по радиологической защите
Модель SCS-CN	- модель номерных кривых (<i>curve number (CN) model</i>), разработанная Службой охраны почв США
МРЗ	- максимальное расчетное землетрясение

МСОП (IUCN)	- международный союз охраны природы и природных ресурсов
МЭД	- мощность эквивалентной дозы
НВ АЭС	- Нововоронежская АЭС
НД	- нормативные документы
НИИРЛ	- научно-исследовательская испытательная радиологическая лаборатория
НРБ	- нормы радиационной безопасности
НЭ	- нормальная эксплуатация
ОГНР10-40	- общеблочная система накопления жидких радиоактивных стоков
ОАР	- объемная активность радона
ОВОС	- оценка воздействия на окружающую среду
ОДК	- ориентировочно допустимая концентрация
ОМАСН	- образцовые меры радиоактивности специального назначения
ОСПОРБ	- основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОЯТ	- отработавшее ядерное топливо
ПА	- проектная авария
ПГ	- парогенератор
ПД	- продукты деления
ПДК	- предельно-допустимая концентрация
ПДУ	- предельно допустимый уровень
ПКМ РУз	- Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан
ПНД	- подогреватель низкого давления
ПНЗ	- стационарные посты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха
ПООБ	- предварительный отчет по обоснованию безопасности
ПС	- программное средство
ПС СУЗ	- поглощающий стержень системы управления и защиты (реактора)
ПЭМ	- производственный экологический мониторинг
РАО	- радиоактивные отходы
РД	- руководящий документ
РесЦПЧКООИ	- республиканский центр профилактики чумы и карантинных и особо опасных инфекций Министерства здравоохранения РУз
МЗ РУз	- санитарные правила и нормы
СанПиН	- санитарные правила и нормы
САОЗ	- системы аварийного охлаждения активной зоны
САЭ	- система аварийного электроснабжения
СВО	- спецводоочистка
СЗЗ	- санитарно-защитная зона
СНЭ	- система надежного электроснабжения
СОДС	- система обнаружения дефектных сборок
СПБО ИГЭ	- Санкт-Петербургское отделение Института геоэкологии Российской академии наук
РАН	- академии наук
СПОТ	- система пассивного отвода тепла
СУА-А	- суммарная удельная альфа-радиоактивность
СУА-Б	- суммарная удельная бета-радиоактивность

СУЗ	- система управления и защиты (реактора)
ТВС	- тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	- тепловыделяющий элемент
ТЗПА	- тяжелая запроектная авария
ТЛД	- термолюминесцентный дозиметр
ТРН	- техногенные радионуклиды.
ТРО	- твердые радиоактивные отходы
УАНИ по ОСПОРБ 99/2010	- удельная активность техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование твердых материалов
Удельная активность	- активность радионуклида в веществе, приходящаяся на единицу массы вещества
УПРЗА	- Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы
ХВО	- химводоочистка
ХПК	- химическое потребление кислорода
ХТС	- хранилище свежего топлива
ЦГСЭН	- центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора
ЦСАК	- центр специализированного аналитического контроля в области охраны окружающей среды при Госкомэкологии РУз

1 Введение

Резюме нетехнического характера подготовлено на основе материалов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) подготовленных для целей получения разрешения на размещение АЭС в Республике Узбекистан.

Резюме подготовлено с целью предоставления информации о результатах проведенной оценки воздействия на окружающую среду и здоровье населения в краткой и доступной форме для широкой аудитории.

Резюме содержит информацию о значимых аспектах проведенной оценки, за более подробной информацией следует обращаться к полным материалам ОВОС.

Объект намечаемой деятельности – АЭС в Республике Узбекистан включающая 2 энергоблока с реакторами типа ВВЭР-1000 и 2 энергоблока с реакторами РИТМ-200Н, общее количество энергоблоков АЭС – четыре. Энергоблоки полностью соответствуют современным требованиям МАГАТЭ в области безопасности, включая существенно повышенную надежность современных технологий.

Запуск энергоблоков намечен на 2029–2035 годы.

Основанием для проведения Оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) эксплуатации АЭС в Республике Узбекистан являлись:

- 1) Протокольное поручение Президента Республики Узбекистан от 10.07.2018 г.;
- 2) Указ Президента Республики Узбекистан №УП 5484 от 19.07.2018 г «О мерах по развитию атомной энергетики в Республике Узбекистан»;
- 3) ПП Республики Узбекистан за №ПП-4048 от 4 декабря 2018 г. «О мерах по ускорению строительства на территории Республики Узбекистан атомной электростанции»;
- 4) Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях от 29 декабря 2017 года;
- 5) Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в строительстве на территории Республики Узбекистан атомной электростанции от 07 сентября 2018 года.
- 6) ЗРУ -1036 «Об экологической экспертизе, оценке воздействия на окружающую среду и стратегической экологической оценке» от 24.02.2025 г.
- 7) ПКМ-541 «О дальнейшем совершенствовании механизма оценки воздействия на окружающую среду» от 07.09.2020 г.
- 8) Техническое задание на подготовку материалов по оценке воздействия на окружающую среду для целей получения разрешения на размещение АЭС в Республике Узбекистан;
- 9) Требования законодательства Республики Узбекистан в части охраны окружающей среды.

При проведении оценки воздействия на окружающую среду необходимо исходить из следующих принципов:

- Принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности (принцип потенциальной экологической опасности любой деятельности);
- Принцип обязательности проведения государственной экологической экспертизы. Проведение оценки воздействия на окружающую среду обязательно на всех этапах подготовки документации, обосновывающей хозяйственную и иную деятельность до ее представления на государственную экологическую экспертизу. Материалы по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности, являющейся объектом экологической экспертизы, входят в состав документации, представляемой на экспертизу.

- Принцип недопущения (предупреждения) возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий в случае реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

- Принцип альтернативности вариантов. При проведении оценки воздействия на окружающую среду заказчик (исполнитель) обязан рассмотреть альтернативные варианты достижения цели намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

- Принцип учета экологических последствий. Заказчик (исполнитель) выявляет, анализирует и учитывает экологические и иные связанные с ними последствия всех рассмотренных альтернативных вариантов достижения цели намечаемой хозяйственной и иной деятельности, а также "нулевого варианта" (отказ от деятельности).

- Принцип гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения при проведении экологической экспертизы и ОВОС. Обеспечение участия общественности в подготовке и обсуждении материалов по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности, являющейся объектом экологической экспертизы как неотъемлемой части процесса проведения оценки воздействия на окружающую среду. Обеспечение участия общественности, в том числе информирование общественности о намечаемой хозяйственной и иной деятельности, и ее привлечение к процессу проведения оценки воздействия на окружающую среду, осуществляется заказчиком совместно с органами местного самоуправления на всех этапах этого процесса, начиная с подготовки технического задания на проведение оценки воздействия на окружающую среду.

При разработке ОВОС исходили из того, что экологически безопасной считается та АЭС, при эксплуатации которой не происходит ухудшение качества среды обитания человека, определенного санитарно-гигиеническими нормативами, а показатели состояния природных экосистем не выходят за пределы допустимых изменений, определенных природоохранным законодательством Республики Узбекистан.

Материалы ОВОС разрабатывались на основании результатов:

- инженерно-геодезических изысканий;
- инженерно-геофизических изысканий;
- инженерно-гидрологических изысканий;
- инженерно-экологических изысканий;
- инженерных изысканий по поиску и разведке подземных вод для целей водоснабжения и разведке строительных материалов;
- результатов комплексных режимных наблюдений за компонентами природной среды на площадке строительства АЭС за 2021-2024 годы.

Полные материалы ОВОС содержат следующие разделы:

- 1 Общие положения
- 2 Обоснование выбора пункта и площадки строительства АЭС
- 3 Ожидаемое воздействие в период строительства
- 4 Намечаемая деятельность - общее описание АЭС
- 5 Экологическое состояние окружающей среды
- 6 Прогноз воздействия АЭС на окружающую среду
- 7 Выводы, предложения и рекомендации
- 8 Организационно-технические мероприятия по охране окружающей среды
- 9 Обоснование системы производственного экологического мониторинга
- 10 Консультации общественности
- 11 Трансграничное воздействие

12 Водный перенос химических загрязняющих веществ.

2 Законодательные и административные требования

2.1 Нормативно-правовые требования, применимые к проекту строительства АЭС в Узбекистане

Оценка воздействия на окружающую природную среду (ОВОС) выполняется в соответствии со следующими требованиями и рекомендациями:

- нормы, правила и стандарты, принятые в соответствии с законодательством РУз;
- международные правовые акты, ратифицированные РУз;
- документы РФ в области ядерной и радиационной безопасности;
- нормы безопасности МАГАТЭ.

Оценка воздействия на окружающую среду в Республике Узбекистан регламентируется

В соответствии с ПКМ-541 «О дальнейшем совершенствовании механизма оценки воздействия на окружающую среду» от 07.09.2020 г. — предпроектная и проектная документация, действующие предприятия и другие объекты, подлежащие расширению, реконструкции, техническому перевооружению, или изменения технологического процесса, оказывающие негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье граждан, объекты со специальным правовым режимом для видов деятельности, относящиеся к I и II категориям воздействия на окружающую среду (высокий и средний риск).

В соответствии с Законом Республики Узбекистан «Об использовании атомной энергии в мирных целях», основными принципами использования атомной энергии являются:

- приоритет защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, а также охраны окружающей среды;
- обеспечение безопасности;
- доступность информации;
- запрет на производство ядерного оружия и других ядерных взрывных устройств.

Согласно Закону Республики Узбекистан «О радиационной безопасности», основными принципами обеспечения радиационной безопасности являются:

- принцип нормирования - непревышение допустимых индивидуальных доз облучения граждан, безопасных для их здоровья, от всех источников ионизирующего излучения;
- принцип обоснования - запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества доза превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением;
- принцип минимизации - поддержание в пределах безопасных для здоровья граждан индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения на возможно более низком уровне.

Основными критериями и принципами обеспечения безопасности АЭС определены в НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций». Согласно этому документу, АЭС удовлетворяет требованиям безопасности, если соблюдаются следующие условия:

- радиационное воздействие АЭС на персонал, население и окружающую среду при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации до проектных аварий включительно, не приводит к превышению установленных доз облучения персонала и населения, нормативов по выбросам и сбросам;
- радиационное воздействие АЭС на персонал, население и окружающую среду ограничивается при запроектных авариях;
- ограничивается вероятность возникновения на АЭС аварий.

2.2 Международные требования, применимые к проекту

Согласно статье 17, главы 4 Конституции РУз, общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Республики Узбекистан являются составной частью ее правовой системы.

Международные конвенции, соглашения и договоры, подписанные и ратифицированные Республикой Узбекистан, которые применимы к рассматриваемому проекту:

- Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция);
- ЗРУ-1045 «О присоединении Республики Узбекистан к Конвенции о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхус, 25 июня 1998 года)».
- ЗРУ-1086 от 26.09.2025г, ратифицирующий присоединение Узбекистана к Венской конвенции о гражданской ответственности за ядерный ущерб.
- Декларация Рио по окружающей среде и устойчивому развитию;
- Базельская конвенция о контроле за трансграничным передвижением опасных отходов и их удалением;
- Рамочная конвенция организации объединенных наций об изменении климата;
- Парижское соглашение, согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата;
- Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер;
- Конвенция о физической защите ядерного материала и ядерных установок;
- Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии;
- Конвенция о помощи в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации;
- Конвенция о ядерной безопасности;
- Объединенная конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.;
- Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местообитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция);
- Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция);
- Конвенция о биологическом разнообразии;
- Соглашение по охране Афро-Евразийских мигрирующих водно-болотных птиц;
- Конвенции об охране всемирного культурного и природного наследия;
- Конвенция МОТ № 29 «О принудительном или обязательном труде»;
- Конвенция МОТ № 135 «О защите прав представителей трудящихся на предприятии и предоставляемых им возможностях»;
- Конвенция МОТ № 138 «О минимальном возрасте для приема на работу»;
- Конвенция МОТ № 154 «О содействии коллективным переговорам».

2.3 Применяемые требования МАГАТЭ

Международное Агентство по атомной энергии уполномочено устанавливать нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и обеспечивать применение этих норм в мирной деятельности в ядерной области.

Связанные с регулирующей деятельностью публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы и меры безопасности, выпускаются в Серии норм безопасности МАГАТЭ. Эта серия охватывает ядерную безопасность, радиационную безопасность, безопасность транспортировки и безопасность отходов, и также общие принципы безопасности (т. е. имеет отношение к двум или более этих четырех областей), и категории публикаций в ней включают - Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности.

Основы безопасности (синий шрифт) содержат основные цели, концепции и принципы обеспечения безопасности и защиты в освоении и применении ядерной энергии для мирных целей. Данная серия имеет шифр SF (Safety Fundamental - основы безопасности).

Требования безопасности (красный шрифт) устанавливают требования, которые необходимо выполнять для обеспечения безопасности. Данная серия имеет в шифре букву R (requirements – требования). Эти требования, для выражения которых применяется формулировка «должен, должна, должно, должны», определяются целями и принципами, изложенными в Основах безопасности.

Руководства по безопасности (зеленый шрифт) рекомендуют меры, условия или процедуры выполнения требований безопасности. Данная серия имеет в шифре букву G (Guide – руководство). Для рекомендаций в Руководствах по безопасности применяется формулировка «следует», которая означает, что для выполнения требований необходимо принимать рекомендуемые или эквивалентные альтернативные меры.

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь.

Информацию о программе норм безопасности МАГАТЭ (включая информацию об изданиях на других языках, помимо английского) можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете: <http://www-ns.iaea.org/committees>; wwwns.iaea.org/standards; www-pub.iaea.org; <https://www.iaea.org> или по запросу, который следует направлять в Секцию координации деятельности по обеспечению безопасности МАГАТЭ по адресу: IAEA, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

Доклады по вопросам обеспечения безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в частности в Серии докладов МАГАТЭ по безопасности, в качестве информационных публикаций. Доклады по безопасности могут содержать описание образцовой практики, а также практических примеров и детальных методов, которые могут использоваться для выполнения требований безопасности. Они не устанавливают требования или не содержат рекомендации.

Другие серии изданий МАГАТЭ, которые включают публикации по вопросам безопасности - это Серия технических докладов, Серия докладов по радиологическим оценкам, Серия ИНСАГ, Серия TECDOC, Серия временных норм безопасности, Серия учебных курсов, Серия услуг МАГАТЭ и Серия компьютерных руководств, а также Практические руководства по радиационной безопасности и Практические технические руководства по излучениям. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиационным авариям и другие специальные публикации.

3 Общие сведения об АЭС в Республике Узбекистан

3.1 Технологическая схема, тип реактора

В рамках проекта АЭС в Республике Узбекистан предусматривается разработка двух энергетических блоков, включающих реакторную установку с реактором типа ВВЭР-1000 и турбоустановку, которая служит приводом генератора, а также двух энергоблоков малой мощности с реакторными установками РИТМ-200Н.

Технологическая схема каждого энергоблока ВВЭС-1000 – двухконтурная. В состав каждого блока входит четырехпетлевая реакторная установка и конденсационная турбина.

Блок АСММ в Республике Узбекистан включает реакторную установку РИТМ-200Н, предназначенную для выработки свежего пара для турбогенераторной установки, где тепловая энергия пара преобразуется в механическую. Проектом предусмотрен интегральный реактор с активной зоной кассетного типа, содержащей 199 ТВС. Тип реактора – водо-водяной под давлением. Тепловая схема – двухконтурная.

Реакторная установка РИТМ-200Н

Система теплоносителя первого контура включает в себя:

- интегральный реактор (главный циркуляционный контур);
- систему компенсации давления;
- систему очистки и расхолаживания.

Главный циркуляционный контур осуществляет отвод тепла от активной зоны реактора путем циркуляции воды в замкнутом контуре – корпусе интегрального реактора, а также осуществляет передачу тепла второму контуру.

Циркуляция теплоносителя первого контура осуществляется четырьмя главными циркуляционными насосами. Передача тепла от первого контура ко второму контуру осуществляется в четырех парогенераторах, каждый из которых состоит из трех кассет (всего двенадцать) с отдельными коллекторами питательной воды и общим паровым коллектором.

Протечки теплоносителя первого контура во второй контур исключаются герметичным исполнением кассет парогенератора, что формирует барьер на пути распространения радиоактивных материалов от активной зоны реактора во второй контур.

Система компенсации давления является системой нормальной эксплуатации, важной для безопасности, и предназначена для создания и поддержания давления первого контура в заданных пределах во всех режимах работы реакторной установки.

В проекте реакторной установки принята вынесенная газовая система компенсации давления. Система компенсации давления разделена на две независимые параллельные группы.

В состав каждой группы входят:

- компенсатор давления;
- два гидроаккумулятора.

По воде компенсаторы давления подключены к реактору и к водяному объёму гидроаккумуляторов, а по газу – к газовому объёму гидроаккумуляторов.

Трубопроводы между реактором и компенсаторами давления не имеют отсечной арматуры, а на трубопроводах между гидроаккумуляторами и компенсатором давления установлена двойная дистанционно управляемая отсечная арматура. Гидроаккумуляторы, используемые в одной группе, сообщены между собой по воде и газу трубопроводами без отсечной арматуры.

Для ограничения истечения теплоносителя первого контура при разгерметизации трубопровода или оборудования системы в патрубках реактора предусмотрены сужающие устройства.

Система очистки и расхолаживания является системой нормальной эксплуатации, а также выполняет функции защитной системы безопасности и предназначена для:

- поддержания показателей качества воды первого контура в заданных пределах;
- снятия остаточных тепловыделений с активной зоны, передачи их воде промежуточного контура и далее технической воде в нормальных и аварийных режимах.

В состав системы входят:

- теплообменник СОиР, включающий в себя рекуператор и два холодильника;
- два циркуляционных насоса расхолаживания;
- фильтр первого контура;
- эжектор.

Патрубки забора теплоносителя на очистку и возврата с очистки подключены к напорной камере парогенераторов. В патрубках реактора установлены сужающие устройства.

Система предусматривает следующие режимы работы:

- режим очистки;
- режим расхолаживания.

В режиме очистки теплоноситель первого контура поступает в теплообменник во внутреннюю полость рекуператора, затем в холодильник, где отдает тепло воде промежуточного контура, и с температурой не более 60 °С поступает в насос расхолаживания, а далее на фильтр первого контура. Очищенный теплоноситель после фильтра поступает в рекуператор, где подогревается и далее возвращается в реактор.

В режиме расхолаживания фильтр и трубопровод возврата воды через рекуператор байпасируются трубопроводом расхолаживания с повышением расхода. При этом охлажденный в теплообменнике теплоноситель, минуя фильтр и рекуператор, возвращается в реактор.

Каждая секция холодильника теплообменника СОиР охлаждается своим каналом промежуточного контура охлаждения оборудования систем безопасности. Каждый циркуляционный насос расхолаживания получает электропитание от своего канала системы аварийного электроснабжения.

Мощности одной секции теплообменника достаточно для обеспечения режимов планового и аварийного расхолаживания.

Эжектор предназначен для удаления газа из полостей под верхней крышкой циркуляционных насосов расхолаживания и теплообменника СОиР.

В состав связанных с первым контуром входят следующие системы нормальной эксплуатации: система трубопроводов основной питательной воды, система паропроводов свежего пара, система газа высокого давления, система воздухоудаления из первого контура, система дренажей оборудования реактора, система пробоотбора теплоносителя первого контура.

В состав связанных с первым контуром систем, обеспечивающих безопасность реакторной установки при аварийных ситуациях, входят следующие системы:

- промежуточные контура охлаждения оборудования систем безопасности;
- система аварийной подпитки;
- система ввода жидкого поглотителя.

Технологическая схема первого контура включает в себя следующие элементы:

- реактор (10JAA01BV001), включая четыре парогенератора (10JEA10AC001, 10JEA20AC001, 10JEA30AC001, 10JEA40AC001); четыре главных циркуляционных насоса (10JEB10AP001, 10JEB20AP001, 10JEB30AP001, 10JEB40AP001), комплект приводов СУЗ;
- система компенсации давления, включая компенсаторы давления, гидроаккумуляторы;
- система очистки и расхолаживания, включая циркуляционные насосы расхолаживания, теплообменник расхолаживания, фильтр ионообменный.

Граница давления теплоносителя первого контура определяется:

- интегральный реактор;

- оборудованием и трубопроводами системы компенсации давления;
- оборудованием и трубопроводами системы очистки и расхолаживания;
- трубопроводами систем, подключенных к оборудованию и трубопроводам системы первого контура, до второй нормально закрытой во время эксплуатации арматуры, считая от места врезки;
- импульсными трубками для измерения давления и уровня теплоносителя до соответствующих датчиков.

Интегральный реактор реакторной установки РИТМ-200Н предназначен для производства пара требуемых параметров за счет тепла ядерной реакции.

Интегральный реактор представляет собой вертикальный сосуд высокого давления (корпус реактора с крышкой) с четырьмя гидрокамерами для размещения главных циркуляционных насосов. Внутри корпуса размещаются внутрикорпусные устройства (внутрикорпусная шахта, блок труб и устройств), активная зона, кассеты парогенераторов. На крышке реактора размещаются приводы АЗ и КГ.

Корпус реактора изготовлен из высокопрочной теплостойкой легированной стали.

Внутренняя поверхность корпуса плакирована антикоррозионной наплавкой.

Корпус реактора уплотняется крышкой при помощи клиновой прокладки, нажимного фланца и шпилек с гайками.

В состав реактора входят следующие основные составные части:

- корпус интегрального реактора, состоящий из корпуса реактора и четырех гидрокамер, и двенадцати кассет парогенератора;
- крышка;
- блок труб и устройств;
- шахта внутрикорпусная;
- активная зона, состоящая из ста девяноста девяти ТВС;
- четыре главных циркуляционных насоса;
- четыре коробки клапанные;
- двенадцать приводов КГ;
- шесть приводов АЗ;
- комплект образцов-свидетелей;
- комплект средств измерений.

На рисунке 3.1.1 представлен интегральный реактор и основные элементы его конструкции.

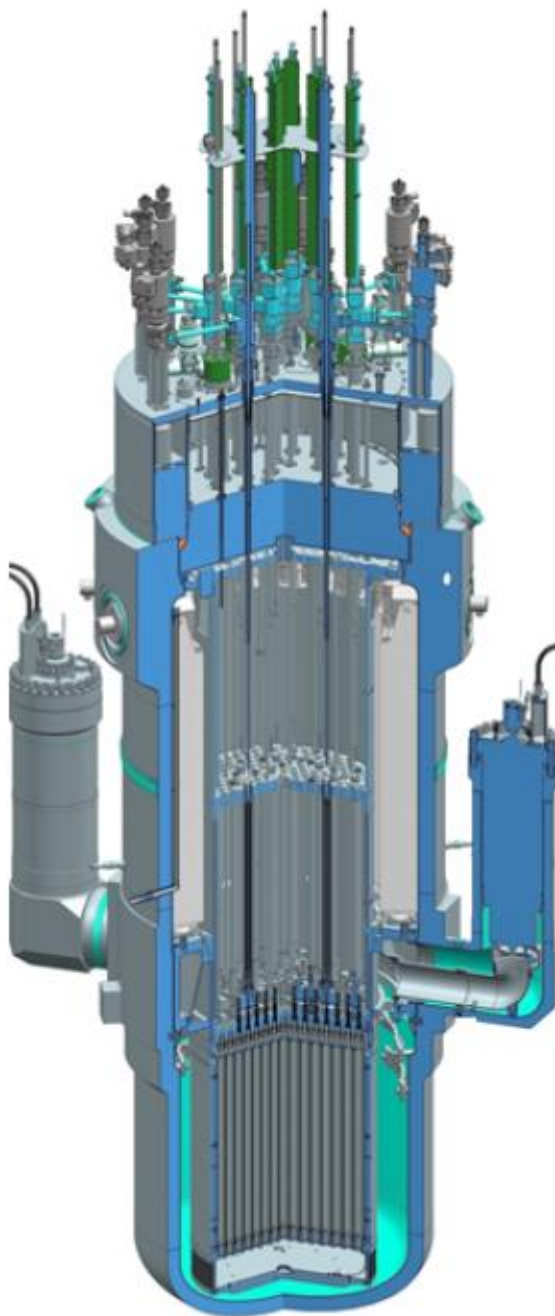


Рисунок 3.1.1 - Интегральный реактор

Внутренний объём герметичного ограждения разделен герметичным настилом на два помещения: аппаратное и реакторное. Герметичный настил выполняет функцию биологической защиты. Основной объём занимает аппаратное помещение, ниже которого под блоками биологической защиты находится реакторное помещение. В герметичном настиле предусмотрены съемные блоки, обеспечивающие возможность проведения ремонтов или замены оборудования.

Реактор и оборудование и системы компенсации (компенсаторы давления и гидроаккумуляторы) и системы очистки и расхолаживания (теплообменник и ионообменный фильтр) устанавливается в кессоны бака металловодной защиты.

Кассета парогенератора предназначена для производства перегретого пара при работе в составе интегрального реактора РИТМ-200Н и отвода остаточных тепловыделений от активной зоны во время расхолаживания первого контура.

Кассета в сборе представляет собой прямоточный, вертикальный теплообменник поверхностного типа, в котором генерируется пар требуемых параметров за счет тепла, получаемого от теплоносителя первого контура.

Главный циркуляционный насос предназначен для создания циркуляции теплоносителя в первом контуре и отвода тепла из активной зоны реактора.

Компенсатор давления предназначен для приема (возврата) воды первого контура при температурных изменениях ее объема, создания и поддержания в первом контуре давления во время работы реакторной установки.

Турбина устанавливается в моноблоке с водо-водяным реактором РИТМ-200Н. Турбина предназначена для работы на перегретом паре.

Конструкция турбины обеспечивает свободу теплового расширения и соосности её частей при всех режимах эксплуатации системой направляющих из продольных, вертикальных и поперечных шпонок.

Проектными режимами эксплуатации турбины являются режимы нормальной эксплуатации от пуска во всем диапазоне нагрузок и до остановки АСММ.

Турбина обеспечивает отбор на подогрев деаэратора, отборы пара для регенеративных подогревателей, отбор на подогрев сетевой воды в системе теплоснабжения.

Электрические системы АСММ состоят из:

- системы выработки электроэнергии и ее выдачи в энергосистему;
- системы электроснабжения собственных нужд.

В состав системы выработки и выдачи электроэнергии входят:

- генератор мощностью 55 МВт, напряжением 10 кВ;
- генераторный выключатель 10 кВ;
- токопроводы 10 кВ;
- блочный повышающий трансформатор;
- распределительное устройство высокого напряжения.

Выдача мощности блока осуществляется на высоком напряжении.

Системы электроснабжения собственных нужд АСММ содержат источники рабочего, резервного и аварийного электроснабжения и распределительные устройства переменного и постоянного тока.

Источники питания подразделяются на внешние и внутренние.

Внешним источником электроснабжения является сеть энергосистемы с входящими в неё электростанциями.

Внутренними источниками электроснабжения являются турбогенератор, дизель-генераторы и аккумуляторные батареи.

Реактор ВВЭР-1000

Водо-водяной энергетический реактор ВВЭР-1000 является реактором корпусного типа, гетерогенный, на тепловых нейтронах. Теплоносителем и замедлителем в активной зоне реактора используется вода под давлением, содержащая борную кислоту.

В качестве ядерного топлива используется слабообогащенная двуокись урана.

Корпус реактора - цилиндрический сосуд высокого давления, изготовленный из высокопрочной теплостойкой легированной стали. Внутренняя поверхность корпуса плакирована антикоррозионной наплавкой.

Технологическая схема каждого энергоблока с РУ ВВЭР-1000 – двухконтурная. В состав каждого блока входит четырехпетлевая реакторная установка.

Первый контур содержит радиоактивный теплоноситель и состоит из главного циркуляционного контура (ГЦК) и системы компенсации давления. В состав главного циркуляционного контура входят реактор и четыре циркуляционные петли, каждая из которых состоит из парогенератора (ПГ), главного циркуляционного насосного агрегата (ГЦНА) и главных циркуляционных трубопроводов (ГЦТ), соединяющих оборудование

петли с реактором. Каждая из петель имеет горячую и холодную нитки. Главный циркуляционный контур осуществляет отвод тепла от активной зоны реактора путем циркуляции воды в замкнутом контуре, и также осуществляет передачу тепла второму контуру. Парогенератор обеспечивает связь между системой теплоносителя реактора (первый контур) и вторым контуром. Разделение сред первого и второго контуров осуществляется коллекторами и теплообменными трубками парогенератора, что делает главный циркуляционный контур замкнутым и формирует барьер на пути распространения радиоактивных материалов от активной зоны реактора во второй контур и под герметичную оболочку.

Функции создания давления в главном циркуляционном контуре, поддержание его в стационарных режимах и ограничения отклонения в переходных и аварийных режимах выполняет система компенсации давления. Система компенсации давления включает в себя:

- компенсатор давления;
- три импульсно-предохранительных устройства;
- барботер;
- трубопровод сброса;
- трубопровод, соединяющий горячую нитку третьей петли с нижней частью (водяным объемом) компенсатора давления;
- трубопроводы с арматурой, соединяющие холодную нитку четвертой петли с паровым объемом компенсатора давления.

Второй контур - нерадиоактивный, состоит из паропроизводительной части парогенераторов, главных паропроводов, одной турбины, вспомогательного оборудования и связанных систем: деаэрации, подогрева и подачи питательной воды в парогенераторы.

Турбина снабжена конденсационной установкой, регенеративной установкой для подогрева питательной воды, сепараторами - пароперегревателями, имеет нерегулируемые отборы пара на собственные нужды станции. Турбина смонтирована с генератором на общем виброизолированном фундаменте.

Теплоноситель принудительно с помощью главных циркуляционных насосных агрегатов подается в реактор через четыре входных патрубка DN 850. опускается по кольцевому зазору между корпусом реактора и шахтой внутрикорпусной и снизу через перфорированное эллиптическое днище шахты внутрикорпусной и отверстия в опорных трубах поступает в ТВС.

За счет тепла, выделяемого в результате реакции деления ядерного топлива, теплоноситель нагревается в активной зоне до рабочей температуры и выходит через перфорированную нижнюю плиту БЗТ в межтрубное пространство БЗТ. Далее, через перфорацию в обечайках БЗТ и шахты внутрикорпусной теплоноситель выходит из реактора через четыре выходных патрубка DN 850.

Выйдя из реактора, теплоноситель первого контура поступает по ГЦТ в «горячий» коллектор ПГ, откуда раздается по змеевикам. Проходя внутри змеевиков, теплоноситель отдает свое тепло воде парогенератора и, охлаждаясь, выходит в «холодный» коллектор. В межтрубном объеме парогенератора вода нагревается теплоносителем до температуры насыщения.

Пар, проходя через отверстия в погруженном дырчатом листе, выходя с зеркала испарения, осушается в паровом объеме за счет гравитационных сил, поступает на пароприемный дырчатый лист и затем через патрубок отвода пара входит в стационарный трубопровод пара. На дырчатых листах происходит выравнивание скоростей пара.

Осушенный пар выходит из трубопровода пара по паропроводам и подается на турбину.

Реакторная установка размещается в двойной защитной оболочке (ЗО). Внутренняя ЗО рассчитана на усилия и условия, возникающие при проектных и учитываемых

запроектных авариях. Внешняя ЗО рассчитана на восприятие природных и техногенных нагрузок.

Для хранения, загрузки, выгрузки, транспортирования и контроля ядерного топлива в проекте предусмотрена система перегрузки и хранения ядерного топлива, основным элементом которой является бассейн выдержки (БВ).

Перегрузка ядерного топлива производится под защитным слоем воды с использованием перегрузочной машины. Выгрузка отработавшего ядерного топлива из реактора под слоем воды обеспечивает биологическую защиту обслуживающего персонала, а также отвод остаточных тепловыделений от отработавших тепловыделяющих сборок.

Отработавшее топливо выгружается из реактора и переносится на хранение в бассейн выдержки, расположенный под защитной оболочкой рядом с шахтой реактора.

Бассейн выдержки оснащен стеллажами с шагом размещения ТВС 300 мм по треугольной решетке. Шаг размещения отработавших ТВС в стеллажах БВ обеспечивает эффективный коэффициент размножения нейтронов не более 0.95 при хранении в воде без бора.

Емкость БВ обеспечивает хранение отработавшего топлива в стеллажах, накопленного за десять лет производства электроэнергии, с учетом аварийной выгрузки активной зоны, включая размещение дефектных ТВС в гермопелалах.

В активной зоне реактора создаются условия, при которых протекает ядерная реакция на тепловых нейтронах с выработкой тепловой энергии. Теплоноситель первого контура, проходя через активную зону реактора, нагревается и по главному циркуляционному трубопроводу четырёх параллельных циркуляционных петель поступает в трубчатку парогенератора (ПГ), где он отдает свою энергию паропроизводительной части парогенератора, производя пар второго контура. От ПГ теплоноситель по главному циркуляционному трубопроводу возвращается в реактор для повторного нагрева. Циркуляция в петлях осуществляется четырьмя главными циркуляционными насосными агрегатами (ГЦНА). Колебания давления в первом контуре воспринимаются компенсатором давления, а наиболее глубокие возмущения приводят к сбросу пара через импульсно-предохранительные устройства в барботажный бак, который охлаждается промежуточным контуром.

Охлаждающая вода на ответственные потребители реакторного здания и здания резервной дизельной электростанции системы аварийного электроснабжения подается по трубопроводам, проложенным в железобетонных туннелях насосами насосных станций ответственных потребителей из вентиляторной испарительной градирни. После ответственных потребителей нагретая вода направляется под остаточным напором на вентиляторную испарительную градирню – конечный поглотитель тепла.

Очистка организованных протечек и продувочной воды первого контура от химических примесей продуктов коррозии конструкционных материалов и радионуклидов производится на ионообменных фильтрах системы низкотемпературной очистки теплоносителя КВЕ50-60. Система КВЕ50-60 обеспечивает очистку охлажденного теплоносителя от химических примесей продуктов коррозии конструкционных материалов и радионуклидов, находящихся в дисперсной и ионной форме, с помощью ионообменных фильтров с целью обеспечения качества теплоносителя в пределах нормируемых показателей в течение всей кампании в соответствии с Нормами водно-химического режима первого контура. Система также обеспечивает удаление избыточной щелочности из теплоносителя первого контура, а также вывод остатков борной кислоты из теплоносителя в конце кампании. Производительность системы от 20 до 60 м³/ч. Система расположена во вспомогательном реакторном здании, вне герметичной оболочки.

Свежий пар из четырех парогенераторов, по четырем паропроводам поступает в коллектор свежего пара здания турбины. От коллектора свежего пара по четырем паропроводам пар поступает на стопорные и регулирующие клапана (СРК) высокого

давления, откуда пар подается в цилиндр высокого давления турбоустановки. Также свежий пар от коллектора свежего пара здания турбины подается на сепаратор промперегреватель (СПП) для передачи тепловой энергии отработанному пару после цилиндра высокого давления. После подогрева на СПП пар поступает на СРК низкого давления, откуда подается на четыре цилиндра низкого давления турбоустановки. В ходе данного тракта в турбоустановке происходит переход тепловой энергии пара в механическую энергию (вращения ротора). Генератор, ротор которого находится на одном валу с ротором турбины, преобразует механическую энергию вращения ротора в электрическую.

Выдача мощности энергоблоков предусматривается на напряжении 500 кВ путем их присоединения к энергосистеме через высоковольтное распределительное устройство.

3.2 Система обеспечения безопасности АЭС

Защитные системы безопасности – это системы (элементы), предназначенные для предотвращения или ограничения повреждения ядерного топлива, оболочек тепловыделяющих элементов, оборудования и трубопроводов, содержащих радиоактивные продукты. Защитные системы обеспечивают надежный останов реактора и поддержание его в подкритическом состоянии в любых режимах нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации, включая проектные аварии.

Высокая степень безопасности АЭС обеспечена множеством факторов. Основные из них – это принцип самозащищенности реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности. Необходимо отметить также применение активных (то есть требующих вмешательства человека и наличия источника энергоснабжения) и пассивных (не требующих вмешательства оператора и источника энергии) систем безопасности.

Одним из требований к станциям является культура безопасности на всех этапах жизненного цикла: от выбора площадки (обязательно только в тех местах, где отсутствуют запрещающие факторы) до вывода из эксплуатации.

Безопасность АЭС достигается за счет качественного проектирования, конструирования и изготовления оборудования, размещения, сооружения и эксплуатации АЭС посредством соблюдения требований законов, норм и правил в области использования атомной энергии, формирования и поддержания культуры безопасности, учета опыта эксплуатации и современного уровня развития науки, техники и производства.

Допустимые пределы доз облучения персонала АЭС и допустимые пределы доз облучения населения для нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации, включая аварии, значения предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты устанавливаются в соответствии с законодательством Республики Узбекистан.

Уровни облучения в результате выброса и сброса радиоактивных веществ с АЭС должны быть ниже установленных пределов и на разумно достижимом низком уровне.

Безопасность АЭС обеспечивается за счет последовательной реализации глубокоэшелонированной защиты, основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду, и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности, а также по защите персонала, населения и окружающей среды.

Система физических барьеров блока АЭС включает: границу контура теплоносителя реактора, герметичное ограждение реакторной установки и биологическую защиту, а также, как правило, топливную матрицу и оболочку тепловыделяющего элемента.

Система технических и организационных мер образует пять уровней глубокоэшелонированной защиты и включает следующие уровни.

Уровень 1. Условия размещения АЭС и предотвращение нарушений нормальной эксплуатации:

- оценка и выбор площадки, пригодной для размещения АЭС;
- установление санитарно-защитной зоны, зоны наблюдения вокруг АЭС, а также зоны планирования защитных мероприятий;
- разработка проектной документации АЭС на основе консервативного подхода с развитым свойством внутренней самозащищенности реакторной установки и мерами, направленными на исключение порогового эффекта;
- обеспечение требуемого качества систем (элементов) АЭС и выполняемых работ;
- эксплуатация АЭС в соответствии с технологическими регламентами и производственными инструкциями, разрабатываемыми с соблюдением требований нормативных правовых актов и иных нормативных документов;
- поддержание в исправном состоянии важных для безопасности систем и элементов путем своевременного определения дефектов, принятия профилактических мер, замены выработавшего ресурс оборудования, организации эффективно действующей системы технического обслуживания и ремонта, документирования результатов работ и контроля;
- подбор и обеспечение необходимого уровня квалификации персонала АЭС для действий при нормальной эксплуатации и нарушениях нормальной эксплуатации, включая предаварийные ситуации и аварии, формирование культуры безопасности.

Уровень 2. Предотвращение проектных аварий системами нормальной эксплуатации:

- своевременное выявление отклонений от нормальной эксплуатации и их устранение;
- управление при эксплуатации с отклонениями.

Уровень 3. Предотвращение запроектных аварий системами безопасности:

- предотвращение перерастания исходных событий в проектные аварии, а проектных аварий в запроектные аварии с применением систем безопасности;
- ослабление последствий аварий, которые не удалось предотвратить, путем локализации выделяющихся радиоактивных веществ.

Уровень 4. Управление запроектными авариями:

- возвращение АЭС в контролируемое состояние, при котором прекращается цепная реакция деления, обеспечиваются постоянное охлаждение топлива и удержание радиоактивных веществ в установленных границах;
- предотвращение развития запроектных аварий и ослабление их последствий, в том числе с применением специальных технических средств для управления запроектными авариями, а также любых систем (элементов), включая системы (элементы) нормальной эксплуатации и системы (элементы) безопасности, способных выполнять требуемые функции в сложившихся условиях;

- защита герметичного ограждения реакторной установки от разрушения при запроектных авариях и поддержание его работоспособности.

Уровень 5. Противоаварийное планирование: подготовка и осуществление планов мероприятий по защите персонала и населения на площадке АЭС и за ее пределами.

Глубокоэшелонированная защита должна осуществляться на всех этапах деятельности, связанных с обеспечением безопасности АЭС, в той части, которая затрагивается этим видом деятельности. Приоритетной является стратегия предотвращения неблагоприятных событий, при этом особое внимание должно уделяться уровням 1 и 2.

Должны быть предприняты все разумно достижимые меры, обеспечивающие независимость уровней глубокоэшелонированной защиты друг от друга. Предпринятые меры должны быть обоснованы.

При нормальной эксплуатации все физические барьеры должны быть работоспособными, а меры по их защите должны находиться в состоянии готовности. При выявлении неработоспособности любого из предусмотренных проектом физических барьеров или неготовности мер по его защите реакторная установка должна быть остановлена и приняты меры по приведению блока АЭС в безопасное состояние. В проекте АЭС должны быть предусмотрены меры, направленные на предотвращение повреждения одних барьеров вследствие повреждения других, а также нескольких физических барьеров вследствие одного воздействия.

В соответствии с «Нормами строительного проектирования АЭС с реакторами различного типа» ПиНАЭ-5.6, здания и сооружения атомных станций по условиям их ответственности за радиационную и ядерную безопасности и обеспечения функционирования, размещаемого в них оборудования и систем, подразделяют на три категории.

К 1 категории относят здания, сооружения и конструкции, разрушение или повреждение которых может привести путем сильного воздействия на важные для безопасности системы нормальной эксплуатации к выходу радиоактивных продуктов в количествах, приводящих к дозовым нагрузкам для персонала и для населения сверх установленных значений при максимальной проектной аварии, или к отказу в работе систем безопасности, обеспечивающих поддержание активной зоны в подкритическом состоянии, аварийный отвод тепла от реактора, локализацию радиоактивных продуктов.

Ко 2 категории относятся здания, сооружения, конструкции и их элементы (не вошедшие в первую категорию), нарушение работы которых в отдельности или в совокупности с другими: может привести к перерыву в выработке атомной станцией ее продукции и/или к дозовым нагрузкам сверх допустимых годовых, установленных для нормальной эксплуатации действующими нормативными документами.

К 3 категории относятся все остальные здания, сооружения, конструкции и их элементы, не вошедшие в категории 1 и 2.

Обеспечение безопасности эксплуатации реакторов

Безопасность АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н обеспечивается техническими решениями, принимаемыми на основе системного подхода, интегрирующего опыт и достижения в области обеспечения безопасности атомных станций и судовых ядерных энергетических установок, а также требованиями, диктуемыми приближением ядерного энергоисточника к потребителю и обеспечением устойчивости к террористическим действиям.

Технические решения по обеспечению безопасности, заложенные в проекте, соответствуют общемировым тенденциям, которым следуют все разработчики современных проектов реакторных установок, с учетом требований по безопасности, сформированным после аварии на атомной электростанции «Фукусима»:

- наличие свойств внутренней самозащищенности;
- использование принципа глубокоэшелонированной защиты;
- приоритет мер, направленным на предотвращение возникновения аварий;
- использование пассивных систем;
- повышение устойчивости к внешним воздействиям (включая терроризм).

Целевыми ориентирами безопасности АСММ являются:

- непревышение суммарной вероятности тяжелых аварий для каждого блока АС на интервале в один год, равной 10^{-5} ;
- непревышение суммарной вероятности большого аварийного выброса для каждого блока АС на интервале в один год, равной 10^{-7} ;
- непревышение суммарной вероятности тяжелых аварий для имеющихся на АС хранилищ ядерного топлива (не входящих в состав блоков АС) на интервале в один год, равной 10^{-5} .

Ядерная и радиационная безопасность АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н обеспечивается за счет:

последовательной реализации принципа глубокоэшелонированной защиты, основанного на применении системы физических барьеров на пути потенциального распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду и системы технических и организационных мер по защите физических барьеров (обеспечение их работоспособного состояния) и сохранению их эффективности, защиты персонала, населения и окружающей среды;

- проектных решений, направленных на выполнение целевых ориентиров по вероятностным показателям безопасности АСММ.

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации АСММ с реакторными установками РИТМ-200Н приняты следующие основные принципы обеспечения радиационной безопасности:

- непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (принцип нормирования);

- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

Безопасность АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н в процессе эксплуатации в значительной степени определяется самозащищенностью реакторной установки.

Самозащищенность реакторной установки выражается в способности предотвращать возникновение или ограничивать развитие и последствия исходных событий, которые могут привести к авариям, в том числе за счет использования естественных обратных связей и процессов, без участия персонала, потребления энергии и внешней помощи в течение определенного времени, которое может быть использовано персоналом для оценки ситуации и выполнения необходимых корректирующих действий.

Самозащищенность установки направлена на самоограничение мощности реактора, ограничение давления и температуры теплоносителя первого контура, скорости разогрева, масштабов разгерметизации первого контура и расхода истечения, масштабов повреждения топлива, сохранение целостности конструктивных элементов первого контура, включая корпус реактора.

Самозащищенность установки обеспечивается за счет:

- а) отрицательных коэффициентов реактивности по температуре топлива и теплоносителя, по удельному объему теплоносителя, а также отрицательных парового и интегрального мощностного коэффициентов реактивности, которые обеспечиваются нейтронно-физическими характеристиками активной зоны;

- б) принятого способа компенсации запаса реактивности активной зоны с помощью изменения положения в процессе кампании рабочих органов электромеханической системы воздействия на реактивность и применения гетерогенного поглотителя в СВП на базе бора и гадолиния без использования жидкого поглотителя в теплоносителе первого контура;

- в) выбором топливной композиции ТВЭЛов и основного конструктивного материала активной зоны, а также структуры топливной решетки (объемные доли воды, топливной композиции и конструкционных материалов в ячейках ТВС);

- г) пассивного расхолаживания - при естественной циркуляции теплоносителя в первом контуре и контурах пассивных каналов отвода тепла, что обеспечивается схемно-конструктивными решениями контуров передачи тепла от реактора к конечному поглотителю;

д) высокой теплопроводности топливной композиции ТВЭЛОВ, определяющей ее относительно низкую температуру, и, соответственно, запасенную энергию, что обеспечивается выбором ТВЭЛА на базе дисперсионного металлокерамического топлива;

е) высокой теплоаккумулирующей способности реакторной установки, которая обеспечивается высокой теплоемкостью теплоносителя и металлоконструкций системы первого контура, использованием во всех режимах работы «мягкой» системы компенсации давления со значительным объемом газовой подушки, а также заложенными в проекте запасами прочности до постулируемой разгерметизации системы первого контура в случае аварийного повышения давления;

ж) сброса в активную зону рабочих органов аварийной защиты, под действием силы сжатия разгоняющих пружин при обесточивании удерживающих электромагнитов в приводах АЗ;

з) ввода в активную зону рабочих органов компенсации реактивности под действием собственного веса ("самоходом") при обесточивании приводов КГ;

и) исключения осушения активной зоны при ошибочном дренировании теплоносителя за счет расположения трубопроводов первого контура выше активной зоны;

к) применения реактора интегрального типа, т.е. размещение основного циркуляционного тракта теплоносителя первого контура с активной зоной, парогенераторами и главными циркуляционными насосами в корпусе интегрального реактора, исключаяющее трубопроводы первого контура большого диаметра;

л) установки сужающих устройств в патрубки подключения систем первого контура к реактору, ограничивающих расход истечения теплоносителя первого контура при разгерметизации трубопроводов, а также выбора места расположения входных отверстий трубопроводов систем, обеспечивающего быстрый переход к паровому истечению теплоносителя первого контура при разгерметизации трубопроводов;

м) применения самосрабатывающих устройств – РЭД, обеспечивающих глушение реактора при повышении давления в первом контуре в случае отказа электрических управляющих систем;

н) применения конструктивных решений, исключаяющих выброс стойки с приводом КГ и, как следствие, выброс рабочего органа КГ из активной зоны при отрыве стойки;

о) ограничения перемещения внутрикорпусной шахты с активной зоной в направлении днища корпуса реактора при разрушении крепления внутрикорпусной шахты и, как следствие, ограничения извлечения рабочих органов КГ из активной зоны в данной аварии;

п) применения в конструкции ТВС индивидуальных шариковых замков, фиксирующих ТВС в реакторе при внешних динамических воздействиях при снятой крышке реактора.

Схема физического профилирования активной зоны топливом и выгорающим поглотителем согласована со схемой рабочих органов КГ, осуществляющих компенсацию реактивности при работе на мощности, что обеспечивает стабильность и минимальные неравномерности полей энерговыделения, а также минимизирует неравномерность распределения продуктов деления.

Кроме того, выбранная схема профилирования активной зоны выгорающим поглотителем, а также конструкция СВП и применяемые поглотители обеспечивают сбалансированное выгорание топлива и поглотителя так, что оперативный запас реактивности в любой момент кампании достаточен для обеспечения маневренных режимов с учетом эффектов переотравления ксеноном-135. При этом обеспечивается физически надежный ход изменения оперативного запаса реактивности по кампании с исключением, как преждевременного его исчерпания, так и недопустимого по условию ядерной безопасности повышения.

Безопасность АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н обеспечивается за счет последовательной реализации глубокоэшелонированной защиты, основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду, и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности, а также по защите персонала, населения и окружающей среды.

Система физических барьеров включает:

- топливную матрицу;
- оболочку ТВЭЛ;
- границу контура теплоносителя первого контура;
- герметичное ограждение и защитную оболочку;
- биологическую защиту.

Надежность удержания продуктов деления в топливной матрице и оболочках ТВЭЛ обеспечивается конструктивным исполнением ТВЭЛ, свойствами материала оболочки ТВЭЛ и топливной композиции, теплогидравлическими характеристиками активной зоны, обеспечивающими ее теплотехническую надежность, а также мягкими условиями работы (пониженная энергонапряженность).

Надежность границ первого контура (предотвращение его разгерметизации) обеспечивается благодаря интегральному исполнению компоновки основного оборудования.

Корпус реактора изготавливается в соответствии с наивысшими требованиями по качеству по отработанной технологии.

Надежность удержания радиоактивной среды при межконтурных течах из реактора обеспечивается резервированной быстродействующей локализующей арматурой, установленной на трубопроводах первого, второго и промежуточного контуров.

Надежность удержания радиоактивных продуктов в пределах герметичного ограждения обеспечивается:

- разделением между конструкциями здания реакторов и герметичным ограждением РУ функций по защите от внутренних аварийных воздействий и внешних природных и техногенных воздействий;
- поддержанием разрежения в объемах герметичного ограждения при нормальной эксплуатации, очисткой вентилируемого воздуха на фильтрах;
- системами, ограничивающими аварийные параметры среды внутри герметичного ограждения при разгерметизации первого или второго контуров.

Главным средством достижения безопасности АЭС с реакторными установками типа ВВЭР-1000 является реализация концепции глубокоэшелонированной защиты (ГЭЗ), основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности, а также по защите персонала, населения и окружающей среды.

Применение ГЭЗ на всех этапах проектирования и эксплуатации предусматривает защиту от ожидаемых при эксплуатации исходных событий и аварий, включая аварии, происходящие в результате отказа оборудования или ошибок персонала, а также в результате последствий исходных событий, происходящих за пределами станции.

Одним из главных принципов ГЭЗ является независимость эффективности любого уровня защиты от эффективности других уровней. Это достигается путем включения в проект АЭС мер, направленных на исключение влияния отказов на каком-либо уровне ГЭЗ на работоспособность технических средств на других уровнях ГЭЗ.

Каждый из уровней ГЭЗ характеризуется:

- определённой категорией состояний энергоблока;

- категориями постулированных исходных событий, возникновение которых в состояниях предыдущих уровней ГЭЗ приводит к переходу в состояния данного уровня ГЭЗ;

- основными целями обеспечения безопасности, которые должны быть достигнуты на данном уровне ГЭЗ;

- конфигурацией (структурой) технических средств и организационных мер безопасности, предназначенных для выполнения основных функций безопасности, необходимых для предотвращения превышения установленных в нормативной документации для соответствующей категории состояний энергоблока пределов по повреждению ядерного топлива и пределов по выбросам радиоактивных веществ в окружающую среду;

- категориями исходных событий, возникновение которых на данном уровне ГЭЗ приводит к его потере и к переходу на другие последующие уровни ГЭЗ.

Приоритетной является стратегия предотвращения неблагоприятных событий, при этом особое внимание должно уделяться уровням один и два. Конечное состояние АЭС и требования по его достижению определяются в проекте в зависимости от исходных событий, характеризующих режим и состояние как РУ, так всей АЭС в целом.

Актуальным аспектом реализации глубокоэшелонированной защиты на АЭС является то, что в проекте должен быть предусмотрен ряд физических барьеров на пути распространения радиоактивности. Также должно быть использовано сочетание активных, пассивных и обладающих внутренне присущей (естественной) безопасностью свойств, которые будут способствовать обеспечению требуемой эффективности физических барьеров при локализации нахождения радиоактивных материалов в установленных местах.

В проекте определяются функции безопасности, которые обеспечивают защиту барьеров путем снижения интенсивности вредного воздействия (или его исключения), а также инженерно-технические средства для выполнения этих функций.

В проекте обосновываются пределы и условия безопасной эксплуатации, а также предусматриваются технические средства и организационные меры, направленные на предотвращение нарушения пределов и условий безопасной эксплуатации.

Реализация принципа глубокоэшелонированной защиты в проекте АЭС рассматривается для основных функций безопасности, обеспечивающих безопасную работу атомной станции:

- управление реактивностью при работе реактора на мощности, останов реактора и обеспечение подкритичности на остановленном реакторе;

- отвод тепла от активной зоны реактора;

- отвод тепла от отработавшего топлива в бассейне выдержки;

- удержание радиоактивных веществ в установленных границах.

Принцип глубокоэшелонированной защиты в проекте АЭС рассматривается для всех групп систем важных для безопасности, включая системы безопасности и дополнительные системы, предназначенные для управления запроектными авариями. В составе систем безопасности рассматриваются:

- защитные системы безопасности (обеспечение подкритичности, отвод тепла);

- локализирующие системы безопасности, предназначенные для предотвращения или ограничения выхода радиоактивных продуктов в окружающую среду;

- обеспечивающие системы безопасности, предназначенные для снабжения систем безопасности энергией, рабочей средой и создания условий для их функционирования, обеспечения работы персонала;

- управляющие системы безопасности, предназначенные для инициирования действий систем безопасности, осуществления контроля и управления ими в процессе выполнения заданной функции;

- дополнительные системы для управления запроектными авариями.

Логика построения глубокоэшелонированной защиты основана на:

- выявлении возможных источников возникновения и распространения радиоактивных веществ;
- определении системы физических барьеров на пути распространения радиоактивных веществ;
- определении физических условий эксплуатации барьеров (параметры, проектные циклы нагрузок, материалы, эксплуатационные пределы и т.д.);
- определении источников возможных вредных воздействий на барьеры;
- определении спектра (характера) вредных воздействий;
- описании проектных условий и исходных событий, влекущих (или способных повлечь) потерю целостности защитных барьеров;
- формировании уровней глубокоэшелонированной защиты;
- определении функций безопасности, необходимых для снижения интенсивности вредного воздействия (или его исключения) для каждого уровня защиты;
- разработке многоуровневой системы инженерно-технических средств для выполнения функций безопасности, реализующих принципы глубокоэшелонированной защиты;
- разработке требований к классификации систем и элементов с точки зрения выполняемых функций безопасности и требований к обеспечению качества в целях их последующей реализации в проекте;
- разработке комплекса организационно-технических защитных мероприятий по управлению авариями;
- выполнении обосновывающих расчетов и анализов.

Каждый уровень защиты АЭС должен обеспечивать определенную для данного уровня эффективность защиты барьеров от воздействий. Для каждого уровня должны быть предусмотрены соответствующие технические и/или организационные меры по предотвращению и/или ослаблению последствий воздействий или источников воздействий.

Задачей технических средств, предусматриваемых на различных уровнях ГЭЗ, в случае возникновения сбоев или аварийных ситуаций, является перевод АЭС в одно из трех состояний:

- возврат в режим нормальной эксплуатации;
- перевод в контролируемое состояние;
- перевод в состояние безопасного останова.

Для подтверждения реализации принципов глубокоэшелонированной защиты в проекте выполняются детерминистические и вероятностные анализы безопасности.

Анализом безопасности подтверждается соответствие конструкции основных физических барьеров предъявляемым к ней требованиям.

Эксплуатация блока в случае отсутствия одного из уровней безопасности не допускается. В условиях нормальной эксплуатации все технические средства защиты для всех уровней ГЭЗ должны быть работоспособны.

При разработке концепции безопасности в части обеспечения независимости уровней ГЭЗ проекта АЭС должны быть предприняты все разумно достижимые меры, обеспечивающие независимость уровней глубокоэшелонированной защиты друг от друга. Предпринятые меры должны быть обоснованы.

Принципы независимости на различных уровнях защиты должны применяться как к основным системам, выполняющим функции безопасности, так и к обеспечивающим и управляющим системам, то есть при анализе выполнения основных функций безопасности должна приниматься во внимание их зависимость от вспомогательных систем на каждом из уровней глубокоэшелонированной защиты.

Независимость уровней ГЭЗ должна быть обеспечена на основе применения принципа разумной осуществимости так, чтобы отказ одного уровня ГЭЗ не приводил бы к ухудшению ГЭЗ на других уровнях, учитываемых при обеспечении защиты от любого рассматриваемого исходного события, либо при ослаблении последствий вызванных данным ИС аварии. Основные средства, задействованные на различных уровнях глубокоэшелонированной защиты должны быть независимыми в той мере, в какой это практически целесообразно, чтобы отказ одного уровня не приводил к снижению эффективности других уровней.

Независимость уровней ГЭЗ является функциональной характеристикой проекта. Независимость систем и элементов характеризует независимость на структурном уровне, которая выражается в двух принципах:

- независимые (от других элементов) системы и элементы должны обладать способностью выполнять свои функции при любых состояниях других элементов;
- функционирование систем и элементов не должно также зависеть от условий, сопутствующих исходным событиям (включая внешние опасности), которые требуют их работы.

Средством достижения независимости систем и элементов является применение принципов:

- функциональной изолированности;
- физического (конструктивного и/или пространственного) разделения,
- разнообразия.

Достижение приемлемых уровней надёжности выполнения системами безопасности заданных функций безопасности основывается на применении концепции ГЭЗ и приводимых ниже основных детерминистических принципов при проектировании систем безопасности:

- принцип единичного отказа;
- резервирование;
- независимость;
- разнообразие (диверсификация);
- принцип безопасного отказа.

Принцип (критерий) единичного отказа – это принцип (или требование), в соответствии с которым система должна выполнять заданные функции при любом требующем её работы исходном событии и при учитываемом в проекте АС независимом от исходного события отказе одного из элементов этой системы.

Технические решения, направленные на обеспечение выполнения функций безопасности с учетом принципа единичного отказа, главным образом связаны с резервированием активных элементов систем безопасности.

Принцип резервирования (избыточности) - принцип повышения надежности путем применения нескольких одинаковых или неодинаковых элементов (каналов, систем) таким образом, чтобы каждый из них мог выполнить требуемую функцию независимо от состояния, в том числе отказа, других элементов (каналов, систем), предназначенных для выполнения этой функции.

Принцип независимости - принцип повышения надежности путем применения функционального и (или) физического разделения каналов (элементов), при котором отказ одного канала (элемента) не приводит к отказу другого канала (элемента).

Принцип разнообразия - принцип повышения надежности путем применения двух или более систем или элементов для выполнения одной функции безопасности, имеющих различные конструкции или принципы действия, имеющий целью снижение вероятности отказа по общей причине.

Принцип безопасного отказа – это принцип в соответствии с которым системы и элементы важные для безопасности проектируются таким образом, чтобы их отказ или

отказ вспомогательного устройства не препятствовал выполнению предусмотренной функции безопасности. В соответствии с принципом безопасного отказа при отказе системы или элемента АЭС должна переходить в безопасное состояние без необходимости инициировать какие-либо действия через управляющую систему безопасности.

Резервирование, независимость и разнообразие должны быть такими, чтобы любые единичные отказы в СБ, в том числе в УСБ, не нарушали их работоспособность, а также обеспечивалась защита от отказов по общей причине.

Проект средств безопасности обеспечивает необходимый мониторинг их состояния во время работы, возможность выполнения периодических проверок и испытаний в целях подтверждения их работоспособности и технических характеристик, а также возможность проведения ремонта и технического обслуживания. Системы безопасности оснащены средствами измерения параметров, достаточных для диагностики оборудования и технологических процессов. Способы проверки и опробования элементов систем безопасности исключают воздействие на основные параметры энергоблока и не нарушают нормальную эксплуатацию. Во время контроля и испытаний элементы системы не теряют способность выполнять возложенные на них функции безопасности. Единичный отказ оборудования в тестируемых или в смежных системах, а также единичная ошибка оператора при тестировании не приводит к останову реактора. Системы и элементы, важные для безопасности, проходят, как правило, прямую и полную проверку на соответствие проектным характеристикам при их вводе в эксплуатацию, после ремонта и периодически в течение всего срока службы. Если проведение прямой или полной проверки невозможно, проводятся косвенные или частичные проверки, достаточность таких проверок обосновывается в проекте.

Компоновка систем безопасности выполнена таким образом, что минимально необходимая часть трубопроводов, арматуры и оборудования расположена в объеме герметичной оболочки и не требует технического обслуживания и ремонтов в период работы энергоблока на мощности; основная часть трубопроводов, арматуры, оборудования размещена в негерметичной части. К оборудованию, размещенному за пределами защитной оболочки, обеспечен доступ и созданы условия для проведения технического обслуживания и ремонта при работе реактора на мощности.

Системы безопасности и их элементы обеспечивают выполнение своих функций при всех учитываемых в проекте природных и техногенных внешних воздействиях.

Основной целью защиты от внешних воздействий является сохранение функций безопасности систем и элементов, выполняющих эти функции и сохранение физических барьеров, препятствующих выходу радиоактивных веществ и радиоактивного излучения в окружающую среду.

Учет внешних воздействий проводится на основе детерминистического подхода.

В основе защиты систем безопасности от внешних природных и техногенных воздействий используются три принципа:

- расчет элементов систем безопасности на нагрузки от внешних воздействий. Этот принцип используется для сейсмических нагрузок, нагрузок от падения самолета, от внешней ударной волны;
- защита от нагрузок, возникающих при внешних природных и техногенных воздействиях строительными конструкциями. Этот принцип используется для защиты от гидрометеорологических воздействий, а также некоторых геологических и техногенных воздействий;
- территориальное разнесение каналов систем безопасности таким образом, чтобы они не могли быть одновременно повреждены указанными воздействиями.

В составе защитных систем безопасности, выполняющих функции аварийного охлаждения и отвода остаточных тепловыделений от активной зоны, используются активная и пассивная части.

К активным системам относятся:

- система аварийного впрыска высокого давления (30JND10);
- система аварийного ввода бора (30JND50);
- система аварийного и планового расхолаживания первого контура и охлаждения бассейна выдержки (30JNA);
- система аварийного расхолаживания и продувки ПГ (30JNB10);
- система защиты первого контура от превышения давления (30JEF);
- система защиты второго контура от превышения давления (ИПУ ПГ в составе системы паропроводов свежего пара 30LBA10);
- система аварийного газоудаления (30КТР);
- система отсечения главных паропроводов (БЗОК и задвижка за БЗОК в составе системы паропроводов свежего пара 30LBA10);
- быстродействующая редукционная установка сброса пара в атмосферу (БРУ-А) в составе системы паропроводов свежего пара (30LBA10);
- система управления и защиты реактора.

К пассивным системам относятся:

- система гидроемкостей первой ступени (пассивная часть системы аварийного охлаждения зоны) (30JNG10);
- система гидроемкостей второй и третьей ступени (пассивная часть системы аварийного охлаждения зоны) (30JNG50);
- система пассивного отвода тепла (30JNB50);
- защита второго контура от превышения давления (ИПУ ПГ в составе системы паропроводов свежего пара 30LBA10);
- система быстрого ввода бора (30JDJ).

Обеспечивающие системы безопасности - это системы (элементы), предназначенные для снабжения систем безопасности энергией, рабочей средой и создания условий для их функционирования.

Система аварийного электроснабжения (САЭ) обеспечивает питание потребителей системы безопасности как в режиме нормальной эксплуатации, так и при полной потере источников рабочего и резервного питания системы СН.

Обеспечивающие системы вентиляции и кондиционирования воздуха, предусмотренные в проекте, предназначены для:

- охлаждения воздуха помещений оборудования систем безопасности в допустимых пределах во время работы технологического оборудования;
- кондиционирования и жизнеобеспечения помещений БПУ и РПУ;
- снятия тепловыделений и поддержания нормируемой температуры воздуха в помещениях электротехнического оборудования управляющих систем безопасности.

Для выполнения этих целей проектом предусматриваются приточно-вытяжные, приточно-вытяжные с рециркуляцией системы вентиляции или кондиционирования воздуха, а также рециркуляционные системы охлаждения.

Локализирующие системы безопасности (ЛСБ) предназначены для выполнения следующих основных функций:

- предотвращения или ограничения распространения выделяющихся радиоактивных веществ за границы зоны локализации аварии (ЗЛА);
- защиты от внешних воздействий окружающей среды тех систем и элементов, отказ которых может привести к выбросу радиоактивных веществ, превышающему проектное значение утечки;
- ограничения выхода ионизирующего излучения за границы ЗЛА;
- снижение давления и температуры в объеме зоны локализации аварий (ЗЛА) при прохождении проектных аварийных режимов;

- связывание радиоактивного йода, содержащегося в паре и воздухе гермообъема при прохождении проектных аварийных режимов;
- контроля концентрации взрывоопасных газов в ЗЛА;
- поддержания концентрации взрывоопасных газов в ЗЛА ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

Проектом предусмотрены следующие локализирующие системы и элементы безопасности:

- системы и элементы герметичного ограждения (СГО):
 - 1) Герметизирующая металлическая облицовка с системой анкеровки;
 - 2) Железобетонные ограждающие конструкции, включающие в себя двойную защитную оболочку, опорную плиту на отметке 5.400. стены и днище «ловушки расплава топлива».
- спринклерная система;
- система создания разрежения в межоболочечном пространстве;
- система контроля концентрации и аварийного удаления водорода.

Обеспечение устойчивости к землетрясениям

Стечение природных катаклизмов на территории проектируемой АЭС в Узбекистане, которые могут повлечь за собой аварию, сопоставимую с аварией на станции «Фукусима-1», невозможно. Все рассматриваемые конкурентные площадки в Джизакской области не отличается высокой сейсмичностью (не более 6-7 баллов по шкале Рихтера).

Предотвращение отказов и нарушений норм безопасной эксплуатации обеспечивается за счет выбора безопасной площадки размещения АЭС, применения консервативных принципов проектирования, наличия система обеспечения качества при выборе площадки, проектировании, строительстве и эксплуатации, а также культуры безопасности. Выбор безопасной площадки предполагает, в частности, определение прогнозируемого уровня сейсмического воздействия, который вычисляется отдельно для каждой площадки и каждого блока. Например, в ходе дополнительных исследований в районе 8-10 балльной сейсмичности могут быть выделены пригодные площадки в пределах 7-балльной зоны сейсмичности и однородных массивов гранитоидов, вдали от эпицентров мелкофокусных землетрясений. При выполнении таких работ в расчет берется уровень сейсмичности максимального расчетного землетрясения (МРЗ), которое может произойти с вероятностью 1 раз в 10 тысяч лет (и не более 8 баллов). Исходя из этого прогноза, осуществляется выполнение соответствующих расчетов для строительных конструкций, проектирование всех трубопроводов и оборудования. При необходимости оборудование оснащается гидроамортизаторами.

В соответствии с «Нормами проектирования сейсмостойких атомных станций» НП-031-01, здания, сооружения, строительные конструкции и основания, технологическое и электротехническое оборудование, трубопроводы, приборы, другие системы и элементы АЭС в зависимости от степени их ответственности для обеспечения безопасности при сейсмических воздействиях и работоспособности после прохождения землетрясения должны быть классифицированы на три категории сейсмостойкости с учетом их класса безопасности согласно требованиям Общих положений обеспечения безопасности атомных станций:

- К I категории сейсмостойкости относятся:
 - элементы АС классов безопасности 1 и 2 согласно Общим положениям обеспечения безопасности атомных станций;
 - системы безопасности;
 - системы нормальной эксплуатации и их элементы, отказ которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно может привести к выходу радиоактивных веществ в производственные помещения АС и окружающую среду в

количествах, превышающих значения, установленные действующими Нормами радиационной безопасности для проектной аварии;

- здания, сооружения и их основания, оборудование и их элементы, механическое повреждение которых при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно путем силового или температурного воздействия на вышеупомянутые элементы и системы может привести к их отказу в работе;

- прочие системы и элементы, отнесение которых к I категории сейсмостойкости обосновано в проекте и одобрено в установленном порядке.

Ко II категории сейсмостойкости относятся системы АЭС и их элементы (не вошедшие в I категорию), нарушение работы которых в отдельности или в совокупности с другими системами и элементами может повлечь перерыв в выработке электроэнергии и тепла, а также системы и элементы класса безопасности 3, которые не отнесены к I категории сейсмостойкости.

К III категории сейсмостойкости относятся все остальные здания, сооружения и их основания, конструкции, оборудование и их элементы, не отнесенные к категориям сейсмостойкости I и II.

Элементы АЭС должны проектироваться таким образом, чтобы отказ элементов низшей категории сейсмостойкости не приводил к отказу в работе или разрушению элементов более высокой категории сейсмостойкости.

Элементы АЭС I категории сейсмостойкости должны:

- сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности АЭС, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно;

- сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до проектного землетрясения включительно и после его прохождения.

Элементы АЭС II категории сейсмостойкости должны сохранять работоспособность после прохождения землетрясения интенсивностью до проектного землетрясения включительно.

Проектирование элементов АЭС III категории сейсмостойкости выполняется в соответствии с действующими нормативными документами, требования которых распространяются на гражданские и промышленные объекты.

Защита от аварий, террористических атак

Наконец, наличие собственных сил гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ГО и ЧС) на АЭС делает максимально оперативным реагирование на нештатные ситуации. Эти подразделения должны находиться в постоянной готовности и оснащены необходимыми техническими средствами, в том числе резервными источниками питания и резервными насосами. Обычные пожарные машины должны подключаться к любому энергоблоку через специальные штуцеры на корпусах блоков, которые разнесены на разные стороны с тем, чтобы не быть одновременно поврежденными. Должны быть организованы специальные штабы по управлению кризисными ситуациями, осуществляться планирование мероприятий в случае ЧС, регулярно проводиться соответствующие учения. Антикризисные центры в случае необходимости оперативно должны согласовывать свои действия с МЧС РУз. Наконец, будут спроектированы и построены убежища и средства защиты персонала на площадке АЭС.

С точки зрения защиты от террористов, действующая АЭС будет надежно охраняться, иметь необходимое вооружение, технику и оснащение. Система охраны периметра объектов строится таким образом, что любой террорист (нарушитель) был задержан на линии охраны. Пронос (провоз) на территорию АЭС запрещенных предметов (оружие, боеприпасы и пр.) будет невозможен, на всех КПП будет предусматриваться установка приборов обнаружения и видеонаблюдения. Таким образом, совершение

противоправных действий, которые повлекут тяжкие последствия для жизни и здоровья граждан, маловероятно.

Прочие меры по обеспечению защиты

На проектируемой станции будет несколько систем безопасности, которые включаются одна за другой, в случае возникновения ситуации обесточивания, исключая возможность такого развития событий какое имело место в Японии (Фукусима).

Наконец, на станции будет установлена (АСКРО). Она предусматривает наличие датчиков, которые фиксируют уровень радиации вокруг радиационно опасных объектов в режиме реального времени. Показания этих приборов будут передаваться в установленном порядке.

К дополнительным мероприятиям по повышению устойчивости к экстремальным внешним воздействиям для проектируемых АЭС относятся: анализ защищенности объекта при экстремальных внешних воздействиях по методике, предложенной Ростехнадзором; программа реализации проектных решений для снижения последствий запроектных аварий на АЭС.

4 Анализ альтернативных вариантов реализации проекта

4.1 Перечень рассмотренных пунктов и площадок

В ОВОС рассмотрены альтернативные варианты по выбору площадки.

Рассмотрены 3 пункта альтернативных площадок на территории Республики Узбекистан.

Площадка № 1. Расположена на западной оконечности северных склонов предгорной равнины гор Писталитау на удалении от 4 до 5 км от южного берега озера Тузкан ААСО, 7,7 км северо-северо-восточнее рудника Уччулач, 9,1 км северо-северо-западнее населенного пункта Янгиабад, 11,2 км северо-восточнее населенного пункта Мент, 8,0 км северо-северо-западнее населенного пункта Уччулач, 23,0 км северо-северо-восточнее населенного пункта Богдон (ранее Янгикишлак), 15,8 км восточнее населенного пункта Узункудук и 67,6 км северо-западнее областного центра г. Джизак.

Площадка № 2. Расположена на удалении двух километров от западной оконечности Писталитау на южном берегу озера Тузкан ААСО, 9,3 км северо-восточнее рудника Уччулач, 12,4 км северо-северо-западнее населенного пункта Янгиабад, 12,9 км северо-северо-восточнее населенного пункта Мент, 11,1 км северо-северо-западнее населенного пункта Уччулач, 24,3 км северо-восточнее населенного пункта Богдон (ранее Янгикишлак), 14,3 км северо-восточнее населенного пункта Узункудук и 70,9 км северо-западнее областного центра г. Джизак.

Площадка № 3. Расположена в межгорной впадине шириной до 10 км между гор Писталитау на севере и Ханбандытау на юге, 9,9 км юго-восточнее рудника Уччулач, 5,9 км юго-юго-западнее населенного пункта Янгиабад, 8,4 км юго-восточнее населенного пункта Мент, 6,2 км южнее населенного пункта Уччулач, 14,7 км северо-восточнее населенного пункта Богдон (ранее Янгикишлак), 21,4 км юго-восточнее населенного пункта Узункудук и 56,9 км северо-западнее областного центра г. Джизак.

Основным критерием выбора площадки является возможность обеспечения безопасной эксплуатации АЭС с учетом процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения, а также обеспечивается безопасность населения и защита окружающей среды от радиационных воздействий при нормальной эксплуатации и проектных авариях, ограничение этих воздействий при запроектных авариях.

При выборе площадки учитывались требования НП-032-01 «Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» и других нормативных документов, рекомендации руководств МАГАТЭ для обеспечения безопасности АС при выборе площадок (№ 50-C-S, № 50-SG-S1 (rev.1), № 50-CG-S5, № 50-SG-S7, № 50-SG-S9, № 50-SG-S11A, № 50-SG-S11B).

При выборе расположения АЭС прежде всего были учтены запреты на размещение:

- на площадках, расположенных непосредственно на активных разломах;
- на площадках, сейсмичность которых характеризуется интенсивностью максимальных расчетных землетрясений (МРЗ) более 9 баллов по шкале сейсмической активности Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64);
- на территории, в пределах которой нахождение АЭС запрещено природоохранным законодательством.

На пункте озера Тузкан наиболее благоприятными в отношении факторов техногенного воздействия были определены площадки № 1 и № 2. На этих площадках отсутствуют факторы, относящиеся к 1 степени опасности (наивысшей).

Исходя из анализа фондовых материалов по району размещения атомной электростанции и результатов выполненных работ по первому этапу инженерных изысканий для выбора площадки размещения АЭС, площадка № 1 наиболее «благоприятна» для размещения по природным и техногенным условиям.

5 Состояние окружающей среды в районе размещения АЭС в Республике Узбекистан

5.1 Климатические и метеорологические условия

В соответствии с КМК 2.01.01-22 район изысканий находится в районе IV А по климатическому разделению территории Республики Узбекистан для строительства.

Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей» - тип П11 (жаркий сухой).

Благодаря взаимодействию трех факторов - солнечной радиации, общей циркуляции и рельефа, климат района расположения АЭС формируется как полупустынный, резко континентальный с большими сезонными и суточными амплитудами температуры воздуха.

По данным наблюдений метеорологической станции Янгикишлак, уточненными данными АМС среднегодовая температура составляет 15.4°C тепла, среднемесячная температура самого холодного месяца (январь) 1.8°C тепла, самого теплого месяца (июль) 29.6°C.

Средняя максимальная температура самого теплого месяца (июль) составляет 35.4°C. Средняя минимальная температура самого холодного месяца (январь) 1.4°C мороза.

Абсолютный максимум температуры воздуха за все годы наблюдений составляет 45.4°C (июль 1983 г.), абсолютный минимум 21.3°C мороза (февраль 1975 г.).

Годовая сумма осадков составляет 348 мм, из них более 80% выпадает в зимне-весенний период в основном в виде дождя и мокрого снега, реже - в виде снега. Суточный максимум осадков составляет 66 мм.

Число дней с осадками за год составляет около 70. Число суток с интенсивностью ливневых осадков, достигающими более 30 мм/ч за исследуемый период с 1989 по 2020 год не наблюдалось. Максимальная наблюденная интенсивность составила 17 мм/ч (04.04.1997 г.). Интенсивность осадков, превышающая 50 мм за 12 ч за весь период, наблюдалась 24.08.1982 и 04.04.1997 и составила соответственно 54,6 и 50,7 мм за 12 часов. Устойчивый снежный покров отсутствует. После выпадения осадков в виде снега образуется кратковременный (3-5 дней) снежный покров. В отдельные снежные зимы высота снега составляет 10-15 см. Максимальная наблюденная высота снежного покрова составляет 39 см.

Глубина промерзания почвы обычно незначительная (до 4 см), в отдельные холодные зимы она увеличивается до 20 см.

Весенний период характеризуется бурным повышением температуры. Если в марте среднемесячная температура воздуха составляет 8-9°C тепла, то в мае она повышается до 20- 21°C.

Максимальные скорости ветра, соответствующие направлениям повторяемостью больше или равное 16% за самый холодный и самый жаркий месяцы года соответствуют 3,4 м/с для самого холодного месяца (январь) при повторяемости 22% юго-восточного направления и 3,5 м/с для самого жаркого месяца (июль) при повторяемости 16% для северо-западного направления.

Среднегодовое атмосферное давление воздуха в тёплый период года, когда среднесуточная температура наружного воздуха T_n 10 0C, как показатель необходимый при расчётах систем ВиК, составляет 954 гПа.

Наибольшая повторяемость пасмурного неба (8-10 баллов) по общей облачности наблюдается в январе (59 %), реже - в летний и осенний периоды (2-4%). По нижней облачности максимальная повторяемость пасмурного неба приходится на январь составляет 27%. В этот период ясное небо (0-2 балла) наблюдается в 15-20% всех случаев. Летом повторяемость ясного состояния неба возрастает до 97%, полужасное и пасмурное наблюдается в 25-32% всех случаев.

Среднее количество дней с туманом за год составляет от 29. Наибольшее число туманов наблюдается в период с декабря по февраль, наименьшее число туманов отмечается в период - с июня по август.

В районе площадки строительства грозы наблюдаются чаще всего в тёплое время года. Грозы наиболее часто регистрируются в мае, а наименее часто - в сентябре. В отдельные годы количество дней с грозой может в 1,5 - 2,0 раза превышает средние значения. Непрерывная продолжительность гроз в среднем не превышает одного срока наблюдений. В годовом ходе среднее наибольшее количество часов с грозой отмечено в июле. Град отмечается редко. Град наблюдался в марте, мае, июне и октябре. Согласно рядам метеорологических элементов на МС Янгикишлак за период с 1989 по 2020 год наблюдалось 12 дней с осадками в виде града. Средняя продолжительность явления 3 минуты, максимальная продолжительность 6 минут.

Годовые величины продолжительности росы могут достигать 12 часов. Суточная продолжительность росы может изменяться в значительных пределах в зависимости от сезонов. В большинстве регионов роса начинает выпадать приблизительно с заходом солнца или на час позднее и испаряться через 3 - 6 часов после восхода солнца. Чаще всего роса сохраняется на подстилающей поверхности до 3 - 6 часов

Территория Узбекистана относится к малоизученному району (IV А). В следствии того, что на ближайших метеорологических станциях в пределах исследуемого района 1000 км² возникновение смерчей не регистрировалось, то можно сделать предварительные выводы о том, что территория площадки строительства относится к несмерчеопасной.

Под ураганами принимается средняя скорость ветра, превышающая 32 м/с при 10 минутном осреднении. За исследуемый период времени с 1989 по 2020 год МС Янгикишлак данное явление не наблюдалось.

Среднее количество дней с пыльными (песчаными) бурями составляет по данным с МС Янгикишлак за период с 1989 по 2020 годы 3,3 дня в году, наибольшее - 13. Пылевые бури продолжительностью более 6 ч на по данным МС Янгикишлак не наблюдались.

5.2 Радиационное состояние приземного слоя атмосферы

Естественным источником возможного радиационного загрязнения атмосферного воздуха является космическое излучение, а также содержание в горных породах и почвах естественных радионуклидов и, в связи с этим, перенос тонкодисперсной фракции в приземные слои атмосферы.

На площадке и в 30-ти км зоне отсутствуют техногенные источники радиационного загрязнения.

Результаты исследований радиационного состояния атмосферного воздуха показали, что измеренная объемная активность радионуклидов на всех постах контроля находилась ниже минимально измеряемой активности измерительной аппаратуры. Также измеренная плотность выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность на всех пунктах контроля находилась ниже минимально измеряемой активности измерительной аппаратуры.

5.3 Содержание химических загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в Джизакской области Центром гидрометеорологической службы при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан не проводились. Ближайший стационарный пост наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на расстоянии более 100 км в г. Самарканд.

Результаты определения химических показателей состояния атмосферного воздуха показали, что во всех исследованных пробах атмосферного воздуха, за исключением точек 4 и 3, содержание вредных веществ не превышает максимально-разовые ПДК, установленные узбекскими и российскими гигиеническими нормативами. В точках 3 и 4

зафиксировано превышение ПДК_{мр} по сероводороду: в 3,4 раза 16.12.2019 г. и в 8,6 раз 17.12.2019 г. в точке 3 и в 4 раза 17.12.2019 г. в точке 4.

Причины повышенного содержания сероводорода в вышеуказанных точках носят естественный характер и связаны скорее всего с ветропереносом дигидросульфида, который выделяется в результате гниения ила и других остатков растительного и животного происхождения в близлежащей к точкам 3 и 4 заболоченной прибрежной зоне озера.

Следует также отметить, что по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий были отмечены превышения среднесуточных значений ПДК по оксиду азота (NO) в среднем в 1,55 раза, также были зафиксированы максимально-разовые превышения значения ПДК по тому же газу - максимально в 2,3 раза.

5.4 Геоморфологические и геологические характеристики региона

Заложение современного рельефа произошло в позднеэоценовое время в результате проявления одной из фаз альпийского орогенеза, а формирование его началось в среднечетвертичное время. В позднечетвертичное время по обновленным разломам происходили непрерывные блоковые поднятия современной горной и опускание равнинной частей.

В области поднятий основным рельефообразующим фактором являлись процессы эрозии, глубина и сила проявления которых зависит от тектонического строения каждого конкретного участка и состава слагающих его пород.

В области опусканий главным рельефообразующим фактором являлись процессы аккумуляции, приведшие к образованию обширных равнин. Ритмичный характер тектонических движений способствовал проявлению в отдельные отрезки времени эрозионных процессов, которые также оказали влияние на формирование современного рельефа равнинной части территории, способствуя образованию террасовых поверхностей с различными гипсометрическими уровнями и эрозионными уступами между ними.

Эрозионные процессы происходят и в настоящее время, когда долины временных водотоков непрерывно размываются.

Одновременно с эрозионными процессами на предгорной равнине в области развития эоловой песчаной равнины происходит дефляция. Ранее созданные формы эолового рельефа под воздействием ветра меняют свои очертания.

В пределах территории исследований по геоморфологическим признакам выделяются:

А. Структурно-эрозионный рельеф.

Б. Эрозионно-аккумулятивный рельеф аллювиально-пролювиальной предгорной равнины.

В. Дефляционно-аккумулятивный рельеф.

Таким образом, по преобладанию тех или иных рельефообразующих факторов, приведших к формированию современного рельефа в пределах площади, выделяются следующие основные типы рельефа: структурно-эрозионный, эрозионно-аккумулятивный и дефляционно-аккумулятивный.

В геоморфологическом отношении площадка №1 приурочена к предгорному пролювиальному шлейфу слившихся конусов выноса западного склона хребта Писталитау с дефляционно-аккумулятивным типом рельефа, сформированным в верхнеплейстоценово-голоценовую эпоху.

Площадка расположена в равнинной местности, поверхность относительно ровная, с общим пологим уклоном с юго-запада на северо-восток, слабозадернована, сложена супесями и легкими суглинками с включением крупнообломочного материала (гравия, дресвы, щебня) до 50 %. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 252,50 до 262,0.

В геологическом строении описываемого района принимают участие осадочные метаморфические породы почти всех отделов палеозойской группы, морские и

континентальные отложения кайнозоя. В геологическом строении площадки до разведанной глубины 120,0 м принимают участие осадочные отложения, представленные кайнозойскими четвертичными образованиями и подстилающими их скальными породами палеозоя.

Площадка находится в непосредственной близости от полиметаллического месторождения Учкулач (главные рудные минералы - галенит, сфалерит, пирит; второстепенные - халькопирит, марказит, ковеллин, борнит, халькозин, блеклые руды; нерудные – барит, кальцит, доломит, редко - кварц, флюорит).

Район Учкулачского месторождения - горы Ханбандытау, Писталитау Егербелитеу и Балыккытау - располагается в пределах равнинной части складчатой системы среднего Тянь-Шаня, в Ферганской переходной зоне между Кураминским ядром на севере и Южно-Тяньшанской междуядерной складчатой зоной (Северо - Нуратинский антиклинорий) на юге.

Площадь Северо-Нуратинского антиклинория складывается комплексом нижнепалеозойских вулканогенно-осадочных пород, прорываемых разнообразными по составу штоками и дайками. Собственно, район сложен осадочными отложениями девонского и каменноугольного возраста. К северу от него и между отдельными палеозойскими возвышенностями располагаются обширные поля верхнечетвертичных образований.

В тектоническом отношении район расположен в области перехода складчатых горных сооружений Западного Тянь-Шаня к равнинам Средней Азии.

Район исследований характеризуется ограниченным распространением вулканогенных и ничтожным развитием интрузивных образований.

Территория площадки располагается на сочленении Тянь-Шаньской горноскладчатой гидрогеологической области с Туранской платформенной гидрогеологической областью, на площади сопряжения Нурата-Туркестанской группы бассейнов трещинных вод с Сырдарьинским и Приташкентским артезианскими бассейнами.

Полученные данные свидетельствуют о подпёртом режиме грунтовых вод со стороны оз. Тузкан, которое питает грунтовые воды. Влияние озера на режим и качество подземных вод по всей видимости составляет не более первых сотен метров от береговой линии, т.к. характер изменения уровня, минерализации и химического состава воды зависит от изменения режима озера именно на этом удалении.

5.5 Описание почв, растительности и животного мира

Результаты исследований почвенного покрова показали, что в районе размещения АЭС в Республике Узбекистан наибольшее распространение имеют пустынные песчаные почвы, располагающиеся в западной части исследуемой территории. Несколько уступают им сероземы светлые целинно-залежные, которые выделяются на восточных границах проектной территории и в настоящее время являются основным резервом для повторного использования в сельскохозяйственном производстве в качестве орошаемых земель. На третьем месте по распространению выявлены сероземы типичные, которые локально используются для орошения в узких долинах саёв, а в настоящее время представлены пастбищами. Богарные земли в данном типе почв, особенно на северных склонах Нуратинского хребта, практически отсутствуют, так как склоны крутые, и представлены, в основном, низкими горами и предгорьями с высокими значениями уклонов, сформированных на элювиально- делювиальных и делювиально-пролювиальных сильноскелетных, нередко маломощных, почвообразующих породах. Светлые сероземы орошаемые - это почвы, которые получили своё распространение на территории Арнасайского и Зафарабадского районов Джизакской области. На территории Фаришского района они занимают площадь до 1700 га.

Остальные типы почв распределены в пределах от 2,1 % (сероземно-луговые новоорошаемые) до 6,4 % (сероземно-луговые целинно-залежные). Внепочвенные разности представлены на площади 7230 га или 1,4 % от общей площади проектной территории.

Характерным является относительно разнообразное и сравнительно невысокое содержание гумуса в профиле почв (в эродированных почвах его содержание составляет менее 1 %), относительно высокое содержание подвижного калия, низкое и очень низкое содержание подвижного фосфор, сравнительно низкое содержание валового азота, относительно высокие показатели содержания карбонатов. Расположенные в пределах равнинной части сероземы (пролювиальные щебнистые равнины и фитодигрессионные ландшафты, а также полого- волнистые территории предгорий) в некоторых частях проектной территории уже в настоящее время осваиваются под орошаемое земледелие путем бурения скважин для полива практически пресными водами. Несмотря на наличие с поверхности и профиле мелких камней и щебня данные участки получают сравнительно высокие урожаи бахчевых, помидоров, кунжута, подсолнечника, моркови, лука и других культур. В перспективе данные почвы в состоянии обеспечить регион всеми продуктами производства сельского хозяйства.

В целом исследуемые почвы характеризуются средним уровнем плодородия, в богарных разновидностях этот показатель понижается до нижнесредних.

Для 30-километровой зоны площадки АЭС в Республике Узбекистан достоверно зарегистрировано 26 видов растений, внесенных в Красную книгу Узбекистана (2009), из них:

- 4 вида категории 1 (исчезающие);
- 19 видов категории 2 (редкие);
- 3 вида категории 3 (сокращающиеся).

Виды растений, внесенные в международную Красную книгу, в пределах площадки размещения АЭС в Республике Узбекистан отсутствуют.

Согласно типологической схеме классификации растительности Узбекистана, пункты мониторинга характеризуют 5 типов природной растительности (псаммофильную растительность песчаных пустынь, тугайную растительность, ксерофильную полукустарничковую растительность подгорных равнин, предгорий и низкогорий, Туранскую разнотравную сухую степь и ксерофильные кустарниковые редколесья) и 10 растительных формаций (джунгуновую, туранговую, гребенщиктовую, крупнотравно-эфмерово- эфмероидовую, полыни раскидистой, полыни согдийской, полыни тонкорассеченной, пырейную и бодомчтовую), а также культурную растительность.

Установлено, что основными антропогенными факторами, воздействующими на растительность изучаемой территории, являются выпас скота и богарное земледелие. Факторами, оказывающими локальное воздействие, являются орошаемое земледелие (масштаб воздействия этого фактора значительно увеличился в последние годы), эксплуатация грунтовых дорог и рытье канав, разграничивающих фермерские участки, а также заготовка лекарственных растений. Степень антропогенной нарушенности растительного покрова от слабой до сильной (преобладают средние и сильно нарушенные сообщества).

В результате полевых обследований 2020 года на 8 пробных площадях выявлены популяции 9 редких видов, внесенных в Красную книгу Республики Узбекистан. Установлено, что в настоящее время состояние большинства этих популяций не вызывает опасений.

Установлено, что в 15 км зоне от площадки АЭС в Республике Узбекистан представлены широко распространенные, обычные для пустынной зоны Узбекистана коренные и вторичные растительные сообщества, преимущественно травянистые, с преобладанием однолетних видов-эфмеров. Флористически наиболее богатая и более ценная в плане растительного разнообразия горная часть проектного региона частично

входит в 30- километровую зону АЭС в Республике Узбекистан. В силу этого строительство и эксплуатация АЭС на данной территории не нанесет значительного ущерба растительному миру региона.

Видовой состав беспозвоночных (энтомофауна) в районе площадки строительства АЭС в Республике Узбекистан в Фаришском районе Джизакской области очень обеднен из-за чрезмерной антропогенной нагрузки и составляет не более 17 % от характерных для данного биотопа видов - 72 вида. Среди видового разнообразия редких, эндемичных и экономически значимых видов не отмечено.

В районе исследований обнаружено 2 вида амфибий и 14 видов рептилий. Из них среднеазиатская черепаха - занесена в Международный красный список животных со статусом VU - глобально угрожаемый, а также в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом VU серый варан - занесенный в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом VU:D и восточный удавчик - занесенный в Красную книгу Республики Узбекистан со статусом NT. В целом видовой состав типичен для данной местности.

В рамках экологических изысканий 2020 года отмечено 29 видов млекопитающих, что составляет 74.3 % от общего числа известных для проектной территории.

Видовой состав является типичным для пустынных участков в сочетании с водоемами и наличием горных возвышенностей.

В целом, состояние популяций отмеченных видов, не вызывает опасений. Все они стабильны.

Почвы территории базовых (репрезентативных) пробных площадей в пределах 15 км зоны характеризуются определенными агрохимическими свойствами, которые зависят от естественного сложения данных почв и использованием данных земель в процессе хозяйственной деятельности человека.

В целом почвы характеризуются сравнительно низкой концентрацией гумусовых веществ в основном в дерновом и поддерновом горизонтах, где его содержание варьирует от 0,6 до 1,73 %. Мощность гумусового горизонта составляет от 9-35 см. Отношение C: N варьирует в пределах 7-15.

В целом содержание валового азота, фосфора и калия в профиле почв констатируется в низком количестве.

Измеренная удельная активность природных радионуклидов в пробах почвы базовых

экосистем изменялась в пределах: для ^{40}K от 31 до 680 Бк/кг; для ^{226}Ra от 2 до 79 Бк/кг; для ^{232}Th от 21 до 53 Бк/кг.

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы идентифицировался только ^{137}Cs , удельная активность которого находилась в диапазоне от 0,4 до 55,0 Бк/кг. Удельная активность ^{90}Sr и ^{60}Co находилась ниже минимально измеряемой активности измерительной аппаратуры.

По результатам химического анализа проб почв можно сделать вывод, что в целом содержание химических загрязняющих веществ не превышает значений, установленных нормативными документами РФ. За пределами площадки АЭС в Республике Узбекистан, на расстоянии более 2 км от площадки выявленные превышения ПДК по мышьяку (максимально в 1,4 раза) связаны, вероятнее всего, с особенностями местного геохимического фона.

Результаты исследований показали, что значения суммарного показателя химического загрязнения почв (Z_c) во всех точках отбора проб на территории площадки строительства АЭС в Республике Узбекистан не превышали 16 (согласно СП 11-102-97 удовлетворительное экологическое состояние почв характеризуется значением Z_c не более 16). На основании полученного значения суммарного показателя, характеризующего степень химического загрязнения почв вредными веществами различных классов

опасности, можно сделать вывод о благополучном состоянии почв участка строительства АЭС в Республике Узбекистан по химическим показателям.

Проведенные исследования показали отсутствие личинок и куколок синантропных мух в исследованных почвах, что является показателем безопасности качества почвы.

В пробах растительного покрова базовых экосистем идентифицировался только 40К, удельная активность которого находилась в диапазоне от 62 до 134 Бк/кг. В пробах растительного покрова площадки строительства АЭС в Республике Узбекистан идентифицировался только 40К, удельная активность которого находилась в диапазоне 79-512 Бк/кг. Удельная активность техногенных радионуклидов находилась ниже минимально измеряемой активности измерительной аппаратуры.

Результаты химического анализа проб растительности показали, что в целом содержание химических загрязняющих веществ не превышает установленных нормативных значений.

В пробах сельскохозяйственной продукции идентифицировался только 40К, удельная активность которого находилась в диапазоне от 76 до 135 Бк/кг. Удельная активность техногенных радионуклидов находилась ниже минимально измеряемой активности измерительной аппаратуры.

Среднее значение МЭД ГИ - 0.12 мкЗв/ч на территории площадки строительства и в районе размещения АЭС.

Измеренные значения плотности потока радона на площадке размещения АЭС в Республике Узбекистан находились в диапазоне от 10,1 до 28,6 мБк/(м²·с). Измеренные значения не превышают требований для зданий и сооружений производственного назначения, установленных СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

5.6 Характеристика водных экосистем

Гидрографическая сеть района площадки АЭС в Республике Узбекистан представлена озером Тузкан, входящим в Айдаркуль - Арнасайскую систему озёр (ААСО), впадающими в озеро Тузкан основными коллекторами - Пограничный, ЦГК, Акбулак и рекой Санзар (Клы), саями северных склонов Нуратинского хребта, строящимся Караманским водохранилищем.

По классификации О.А. Алекина воды озера Тузкан и исследуемых притоков относятся ко II типу магниевой группы сульфатного класса. За рассматриваемый период наблюдений значения pH изменялись в пределах от 6,75 до 8,28. Концентрация основных катионов - кальция и магния не превышает 400 мг/л.

Таким образом площадка АЭС находится вне зоны воздействия водных объектов.

В пробах из трех водозаборных пунктов (п. Хонбанди, п. Учкулач нижний, п. Учкулач верхний) наблюдались небольшие отклонения только в третьем квартале по показателю ОМЧ и Коли- индекс, и в целом наблюдалось относительное санитарно-эпидемиологическое благополучие. При этом, нецентрализованные источники подземных вод имели существенные отклонения по микробиологическим показателям (ОМЧ и Коли-индекс). Также существенные отклонения наблюдались по такому показателю как ОКБ. Определение ОКБ в семи пунктах исследования нецентрализованного водопользования исследуемых объектов показал, что 60,7 % случаев проб воды превышали требуемые нормы по ОКБ. Из всех пунктов исследования превышения нормативных показателей в основном наблюдались в летний период. При этом за отчетный год превышение по ТКБ и патогенной флоре отсутствовали. Паразитологические показатели санитарно-гигиенического соответствия были в пределах нормы.

Что касается воды поверхностных водоемов, то результаты исследований за отчетный период показали отклонения в отдельных пунктах исследования в радиусе 15 км по таким показателям как ОМЧ и ОКБ, при отдельных случаях ТКБ. За весь период исследования во всех исследованных образцах воды патогенная флора не была обнаружена.

Но, результаты исследований за последний, четвертый квартал двух пунктов исследования озера Тузкан демонстрируют, что все взятые образцы по ОКБ, а также, два пункта оз. Тузкан и Коллектор Окбулак по ТКБ превышая нормативные показатели не соответствовали гигиеническим требованиям. Дальнейшие результаты микробиологических исследований проб воды из оз. Тузкан выявили *Salmonella Typhimurium* принадлежащий к роду *Salmonella*, семейству *Enterobacteriaceae*. Данная сложившаяся ситуация указывает на тот факт, что в воде оз. Тузкан присутствуют патогенные микроорганизмы из семейства энтеробактерий.

В течение 2019-2020 г, в рамках проведения гидрохимических исследований в рамках инженерно-экологических изысканий были изучены пространственные показатели качества воды в озере Тузкан и коллекторно-дренажной системе в районе АЭС в Республике Узбекистан по таким показателям как температура воды, ее активная реакция (рН), содержание взвешенных веществ, растворенного кислорода, главных ионов, биогенных элементов, тяжелых металлов и содержание устойчивых к окислению растворенных органических веществ, преимущественно биогенного происхождения (по обобщенному показателю ХПК).

Температура воды в изученных водных объектах отвечала естественному значению для данного сезона. Значения водородного показателя и режим растворённого кислорода в целом отвечает нормативным требованиям.

Поверхностные воды в регионе высокоминерализованные (в среднем 10475 мг/дм³), жёсткие (>13°Ж), с высоким содержанием ионов магния, натрия, сульфатов и хлоридов.

Содержание биогенных элементов (минеральные формы азота, фосфаты, растворённое железо) не превышают нормативных требований.

Из ряда изученных тяжёлых металлов в озёрах и коллекторно-дренажной сети достоверно определялось содержание только марганца, меди и никеля. Из них соединения никеля находятся преимущественно в растворённом виде и повсеместно превышают рыбохозяйственный норматив, установленный в РФ, но в целом удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям Узбекской Республики.

Содержание изученных тяжёлых металлов в донных отложениях водных объектов в районе размещения АЭС в Республике Узбекистан в декабре 2019 и сентябре 2020 года оказалось на уровне регионального фоновое уровня (по данным 2018 года) и практически не превышало кларковых значений микроэлементов в донных отложениях с соответствующим механическим составом, кроме содержания ртути.

Результаты радиологических наблюдений показали, что содержание измеренных радионуклидов в пробах компонентов водных экосистем соответствуют значениям, характерным для водных объектов территории Узбекистана. Сравнивая полученные значения с нормативными, можно сделать вывод об отнесении воды исследованных водных объектов к категории неограниченного использования в хозяйственных целях.

Содержание радионуклидов в рыбе нормируется в СанПиН 2.3.2.1078-01 по ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. По цезию предельное содержание 130 Бк/кг, по стронцию 90 предельное содержание 100 Бк/кг. По этим показателям превышение норм удельной активности в рыбе отсутствует.

6 Оценка воздействия на окружающую среду

6.1 Газоаэрозольные выбросы радионуклидов при работе станции в режиме нормальной эксплуатации

Технологический процесс на атомной станции предусматривает постоянное удаление из теплоносителя присутствующих и образующихся в нем газов. Газообразные отходы образуются и при дегазации различных протечек теплоносителя, в бассейнах выдержки отработанного топлива, при дегазации растворов в баках выдержки.

Отводимые из контура и технологического оборудования газы состоят обычно из азота и водорода, содержат примеси водяного пара и газообразные продукты деления - радионуклиды Kr, Xe, Ar. Перед выбросом в атмосферу газы вначале подвергают выдержке, в течение которой их активность уменьшается за счет распада радиоактивных нуклидов. Для исключения образования взрывоопасных смесей с водородом газы разбавляют азотом и сжигают в специальных устройствах.

Могут также образовываться радиоактивные отходы в форме аэрозолей — это микрокапли жидких радиоактивных сред и уносимые газовым потоком твердые микрочастицы. Аэрозоли могут также появляться в результате протечек теплоносителя. Радиоактивные аэрозоли и изотопы радиоактивного йода, которые также могут возникать при истечении теплоносителя, удаляются из помещений вентиляционными системами. Перед выбросом в атмосферу воздух, содержащий газы и аэрозоли, проходит очистку на аэрозольных и йодных фильтрах, а также на угольных фильтрах-адсорберах. Дозиметрический контроль за содержанием радионуклидов в удаляемом воздухе, контроль за работой систем вентиляции и эффективностью фильтров обязательно сопровождает процесс выведения газов из помещений АЭС.

Источниками газоаэрозольного выброса радиоактивных веществ с АЭС при работе на мощности в режиме нормальной эксплуатации являются, в основном, выбросы из реакторного здания, из производственных помещений спецкорпуса и выбросы из системы очистки радиоактивных сдувок.

Основным источником газоаэрозольного выброса из помещений реакторного здания при работе блока на мощности в режиме нормальной эксплуатации является неорганизованная протечка теплоносителя первого контура через неплотности технологического оборудования, расположенного в боксах парогенератора.

Для каждого здания АЭС предусматриваются самостоятельные системы вентиляции. Количество вентиляционных систем определяется в зависимости от принадлежности их к зоне контролируемого доступа или зоне свободного доступа, к категории обслуживания, принадлежности к каналам безопасности, категории пожароопасности.

Приточно-вытяжные системы вентиляции зоны контролируемого доступа обеспечивают расчетный воздухообмен в помещениях и направленное движение воздуха из более «чистых» помещений в более «грязные».

Вытяжные системы помещений с потенциальными источниками радиоактивных загрязнений зоны контролируемого доступа обеспечивают двухступенчатую очистку от аэрозолей и йода, либо одноступенчатую очистку от аэрозолей на специальных фильтрах.

Для снижения накопления радионуклидов в воздухе контейнмента и выхода их в окружающую среду предусмотрена вытяжная система спецвентиляции с очисткой воздуха на йодных и аэрозольных фильтрах и рециркуляционная система спецвентиляции также с очисткой воздуха на йодных и аэрозольных фильтрах из боксов парогенераторов и из реакторного зала. Выброс воздуха производится в высотную вентиляционную трубу.

Газоаэрозольные выбросы из производственных помещений спецкорпуса определяются загрязнением воздуха радионуклидами необслуживаемых помещений, что обусловлено наличием неорганизованных протечек радиоактивных сред из затворов арматур технологических систем.

Система очистки радиоактивных технологических сдувок предназначена для снижения радиоактивности технологических сдувок, поступающих в нее из системы дожигания водорода, оборудования и баков, содержащих радиоактивные среды.

Прогнозные расчеты объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы и плотности атмосферных выпадений проводились на основе программного комплекса ARTM (Atmospheric Radionuclide Transport Model). Программный комплекс разработан Федеральным ведомством по радиационной защите Германии (BfS), с целью численного моделирования рассеивания примесей выбрасываемых радиоактивных веществ в атмосферу, а также последующего сухого и влажного осаждения радиоактивных веществ на поверхность земли с учётом физических и химических свойств радионуклидов. В основе программного кода ARTM лежит Лагранжева дисперсионная стохастическая модель (Lagrangian particle tracking air dispersion model) в рамках которой пространственный перенос примесей происходит по результатам оценки траекторий движения одиночных частиц, поступающих из источников загрязнений в воздушный бассейн. Верификация и валидация (Validation and Verification of the Atmospheric Radionuclide Transport Model. Munich, 2017) данного программного комплекса проводились на основе множества фиктивных и реальных сценариев выбросов. Дополнительные проверочные исследования программного комплекса ARTM приведены в материале (GRS 394) Ergänzende Untersuchungen zur Validierung des Atmosphärischen Radionuklid-Transport-Modells (Дополнительные исследования для проверки модели переноса радионуклидов в атмосфере, НИР 3612S50007 по заказу Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, и ядерной безопасности).

Максимальная объемная активность любого нормируемого радионуклида по результатам прогнозов при совместной эксплуатации энергоблоков с реакторными установками типа ВВЭР-1000 и РИТМ-200Н на много порядков меньше ДОАнас (допустимая среднегодовая объемная активность для населения) по НРБ-99/2009, т.е. радиационное загрязнение приземного слоя атмосферы можно оценить, как незначительное. Плотность выпадения основных дозообразующих радионуклидов Cs-137 Cs-134, I-131, Co-60 прогнозируется на 2—3 порядка ниже значений, характерных для существующего природного фона.

Дополнительно в материалах ОВОС для оценки последствий выбросов на большие расстояния было проведено моделирование при помощи программного средства HYSPLIT (ARL NOAA). Данное программное средство имеет широкие референции по всему миру. Используемая при расчетах математическая модель является гибридной и использует Лагранжев подход для моделирования траекторий движения частиц и, одновременно, Эйлерову методологию расчета концентраций веществ в воздухе.

HYSPLIT (the Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model) – это компьютерная модель, которая используется для вычисления траекторий воздушных частиц с целью определения как далеко и в каком направлении будут передвигаться объемы воздуха и, в частности, загрязняющие вещества.

Также HYSPLIT используется для расчета дисперсии, химических превращений и осаждения загрязняющих атмосферу веществ. Модель HYSPLIT была разработана Лабораторией воздушных ресурсов Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA) совместно с Австралийским бюро Метеорологического исследовательского центра в 1998 году.

HYSPLIT состоит из серии программ, которые считывают файлы метеорологических данных для вычисления траекторий, дисперсии частиц и концентрации в воздухе. Метеорологические данные, такие как направление ветра, скорость, температура, влажность, предоставляются на регулярной сетке.

По результатам моделирования установлено, что на расстоянии до 50 км к северу от АЭС эффективные эквивалентные дозы для населения не превысят 1 мЗв, что не превышает основных пределов доз установленных НРБ-99/2009.

Таким образом, радиационное воздействие в трансграничном контексте не прогнозируется.

6.2 Сбросы: формирование сточных вод, содержащих радионуклиды

Для обеспечения охраны водных объектов все системы охлаждения запроектированы по оборотной схеме водоснабжения.

Для охраны водных объектов от попадания в них загрязняющих веществ, проектом предусматриваются следующие очистные сооружения:

- очистные сооружения системы хозяйственно-бытовой канализации зоны свободного доступа;
- очистные сооружения системы канализации нефтесодержащих вод;
- очистные сооружения системы производственно-ливневой канализации.

Система хозяйственно-бытовой канализации зоны свободного доступа

В систему хозяйственно-бытовой канализации отводятся стоки, не загрязненные радиоактивными веществами, от помещений основных и вспомогательных зданий зон свободного доступа АЭС.

В систему контролируемой канализации поступают стоки от душевых установок, умывальников и раковин помещений зоны контролируемого доступа. После дозиметрического контроля, стоки с концентрацией радиоактивных загрязнений ниже допустимых значений перекачиваются в систему хозяйственно-бытовой канализации зоны свободного доступа, при больших концентрациях загрязнений эти воды направляются в систему спецканализации и далее направляются на переработку ЖРО (упаривание), без сброса в окружающую среду.

В систему производственно-ливневой канализации отводятся производственные стоки от охлаждения механизмов и подшипников насосов, не имеющие радиоактивных и других загрязнений, а также дождевые воды с кровель зданий, оборудованных внутренними водостоками, дождевые воды с асфальтированных и грунтовых поверхностей территории АЭС.

В систему канализации стоков, содержащих нефтепродукты, отводятся стоки с содержанием нефтепродуктов менее 100 мг/дм³ от уплотнения сальников насосов; дренажные воды с полов производственных помещений; дождевые и талые воды из гравийных ям трансформаторов; дождевые и талые воды с территории открытого склада масла и дизельного топлива, стоки после пожаротушения.

Проектом предусмотрен комплекс мероприятий, позволяющих исключить попадание дождевых и снеговых вод в открытую гидрографическую сеть.

Атмосферные осадки, выпадающие на территорию промплощадки, по спланированному рельефу собираются системойждеприемников и закрытой канализационной сетью, самотеком отводятся в насосные станции промливневых стоков и перекачиваются на очистные сооружения.

Таким образом, сброс сточных вод, содержащих радионуклиды в окружающую среду проектом не предусматривается.

6.3 Оценка дозовых нагрузок на население

Согласно выполненным в материалах ОВОС расчетам наибольшая эффективная эквивалентная доза для представителя критической группы составит менее 10 мкЗв в непосредственной близости от площадки АЭС в Республике Узбекистан. На удалении от Узбекской станции дозовая нагрузка на население значительно снижается и в районе города Янгикишлак может составлять менее 1 мкЗв. Таким образом, при нормальной эксплуатации

АЭС в Республике Узбекистан эффективная эквивалентная доза не будет превышать пределы дозы 1 мЗв установленной нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009.

6.4 Оценка дозовых нагрузок на природное окружение региона

Прогноз радиационного воздействия на компоненты наземной экосистемы выполнен с помощью ПС ERICA. Программный комплекс ERICA Tool позволяет рассчитывать мощности доз и оценивать радиационные риски для наземной, пресноводной и морской биоты на основе функций распределения вероятностей используемых для расчета параметров.

Программный комплекс ERICA финансировался ЕС в рамках Шестой рамочной программы Евратома (FP6 Евратом). В нем приняли участие более 50 ученых из 15 организаций и 7 стран (Контракт № FI6R-CT-2004-508847). Верификация и валидация программного комплекса ERICA проводилась в рамках программ МАГАТЭ EMRAS I и EMRAS II.

Доза облучения оценивается в программном средстве для представительных (референтных) видов. Международной комиссией по радиологической защите принят организменный подход к радиационной защите экосистем, основанный на оценке эффектов для референтных видов животных и растений, наиболее чувствительных и наиболее подверженных воздействию ионизирующему излучению. В качестве референтных видов биоты выбраны следующие организмы: амфибии (лягушка), млекопитающие (крыса), рептилии (змея), травянистые растения.

Анализ дозовых нагрузок при нормальной эксплуатации показывает, что прогнозируемые уровни воздействия очень низки и даже самая консервативная модель расчета доз не дает значимых уровней облучения. Экологически безопасный уровень облучения для живой природы установлен 1 мГр/сут для млекопитающих, позвоночных животных и сосны, и 10 мГр/сут для растений и беспозвоночных животных (согласно рекомендациям МКРЗ).

6.5 Оценка нерадиационных факторов воздействия

1) По результатам проведенной оценки воздействия выбросов вредных химических веществ на приземный слой атмосферы выявлено:

- количество потенциальных источников выбросов вредных химических веществ при эксплуатации АЭС в Республике Узбекистан составляет 58, из них 44 источника с организованным выбросом, 14 источников с неорганизованным выбросом;

- по результатам расчетов максимальных разовых концентраций при работе систем нормальной эксплуатации превышений ПДК не выявлено, расчеты максимальных суточных, месячных и годовых концентраций так же показали отсутствие превышений установленных ПДК;

- Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит вещество диоксид азота, выбрасываемый выхлопными трубами РДЭС.

2) Источниками шума на территории проектируемого объекта будут являться: приточно-вытяжные системы, технологическое оборудование, двигатели РДЭС.

Уровни шума, создаваемые инженерным оборудованием, не превышают допустимых значений санитарных норм для дневного и ночного времени суток.

Экологической оценкой с акустическими расчетами установлено, что рассматриваемый объект не оказывает сверхнормативного акустического воздействия на жилую зону. Уровни шума, проникающие на ближайшую жилую застройку, не превышают допустимые значения для дневного и ночного времени суток в соответствии с СанПиН РУз N 0267-09.

Существующий пространственный разрыв между нормируемыми территориями и АЭС достаточен с точки зрения снижения негативного акустического воздействия.

3) Согласно расчетам риска здоровью населения, ранжирование суммарных индексов опасности при одновременном поступлении химических веществ от выбросов

УзАЭС, по их влиянию на критические органы и системы на границе жилой территории свидетельствует, что приоритетными являются: органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система, центральная нервная система, периферическая нервная система, развитие, иммунная система, глаза, смертность.

При суммарном действии приоритетных химических веществ по их неканцерогенным эффектам (НІ) суммарный неканцерогенный риск во всех расчетных точках не превышает единицу, то есть вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое.

Прогноз состояния окружающей природной среды и условий жизни населения позволяет оценить Узбекскую АЭС как экологически безопасную согласно требованиям действующих НД.

7 Мероприятия по снижению негативного воздействия

7.1 Организационно-технические мероприятия по охране окружающей среды

Перечень технических мер по инженерной защите, принимаемых на площадке размещения

- 1) регулирование уровня поверхностных и подземных вод.
- 2) дренаж подземных вод;
- 3) укрепление грунтов под фундаментами сооружений.
- 4) молниезащита зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
- 5) активная защита от коррозии подземных элементов зданий, сооружений и коммуникаций.
- 6) устройство преград на пути распространения ВУВ.
- 7) обвалование или устройство рвов вокруг территории площадки размещения АЭС, устройство противопожарных разрывов и преград для исключения распространения пожара по внешним причинам.

Перечень организационных и технических мер по инженерной защите АЭС от внешних воздействий

Перечень организационных и технических мер по инженерной защите АЭС от внешних воздействий, как правило, должен включать:

- размещение объекта на площадке, на которой отсутствуют процессы, явления и факторы природного и техногенного происхождения, не допускающие размещение АЭС;
- организационные и технические меры по обеспечению безопасности при наличии на площадке неблагоприятных процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения;
- проектирование устойчивых систем «сооружение-основание»; обеспечение устойчивости сооружений к экстремальным динамическим нагрузкам (от ураганов, землетрясений);
- снижение уровня динамических нагрузок, передаваемых системой «грунт-фундамент-сооружение» на реактор, технологическое и электротехническое оборудование и других важных для безопасности строительных конструкций, систем и элементов АЭС;
- обеспечение защиты систем и элементов от динамических воздействий.

В качестве типовых сейсмо-, ударо- и виброзащитных мероприятий рекомендуется:

- повышение жесткости конструктивных элементов строительных конструкций, оборудования, узлов крепления, а также применение устройств раскрепления оборудования, конструкций, трубопроводов;
- снижение динамических инерционных нагрузок, действующих на элементы объекта, путем сейсмоизоляции зданий, сооружений, конструкций;
- и отдельных помещений, а также оборудования, трубопроводов, инженерных коммуникаций;
- ограничение взаимных относительных смещений и деформаций элементов оборудования, конструкций, трубопроводов с целью исключения недопустимых деформаций и соударений путем применения специальных ограничителей, компенсаторов деформаций, сейсмоизоляторов и демпферов.

Перечисленные мероприятия могут проводиться выборочно или в комплексе.

8 Описание системы экологического мониторинга проекта УзАЭС

8.1 Перечень рассмотренных пунктов и площадок

Для обеспечения контроля за охраной окружающей среды в районе размещения АЭС и предупреждения негативного воздействия на окружающую среду организуется производственный экологический мониторинг (ПЭМ), который осуществляется в соответствии с Программой производственного экологического мониторинга, утвержденными руководством АЭС.

Основной целью ПЭМ является обеспечение руководства АЭС и вышестоящей организации информацией о состоянии и загрязнении окружающей среды, необходимой им для безопасной эксплуатации объекта.

ПЭМ осуществляется в целях обеспечения в процессе эксплуатации АЭС сохранения и восстановления природной среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, предотвращения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидации его последствий, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством Республики Узбекистан в области охраны окружающей среды.

В соответствии с требованиями статьи 28 Закона РУз «Об охране природы» № 754-ХП от 9 декабря 1992 г. (с изменениями) наблюдение за состоянием окружающей природной среды, использование природных ресурсов осуществляется предприятиями, деятельность которых приводит или может привести к ухудшению состояния окружающей природной среды. Предприятия обязаны бесплатно передавать соответствующим государственным органам материалы своих наблюдений. Предприятия обязаны соблюдать экологические требования, установленные нормативы и правила при производстве, хранении, транспортировке, применении, обезвреживании и захоронении радиоактивных и химических веществ, принимать меры к предупреждению и ликвидации вредных последствий их применения, незамедлительно информировать органы обеспечения радиационной и химической безопасности при превышении этих нормативов.

Экологические наблюдения в районе площадки размещения АСММ проводятся в целях:

- выявления основных путей радиоактивного и химического загрязнения наземных и водных экосистем, установление перечня приоритетных загрязнителей;
- оценки текущего уровня радиоактивного и химического загрязнения объектов окружающей среды рассматриваемого региона и выявление тенденций в его изменении;
- получение исходных данных для выполнения прогнозных оценок экологического состояния рассматриваемых экосистем;
- разработка рекомендаций по предупреждению и устранению возможных отмеченных негативных тенденций.

Режимные экологические наблюдения настоящей программы предусмотрены до окончания разработки проектной документации АСММ и результаты должны учитываться при разработке мероприятий по охране окружающей среды и программы экологического мониторинга.

Объектами исследований являются приземный слой атмосферного воздуха, а также наземные и водные экосистемы, представительно характеризующие природное окружение региона АСММ в целом и являющиеся критическими с точки зрения воздействия АСММ.

В соответствии с пунктом 3 протокола № 8 от 17-20 сентября 2024 г. между Агентством «Узатом», ГП «Дирекция АЭС», АО «АСЭ», АО «Атомэнергопроект» в рамках реализации настоящей Программы режимных наблюдений будут выполняться экологические исследования для актуализации результатов ранее выполненных инженерно-экологических изысканий в регионе размещения АСММ в Республике

Узбекистан. По итогам годового цикла режимных экологических наблюдений будут актуализированы следующие данные:

- геоботанические условия;
- данные о животном мире;
- данные об уровне загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, поверхностные и подземные, донные отложения);
- данные о радиационной обстановке.

Актуализированные данные, полученных в ходе режимных наблюдений, будут применяться при разработке проектной документации АСММ в Республике Узбекистан.

Все исследования по производственному мониторингу после завершения строительства АЭС должны проводить ведомственная лаборатория АЭС и территориальные подразделения ЦГСЭН Министерства здравоохранения РУз.

При этом выбор объекта мониторинга и мест наблюдений (точек отбора проб, постов наблюдений) проводят с учетом:

- сведений о фоновом загрязнении (на основе инженерно-экологических исследований или экологического аудита);
- размещения источников негативного воздействия на ОС;
- природных и климатических особенностей районов размещения объектов.

Определение перечня наблюдаемых параметров проводят на основании проектной документации, с учетом установленных для АЭС нормативов допустимого воздействия на ОС и требований нормативных документов, регламентируемых мониторинговые исследования

В рамках ПЭМ проводят эколого-аналитические измерения состояния и загрязнения ОС.

Эколого-аналитические измерения входят в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений и государственного регулирования в области гидрометеорологии и мониторинга ОС, что определяет необходимость соблюдения установленных требований системы обеспечения единства измерений и требований в области гидрометеорологии и мониторинга ОС.

Эколого-аналитические измерения могут проводить собственные или привлекаемые лаборатории, аккредитованные на проведение необходимых измерений в соответствии с действующим законодательством Республики Узбекистан и имеющие лицензию на деятельность в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях.

Выбор методов наблюдений осуществляют с учетом:

- видов и масштабов оказываемого негативного воздействия на ОС;
- экономической целесообразности использования метода (при выборе одного метода или совокупности методов);
- достоверности и надежности информации, получаемой конкретным методом.

Структуру ПЭМ и контролируемые параметры (химические, физические и биологические показатели) определяют в зависимости от оказываемого негативного воздействия на ОС.

В структуру ПЭМ могут входить:

- мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха;
- мониторинг состояния и загрязнения поверхностных и подземных вод;
- мониторинг состояния и загрязнения земель и почв;
- мониторинг состояния и загрязнения недр;
- мониторинг состояния и загрязнения растительного и животного мира (включая биоресурсы и среду их обитания).

Основными видами воздействия АЭС на окружающую среду являются сбросы загрязняющих веществ в водные объекты и размещение отходов производства и

потребления на промышленной площадке АЭС. Загрязнение атмосферного воздуха является незначительным и связано в основном с деятельностью вспомогательных производств (ремонтные, механические участки, транспортные подразделения и др.).

Важным аспектом, влияющим на безопасную эксплуатацию АЭС, является обрастание поверхностей систем технического водоснабжения нежелательными биологическими видами - обрастателями («биопомехи»). Данное обстоятельство необходимо учитывать при составлении программы ПЭМ.

Мониторинг атмосферного воздуха выполняется (при необходимости) на границе СЗЗ).

Ведение ПЭМ на АЭС осуществляется на единой методической и информационной основе, обеспечивающей сопоставимость результатов наблюдений.

Объектами мониторинга на АЭС являются компоненты ОС:

- водные экосистемы;
- наземные экосистемы.

Критерии экологического мониторинга сточных вод, поступающих на очистные сооружения или сбрасываемых в водные объекты, устанавливаются на основании МЗ 1.3.2.09.1159-2016 «Организация производственного экологического мониторинга на атомных станциях».

Критерии экологического мониторинга промышленных выбросов устанавливаются на основании нормативов ПДВ.

Критерии экологического мониторинга объектов размещения отходов устанавливаются на основании проектных и технологических данных. Анализ состава отходов проводится для установления соответствия данным паспорта отхода.

Критерии теплового воздействия АЭС на водоемы-охладители определяются категорией водоема.

Критерии уровней загрязнения поверхностных вод устанавливаются на уровне санитарно-гигиенических нормативов качества воды для водных объектов рыбохозяйственного значения, так как озеро Тузкан относится к рыбохозяйственным объектам.

Критериями уровней загрязнения атмосферного воздуха и почв являются санитарно-гигиенические нормативы. Ввиду отсутствия ПДК загрязняющих веществ в донных отложениях оценка уровня их загрязнения проводится в сравнении с естественным фоном или с использованием ПДК загрязняющих веществ для почв в зависимости от предполагаемых условий природопользования. При проведении ПЭМ наблюдения включают следующие работы, в ходе которых проводятся инструментальные замеры и аналитические измерения:

- аналитические измерения содержания загрязняющих веществ в поверхностных и подземных водных объектах;
- измерения содержания тяжелых металлов в донных отложениях (при необходимости);
- аналитические измерения содержания химических веществ в атмосферном воздухе на границе СЗЗ;
- гидробиологические наблюдения за поверхностными водоемами, в том числе водоемами-охладителями;
- биотестирование проб водных объектов для определения их токсичности;
- наблюдения за состоянием и разнообразием животного и растительного мира в СЗЗ (при необходимости).

9 Выводы

Ввод в эксплуатацию АЭС позволит обеспечить нормальное экономическое и социальное развитие Джизакской области. Улучшится инфраструктура района.

Предполагается значительное количество вакантных мест для квалифицированных кадров как при строительстве АЭС, так и при ее эксплуатации.

Также строительство АЭС не затронет исторические, культурные, этнические и другие интересы местного населения.

Реализация проекта АЭС обеспечивает:

- потенциал для развития рынка потребления энергоресурсов;
- снижение тарифов на энергоресурсы;
- замещение органического топлива: природный газ, мазут, каменный уголь, выполнение положений Киотского протокола и Парижского соглашения.

На основе анализа современного состояния окружающей среды, выбранной технологии АЭС, уровня обеспечения безопасности, выполненной оценки воздействия АЭС на окружающую среду и инженерным изысканиям, включая инженерно-экологические изыскания, проведенных прогнозных расчетов загрязнения окружающей среды и воздействие на здоровье человека при нормальном режиме эксплуатации, а также на случай проектной и запроектной аварии площадка №1 на пункте оз. Тузкан соответствует экологическим требованиям и выбрана приоритетной для размещения.

Будущее региона будет связано с работой атомной станции. АЭС, как градообразующее предприятие, будет являться гарантом социального благополучия, экономической стабильности региона и энергетической составляющей промышленного потенциала области.

Реализация проекта может существенно улучшить социально-экономические условия жизни населения, предоставив не только рабочие места, но и стимулировать развитие промышленности, дорог, улучшение социальных условий.